

TRNAVSKÁ UNIVERZITA V TRNAVE  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

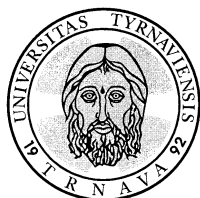
# SPOTREBITEĽSKÁ CHÉMIA

Ján Reguli  
Ivona Paveleková

Trnava 2015



**TRNAVSKÁ UNIVERZITA V TRNAVE**  
**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**



**SPOTREBITEĽSKÁ CHÉMIA**

Ján Reguli  
Ivona Paveleková

**Trnava 2015**

Tento učebný text vznikol v rámci riešenia a s podporou grantu MŠVaV SR KEGA 004TTU-4/2013 *Tvorba vzdelávacích materiálov pre pregraduálne a celoživotné vzdelávanie učiteľov chémie a pre riešiteľov úloh Chemickej olympiády.*

#### Recenzenti

RNDr. Renata Šulcová, Ph.D.

Ing. Anna Michalíková, CSc.

© Ján Reguli, Ivona Paveleková 2015

ISBN 978-80-8082-861-5

EAN 9788080828615

---

# Úvod

V súčasnosti sme stále častejšie konfrontovaní s aplikáciami nových vedeckých objavov do nášho bežného života. Stretávame sa s novými technológiami a s materiálmi nových vlastností. Stretávame sa aj s novými otázkami, týkajúcimi sa smerovania vedeckého výskumu, hodnotenia dopadov využívania nových látok, materiálov a technológií na lokálne i globálne životné prostredie. Je preto potrebné dosiahnuť určitú úroveň prírodovednej alebo vedecko-technickej gramotnosti – a keďže všetky látky okolo nás sú vlastne chemikálie, tak aj chemickej gramotnosti.

Úlohou učiteľa chémie je najmä vypestovať v žiakoch správny vzťah k chémii. Nielen ku školskému predmetu, ale aj k chémii ako vedeckej disciplíne a k chémii ako priemyselnému odvetviu.

Chemici – vedci a technológovia – nás zásobujú stále novými typmi látok s novými vlastnosťami. Bez mnohých z nich by sme si náš každodenný život nevedeli vôbec predstaviť. Viete ako často využívate predmety obsahujúce látky vytvorené za posledných sto rokov? Pred sto rokmi ľudia spoznávali výrobky z prvého syntetického plastu – bakelitu. Ale pri nových materiáloch nejde len o plasty a polyméry. Poslednú prevratnú zmenu spôsobili nové materiály pre pamäťové médiá, bez ktorých by sme nemali USB kľúče, pamäťové karty, mp3 prehrávače, atď. Vlastnosti týchto materiálov určuje jav s (pre bežného človeka ťažko vysloviteľným) názvom „gigantická magnetorezistencia“.

„Chemické látky“, chemikálie, verejnosť často chápe ako synonymá pre škodlivé látky. Ako keby sa dali rozlišovať zlé „chemické“ látky a dobré „nechemické“ (prírodné) látky. Na druhej strane ľudia využívajú produkty chemického priemyslu stále a všade, často nešetrne a bez uvažovania o možných negatívnych vedľajších účinkoch na vlastné zdravie a životné prostredie. Pritom už niekoľko storočí sa uznáva, že nebezpečenstvo, toxicita látky, nezávisí len od jej druhu, ale najmä od jej množstva. Mnohé látky, ktoré považujeme za jedy, sú v malých dávkach liečivé, na druhej strane zabiť človeka môže aj väčšie množstvo kuchynskej soli alebo dokonca vody.

Pojem chemická látka je nezmyselný, keďže neexistujú iné „nechemické“ látky. Všetky látky okolo nás sú chemikálie (t. j. látky schopné reagovať s inými látkami), nielen tie, ktoré pripravili chemici v laboratóriách. Napriek tomu sa musíme zmieriť s tým, že slovné spojenia z predchádzajúceho odseku sú už zaužívané a ťažko sa vyhneme stretnutiu sa s nimi najmä pri opise negatívnych účinkov rôznych priemyselných a iných havárií na životné prostredie. Rovnako nezmyselné je aj opačné spojenie, často používané v reklamách, že (niečo) „je bez chémie“.

S neustálym rozvojom informačných a komunikačných technológií súvisí aj nebývalá dostupnosť ľubovoľných informácií, medzi ktoré sa stále častejšie dostávajú práve dezinformácie. Prírodovedne gramotný občan by mal byť odolný voči preberaniu a ďalšiemu šíreniu rôznych konšpiračných teórií, „hoaxov“ – nepotvrdených „zaručených informácií“ o nebez-

pečnosti neškodných látok, napr. očkovania proti chorobám, alebo naopak o liečivých účinkoch homeopatiík a pod.

Často sa hovorí o „chemikáliách v domácnosti“ alebo o „chemikáliách v poľnohospodárstve“ (v takomto užšom zmysle aj v našom texte hovoríme o látkach, ktoré sa v daných oblastiach používajú a ich účinok má chemickú povahu, t. j. podliehajú chemickej zmene). Časť učiva chémie na základnej i strednej škole sa zvykla označovať ako „chémia bežného života“. V anglických textoch sa stretne s pojmami „everyday chemistry“ a najmä „consumer chemistry“. Náš predmet uprednostňuje poslednú verziu a nazýva sa preto Spotrebiteľská chémia.

Cieľom predmetu *Spotrebiteľská chémia* je najmä zvýšiť chemickú gramotnosť budúcich učiteľov chémie, t. j. schopnosť vysvetliť žiakom chemickú podstatu a fungovanie látok a predmetov, s ktorými často prichádzajú do styku a naučiť ich bezpečne s nimi zaobchádzať. Preto sa v rámci tohto predmetu zoznámime s legislatívou v oblasti „chemických látok“ a následne s čistiacimi prostriedkami, kozmetickými prípravkami, liečivami, prostriedkami pre poľnohospodárov, prídavnými látkami do potravín, polymérami a plastmi, palivami a nými zdrojmi energie a katalyzátormi. Posledná kapitola bude venovaná novým materiálom a technológiám, ktorými chémia neustále obohacuje a uľahčuje náš život.

Každá kapitola končí súborom kontrolných otázok. Odpovede na niektoré otázky vyplývajú priamo z prečítaného textu; odpovede na niektoré ďalšie otázky budú vyžadovať aj trochu sa zamyslieť nad danou problematikou, prípadne vyjadriť svoj postoj k danej téme.

Ďakujeme obom recenzentkám za starostlivé prečítanie textu a mnoho podnetných pripomienok. (Niektoré vzorce organických zlúčenín sú prevzaté z Wikipédie.)

## Stručný obsah

Úvod.....	1
1. Látky a „chemikálie“ .....	3
2. Čistiace prostriedky .....	10
3. Kozmetika .....	21
4. Liečivá.....	33
5. Chemikálie v poľnohospodárstve.....	64
6. Prídavné látky v potravinách .....	72
7. Polyméry, plasty .....	106
8. Energia, palivá.....	127
9. Katalýza.....	152
10. Nové materiály a nové technológie.....	163
11. Literatúra .....	164

# 1. Látky a „chemikálie“

Všetky látky okolo nás sú „chemikálie“. Pojem „chemická látka“ bol zavedený do školskej chémie na označenie čistej látky, v tomto zmysle je však prívlastok chemický zbytočný. V bežnom živote sa s pojmom chemická látka najčastejšie stretávame keď čítame alebo počúvame o nejakej havárii, znečistení životného prostredia alebo o cudzorodých látkach v potravinách, čo vedie k tomu, že verejnosť vníma chemikálie ako potenciálne nebezpečné látky. Látku by sme mali označovať ako chemikáliu iba vtedy, ak sa pri svojom používaní chemicky mení alebo sa priamo používa ako reaktant.



Takto nám to neprekáža (aj keď mnohí by soľ a cukor mali obmedzovať).

Takto sú to zlé chemikálie?

Úlohou chemikov je, okrem iného, pripravovať nové látky. Plnia si ju tak dobre, že na Zemi je už viac než 50 miliónov látok. Syntetické látky z nich predstavujú viac než 99,9 % (väčšina z týchto látok sa nikdy nepoužije).

Najmä z dôvodu bezpečnosti definuje látky **Zákon č. 67/2010 Z. z., o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov (chemický zákon)**. (Spojenie chemická látka zostalo



len v názve zákona, v texte sa hovorí len o látkach.) Tento zákon nadväzuje na *Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí* (označované skratkou CLP – *Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures*). CLP nariadenie je implementáciou nižšie predstaveného **Globálne harmonizovaného systému GHS** pre EÚ.

Podľa Nariadenia CLP **látka je chemický prvok a jeho zlúčeniny v prírodnom stave alebo získané akýmkoľvek výrobným postupom vrátane všetkých prísad potrebných na udržanie ich stability a všetkých nečistôt pochádzajúcich z použitého postupu, ktorá však nezahŕňa žiadne rozpúšťadlá, ktoré možno oddeliť bez ovplyvnenia stability látky alebo zmeny jej zloženia.**

Látky uvedené na európsky trh pred rokom 1981 neboli väčšinou testované z pohľadu ich bezpečnosti pre ľudské zdravie a životné prostredie. Tieto látky sú uvedené v Európskom zozname existujúcich komerčných chemických látok (*European Inventory of Existing commercial Chemical Substances – EINECS*) a označujú sa ako *existujúce látky*. Zoznam existujúcich komerčných chemických látok bol legislatívne ukotvený v roku 1990 a v súčasnosti obsahuje viac ako 100 000 položiek. **EINECS číslo** je číslo pridelené chemickej látke, ktorá sa nachádza v tomto zozname.

Látky, ktoré boli uvedené na európsky trh po roku 1981, prešli kontrolami zodpovedajúcimi novej legislatíve – *Nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 z 18. decembra 2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)*, a preto sú označované ako *nové látky*. Sú súčasťou Európskeho zoznamu nových chemických látok *ELINCS (European List of Notified Chemical Substances)*.

**CAS číslo (Chemical Abstract Service Registry Number)** je medzinárodne určené číslo pridelené pre danú chemickú látku na účel jej presnej identifikácie. Pod týmto číslom sú chemické látky opísané a zaregistrované v databáze *Chemical Abstracts*, čo je jedno z najstarších tzv. referátových periodík prinášajúcich abstrakty všetkých významnejších vedeckých článkov chemického zamerania.

**IUPAC názov** je názov chemickej látky podľa systému Medzinárodnej únie pre čistú a aplikovanú chémiu (*International Union for Pure and Applied Chemistry*). Tento systém pripúšťa niekoľko rovnocenných názvov pre tú istú zlúčeninu, čím sa zásadne odlišuje od názvoslovia *Chemical Abstracts*, ktoré v dôsledku jednoznačného zaradenia do databázy musí používať iba jeden názov pre určitú štruktúru. Použitie viacerých názvov pre jednu zlúčeninu, vrátane triviálnych, zhoršuje orientáciu pri vyhľadávaní v rôznych databázach, na druhej strane ale umožňuje zvoliť názov zrozumiteľnejší pri komunikácii chemikov.

**Globálne harmonizovaný systém klasifikácie a označovania chemikálií (GHS)**, platný v Európe prostredníctvom Nariadenia CLP od 1. júna 2015, má v celosvetovom kontexte zjednodušiť informovanosť, ochranu zdravia a životného prostredia a tiež obchodovanie s chemikáliami. GHS je systém Organizácie spojených národov pre identifikáciu nebezpečných chemikálií a pre informovanie spotrebiteľov o tomto nebezpečenstve prostredníctvom symbolov a viet na štítkoch obalov a prostredníctvom bezpečnostných údajov.

([http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_welcome\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html))

Cieľom GHS je harmonizovať rôzne jestvujúce systémy klasifikácie a označovania na celom svete. Rôzne systémy používajú rôzne vyhodnocovacie kritériá, čo má za následok, že tá istá látka môže byť klasifikovaná ako jedovatá, škodlivá pre zdravie, dokonca aj ako bezpečná. To vedie k rôznym úrovňam ochrany zdravia pri práci a životného prostredia. GHS prináša prvú globálne zjednotenú bázu pre vyhodnocovanie vlastností látok a stanovuje požiadavku globálnej vysokej úrovne ochrany ľudského zdravia a životného prostredia.



V GHS boli definované 3 triedy nebezpečnosti: *fyzikálne nebezpečenstvo*, *nebezpečnosť pre zdravie* a *nebezpečnosť pre životné prostredie*. V rámci každej triedy predstavujú *kategórie nebezpečnosti* závažnosť daného nebezpečenstva.

GHS a CLP zavádzajú tiež nové symboly, *výstražné piktogramy*. Sú charakterizované červeným rámom a bielym pozadím, zatiaľ čo staré EÚ symboly mali čierny rám a oranžové pozadie. Okrem toho CLP zavádza dve *výstražné slová* „*Nebezpečenstvo (Danger)*“ a „*Pozor (Warning)*“ pre upozornenie čitateľa na relatívnu úroveň závažnosti potenciálneho nebezpečenstva. „*Nebezpečenstvo*“ znamená prísnejšiu kategóriu a „*Pozor*“ menej závažnú kategóriu nebezpečnosti.

### Výstražné symboly nebezpečnosti



GHS01 - výbušné látky



GHS02 - horľavé látky



GHS03 - oxidačné látky



GHS04 - plyny pod tlakom



GHS05 - korozívne a žieravé látky



GHS06 - toxické látky



GHS07 - dráždivé látky



GHS08 - látky nebezpečné pre zdravie



GHS09 - látky nebezpečné pre životné prostredie

*Výstražné upozornenia H-vety (hazard statements)* opisujú povahu nebezpečenstva látok alebo zmesí. *Bezpečnostné upozornenia P-vety (precautionary statements)* opisujú odporúčané opatrenia na minimalizáciu alebo predchádzanie nepriaznivých účinkov, predstavujú pokyny pre bezpečné používanie. H- a P-vety nahrádzajú v minulosti používané R- a S-vety. Obe upozornenia majú formu podobnú „éčkam“ (písmeno H, resp. P a trojčísle). Prvé z trojice čísel výstražných upozornení predstavuje triedu nebezpečnosti: 2 fyzikálna nebezpečnosť, 3 nebezpečnosť pre zdravie a 4 nebezpečnosť pre životné prostredie. Ak je v bezpečnostných upozorneniach prvým číslom 1, ide o všeobecné pokyny, 2 upozornenie sa týka prevencie, 3 reakcie na expozíciu, 4 skladovania a 5 likvidácie.

Na nasledujúcej strane uvádzame príklady nových výstražných a bezpečnostných upozornení.

**Príklady výstražných upozornení:**

- |      |  |      |                                       |
|------|--|------|---------------------------------------|
| H200 | Nestabilná výbušnina.                                    | H310 | Pri styku s kožou môže spôsobiť smrť. |
| H220 | Extrémne horľavý plyn.                                   | H318 | Spôsobuje vážne poškodenie očí.       |
| H240 | Zahrievanie môže spôsobiť výbuch.                        | H331 | Toxický pri vdychovaní.               |
| H250 | Pri styku so vzduchom sa samovoľne vznieti.              | H340 | Môže vyvolať genetické poškodenie.    |
| H280 | Obsahuje plyn pod tlakom; pri zahrievaní môže vybuchnúť. | H370 | Spôsobuje poškodenie orgánov.         |
| H300 | Pri požití môže spôsobiť smrť.                           | H400 | Vysoko toxický pre vodní organizmy.   |
| H301 | Toxický pri požití.                                      |      |                                       |

**Príklady pokynov pre bezpečné zaobchádzanie:**

- |           |   |                |  |
|-----------|---|----------------|--|
| P101      | Ak je potrebná lekárska pomoc, majte po ruke obal alebo štítok výrobku.             | P340           | Preneste postihnutého na čerstvý vzduch a ponechajte ho v polohe uľahčujúcej dýchanie.   |
| P102      | Uchovávajúce mimo dosah detí.   | P350           | Jemne omyte veľkým množstvom vody a mydla.   |
| P103      | Pred použitím si prečítajte údaje na štítku.  | P361           | Všetky kontaminované časti odevu okamžite vyzlečte.  |
| P201      | Pred použitím si obstarajte špeciálne inštrukcie.                                   | P372           | Nebezpečenstvo výbuchu v prípade požiaru.  |
| P210      | Chráňte pred teplom/iskrami/otvoreným plameňom/horúcimi povrchmi. – Zákaz fajčenia. | P373           | Požiar NEHAŠTE, ak sa dostane k výbušninám.  |
| P222      | Zabráňte styku so vzduchom.   | P378           | Na hasenie použite ....  |
| P230      | Uchovávajúce vo zvlhčenom stave ...   | P390           | Uniknutý produkt absorbujte, aby sa zabránilo materiálnym škodám.  |
| P231      | Manipulácia pod inertným plynom.  | P301+P310      | PŘI POŽITÍ: Okamžite volajte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ STREDISKO alebo lekára.  |
| P251      | Tlakový obal: neprepichujte alebo nespáľujte ani po použití.                        | P302+P334      | PRI STYKU S KOŽOU: Ponorte do studenej vody/zabaľte do vlhkého obväzu.   |
| P262      | Zabráňte styku s očami, kožou alebo odevom.   | P303+P361+P353 | PRI STYKU S KOŽOU (alebo s vlasmi): Všetky kontaminované časti odevu okamžite vyzlečte. Opláchnite kožu vodou/osprchujte.      |
| P264      | Po manipulácii dôkladne omyte ....  | P371+P380+P375 | V prípade veľkého požiaru a veľkého množstva: Opustte priestor. Kvôli nebezpečenstvu výbuchu haste z dostatočnej vzdialenosti. |
| P270      | Pri používaní tohto výrobku nejedzte, nepite ani nefajčite.                         | P411           | Skladujte pri teplote nepresahujúcej ... °C/...°F.   |
| P271      | Používajte len vonku alebo v dobre vetraných priestoroch.                           | P420           | Skladujte oddelene od ostatných materiálov.  |
| P280      | Používajte ochranné rukavice/ ochranný odev/ochranné okuliare/ obličajový štít.     | P402+P404      | Skladujte na suchom mieste. Skladujte v uzavretom obale.   |
| P231+P232 | Manipulácia pod inertným plynom. Chráňte pred vlhkom.                               |                |  |
| P235+P410 | Uchovávajúce v chlade. Chráňte pred slnečným žiarením.                              |                |  |
| P315      | Okamžite vyhľadajte lekársku pomoc/ošetrovanie.                                     |                |  |
| P330      | Vypláchnite ústa.   |                |  |
| P331      | NEVYVOLÁVAJTE zvracanie.  |                |  |

Rozdelenie látok podľa ich bezpečnosti si predstavíme pomocou jednoduchších starších noriem.

*Obmedzenou látkou* sa rozumie látka alebo zmes, ktorá s prihliadnutím na jej vplyv na život a zdravie ľudí alebo životné prostredie sa môže použiť iba na presne stanovené účely. Pre obmedzené a zakázané látky platia špeciálne striktné pravidlá pre ich uvedenie na trh.

*Nebezpečnými látkami pre život a zdravie ľudí a životné prostredie* sú:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| a) výbušné látky,            | i) žieravé látky,                           |
| b) oxidujúce látky,          | j) dráždivé látky,                          |
| c) mimoriadne horľavé látky, | k) senzibilizujúce látky,                   |
| d) veľmi horľavé látky,      | l) karcinogénne látky,                      |
| e) horľavé látky,            | m) mutagénne látky,                         |
| f) veľmi jedovaté látky,     | n) látky poškodzujúce reprodukciu,          |
| g) jedovaté látky,           | o) látky nebezpečné pre životné prostredie. |
| h) škodlivé látky,           |   |

*Nebezpečnými látkami pre ľudí* sú látky písm. f) až n), ktoré môžu spôsobiť smrť, krátkodobé, dlhotrvajúce alebo opakujúce sa poškodenie zdravia, ak sú vdychované, požité alebo absorbované pokožkou.

#### **Na obale chemickej látky a zmesi sa uvádza:**

- „identifikátory výrobku“ – obchodný názov a chemické názvy a identifikačné čísla látok prítomných v zmesi,
- identifikácia dodávateľa a jeho telefónne číslo,
- nominálne množstvo látky alebo zmesi v balení (hmotnosť alebo objem),
- grafické výstražné symboly (piktogramy),
- výstražné slová,
- výstražné upozornenia – označenie špecifického rizika,
- bezpečnostné upozornenia – pokyny pre bezpečné používanie, skladovanie a likvidáciu,
- opis výrobku,
- návod na použitie,
- označenie EAN kódom.

Etiketa sa vyhotovuje v úradnom jazyku (úradných jazykoch) členských štátov EU, v ktorých sa látka alebo zmes uvádza na trh. Dodávateľia môžu na svojich etiketách použiť viac jazykov, než vyžadujú členské štáty za predpokladu, že vo všetkých použitých jazykoch sú uvedené tie isté údaje.

Pre každú nebezpečnú látku alebo zmes musí výrobca vytvoriť a poskytnúť každému príjemcovi *Kartu bezpečnostných údajov* – súhrn údajov o podnikateľovi, nebezpečnej látke alebo zmesi a údajov potrebných na ochranu života, zdravia ľudí a životného prostredia.

Legislatívne orgány Slovenskej republiky prostredníctvom tvorby nariadení vlády zabezpečujú implementáciu legislatívnych dokumentov Európskej únie v oblasti bezpečnosti

práce a ochrany zdravia obyvateľstva a ochrany životného prostredia do našich legislatívnych noriem. Všetci zamestnávateľa a zamestnanci sa musia riadiť [nariadeniami vlády SR č. 355/2006 a 356/2006 Z. z.](#), o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým, resp. karcinogénnym a mutagénnym faktorom pri práci.

Pre používanie chemikálií v školách je rozhodujúcim [Nariadenie vlády SR č. 286/2004 Z. z.](#), ktorým sa ustanovuje [zoznam prác a pracovísk, ktoré sú zakázané mladistvým zamestnancom](#), a ktorým sa ustanovujú niektoré povinnosti zamestnávateľom pri zamestnávaní mladistvých zamestnancov. V tomto nariadení sa uvádza, aké práce zamestnávateľ nesmie pridelovať mladistvému zamestnancovi. Ide najmä o práce, pri ktorých by bol zamestnanec vystavený škodlivému pôsobeniu nebezpečných látok (jedovatých, karcinogénnych, mutagénnych, teratogénnych a pod.).

„Mladistvý zamestnanec môže vykonávať zakázané práce s výnimkou prác s karcinogénnymi a mutagénnymi faktormi, ak ide o práce, ktoré sú nevyhnutné z hľadiska jeho odbornej prípravy, a ak je zabezpečená dostatočná ochrana jeho zdravia

- potrebnou teoretickou prípravou v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci,
- sústavným odborným dozorom pri práci,
- vhodnou organizáciou režimu práce a
- inými opatreniami, napríklad používaním osobných ochranných pracovných prostriedkov, obmedzením práce na dobu nevyhnutnú na získanie potrebných skúseností a správnych pracovných návykov.“

Dobrovoľné mimoškolské aktivity a chemické súťaže mládeže, ako napr. Chemická olympiáda, sa musia riadiť príslušnými nariadeniami a akceptovať obmedzenia vyplývajúce z tejto legislatívy (a keďže ide o dobrovoľné aktivity, nevzťahuje sa na ne predošlý odsek o výnimkách).

Implementácia uvedených zákonov výrazne zmenila praktické vyučovanie chémie na slovenských základných a stredných školách, keďže mnohé z látok, ktoré sa v minulosti bežne používali, sa dnes v školách vyskytovať nesmú. Na pomoc učiteľom chémie bola vydaná publikácia [Bezpečnosť pri práci s chemickými faktormi na základných a stredných školách](#) (ŠIOV, ŠPÚ 2012).

### **Karty bezpečnostných údajov (Material Safety Data Sheet):**

<http://www.ekotox.sk/karta-bezpenostnych-udajov>

*Usmernenie k zostavovaniu kariet bezpečnostných údajov.* European Chemical Agency. Verzia 2.0, 2013. Dostupné na [http://echa.europa.eu/documents/10162/13643/sds\\_sk.pdf](http://echa.europa.eu/documents/10162/13643/sds_sk.pdf)

<http://www.msds-europe.com/id-463-nas-pracovny-postup-spravna-metoda.html>

<http://www.merckmillipore.com/SK/sk/support/safety/material-safety-data-sheets/lvmb.qB.TzsAAAFcXd4Xr74u.nav>

### **Kontrolné otázky**

Uveďte príklady použitia nových látok v bežnom živote za posledných sto rokov.

Čo sa používalo na daný účel pred ich objavením?

Čo si predstavujete pod pojmom chemikália?

Dajú sa chemikálie jesť?

Viete vysvetliť podstatu účinku rôznych látok, ktoré doma bežne používate?

Čo si predstavujete pod pojmom chemická gramotnosť?

Čo je cieľom predmetu chémia?

V čom sa chémia líši od iných školských predmetov?

V čom podľa vás tkvie nepopulárnosť hodín chémie?

Aké sú kľúčové kompetencie učiteľa chémie?

Má byť učiteľ chémie najmä dobrým pedagógom alebo dobrým chemikom?

Ako sa dá zvýšiť príťažlivosť hodín chémie?

Ako sa nazýva nový systém klasifikácie a označovania chemikálií? Čo je jeho cieľom?

O čom informujú výstražné upozornenia (H-vety)?

O čom informujú bezpečnostné upozornenia (P-vety)?

Čo znamená skratka REACH a čo označuje?

Aké informácie musia byť uvedené na obaloch chemikálií?

Čím sa zaoberá Nariadenie vlády SR č.286/2004 Z.z.?

Kedy a za akých podmienok môžu mladiství vykonávať zakázané práce?

S akými látkami nesmú mladiství prísť do kontaktu?

---

## 2. Čistiace prostriedky

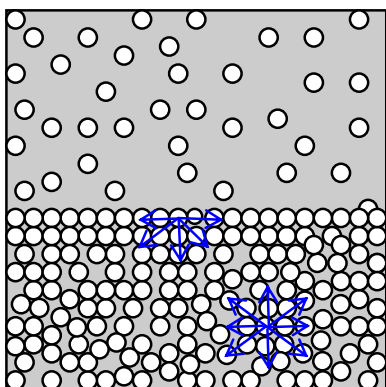
### História čistenia

V minulosti sa bielizeň zbavovala nečistôt plákaním a udieraním kameňmi vo vode. Neskôr sa zistilo, že špinu pomáhajú lepšie uvoľňovať saponíny zo stromov. Využíval sa aj rastlinný popol obsahujúci uhličitan draselný a sodný (zásadité roztoky majú *detergenčné vlastnosti*).

*Detergent* je definovaný ako *látka schopná odstraňovať nečistoty z povrchu tuhých látok fyzikálno-chemickou cestou*. Musí dobre zmáčať povrch, preniesť nečistoty z povrchu a rozptýliť ich v kvapaline a zabrániť spätnému znečisteniu.

### Javy na povrchu a na styku kvapalín

Podstatou fungovania detergentov je, že ide o *tenzidy*, teda *látky znižujúce povrchové napätie vody*. Preto si stručne pripomenieme ako vyzerá povrch kvapaliny.



Molekuly vnútri kvapaliny pôsobia na seba oveľa väčšími silami ako molekuly plynu. Tieto sily sú vnútri kvapaliny symetricky rozložené na všetky strany, čím sa vzájomne kompenzujú. Pri molekulách na povrchu však prevládajú silové účinky smerujúce dovnútra (a tieto sily sú veľmi veľké, o čom svedčí nestlačiteľnosť kvapalín).

Povrch kvapaliny sa v dôsledku povrchového napätia správa ako pružná blana snažiac sa „stiahnuť“ kvapalinu. Kvapalina sa vplyvom povrchového napätia snaží dosiahnuť tvar gule, t. j. tvar, ktorý má pre daný objem najmenší povrch. Takýto tvar môžeme vidieť v bežnom stave.

*Povrchové napätie* je definované ako sila, pôsobiaca na povrch kvapaliny na dĺžkovú jednotku. Vzniká ako dôsledok uvedeného nevyváženého silového pôsobenia medzi molekulami v povrchových vrstvách kvapalín.

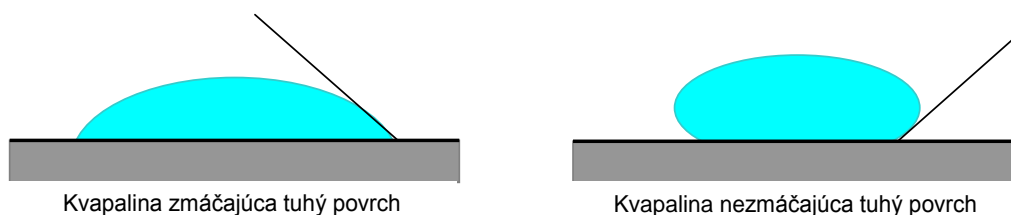
Na fázovom rozhraní medzi dvoma stýkajúcimi sa kvapalinami vzniká *medzifázové povrchové napätie*, ktoré má spravidla hodnotu nachádzajúcu sa medzi hodnotami povrchových napätí oboch stýkajúcich sa kvapalín (vzhľadom na vzduch).

*Povrchová energia* je energia, ktorú je potrebné kvapaline dodať (vo forme práce) na zväčšenie povrchu o  $1 \text{ m}^2$ . Číselne je povrchová energia zhodná s povrchovým napätím ( $1 \text{ N m}^{-1} = 1 \text{ J m}^{-2}$ ).

Voda je kvapalinou, ktorá má pomerne vysokú hodnotu povrchového napätia (preto ak chceme vyfúknuť bublinku, musíme do vody pridať tenzid).

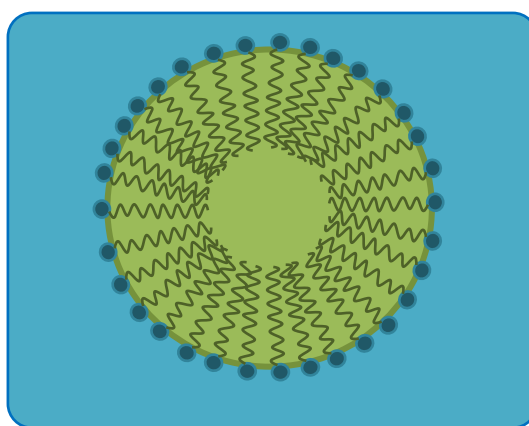
**Zmäčavosť** povrchu kvapalinou súvisí s povrchovým napätím: Zníženie vysokého povrchového napätia vody pridaním povrchovo-aktívnej látky zlepšuje zmáčanie povrchu vodou.

Zmäčavosť súčasne súvisí s povahou kvapaliny a materiálu povrchu tuhej látky: Polárna kvapalina lepšie zmáča povrch tuhej polárnej („hydrofilnej“) látky, nepolárna kvapalina lepšie zmáča povrch tuhej nepolárnej („hydrofóbnej“) látky. **Hydrofilný** povrch má teda napr. sklo, **hydrofóbny** (a teda „olejofilný“) povrch má teflónová panvica. (Hydrofóbne sú ale aj nové keramické povrchy panvíc.)



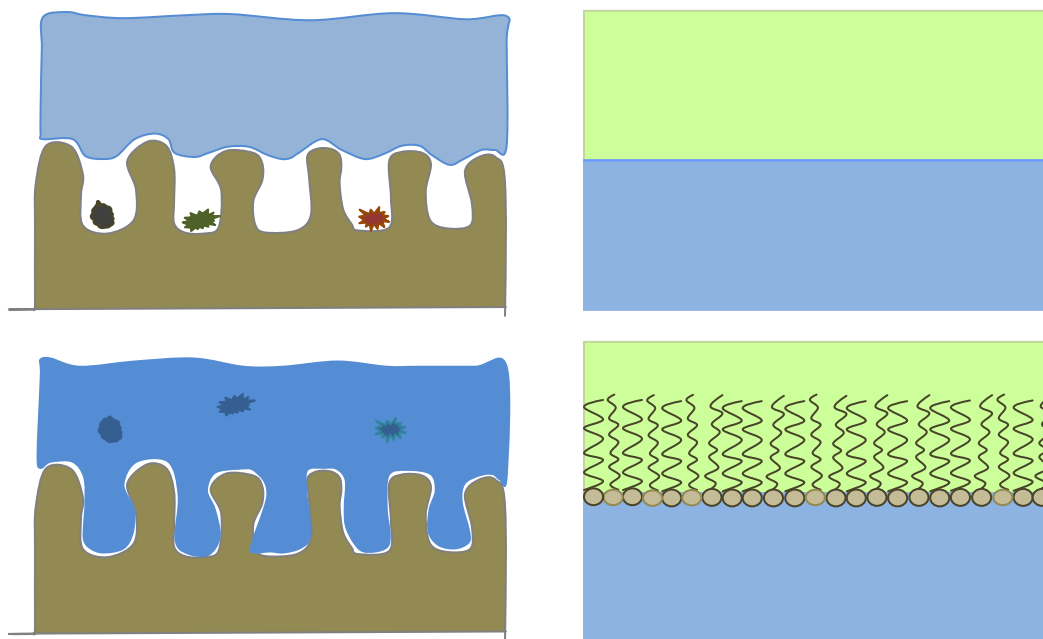
Ak znížime energiu, potrebnú na vytvorenie nového povrchu, oveľa ľahšie sa vytvorí oveľa väčšia styková plocha. Jedna kvapalina sa potom môže rozptýliť v druhej vo forme veľkého množstva malých guľôčok. Dostaneme tak sústavu, ktorú nazývame **emulzia**. Je jedným typom **disperzných sústav**. Znížením povrchového napätia vody dosiahneme aj lepšie zmáčanie tuhého povrchu vodou.

Povrchové napätie vody a teda aj energiu, potrebnú na vytvorenie nového povrchu je možné znížiť použitím **povrchovo-aktívnych látok (tenzidov, surfaktantov)**. Tenzidy majú molekuly, ktorých jedna časť je polárna a druhá časť nepolárna. Ich polárna časť je preto rozpustná vo vode a nepolárna časť je z vody vytláčaná na povrch. Keďže voda má mimoriadne vysoké povrchové napätie, výsledkom takéhoto usporiadania je výrazné zníženie jej povrchového napätia.



Obrázok znázorňuje **micelu** – guľôčku tuku vo vode, obalenú molekulami tenzidu (malá guľôčka predstavuje polárnu hlavu tenzidu, chvostikom je nepolárny uhľovodíkový reťazec).

Mechanizmus fungovania tenzidov si ukážeme aj na nasledujúcich dvoch obrázkoch:



*Horný obrázok vľavo:* Veľké povrchové napätie vody nedovoľuje, aby sa voda dostala do pórov znečisteného pórovitého materiálu.

*Dolný obrázok vľavo:* Ak povrchové napätie znížime, vodný roztok sa už do pórov látky dostane a môže z nich vypláchnuť nečistoty.

*Horný obrázok vpravo:* Olej s vodou sa nezmieša kvôli tomu, že olej je nepolárnou a voda polárnou kvapalinou a že povrchové napätie na ich styku je vysoké. Olej má spravidla nižšiu hustotu ako voda a zostane teda ako vrchná vrstva.

*Dolný obrázok vpravo:* Tenzidy sú látky s nízkym povrchovým napätím. Polárna časť ich molekuly sa dobre rozpúšťa vo vode, nepolárna časť sa tam ale nerozpúšťa a z vody je vytlačená na jej povrch. Ak je na vodnej hladine rozliaty olej (nepolárna látka), v ňom sa bude rozpúšťať nepolárna časť molekuly tenzidu. Keďže povrchové napätie na rozhraní vody a oleja sa takto oveľa znížilo, ak takúto zmes zamiešame, ľahko sa z nej vytvorí emulzia – mikroskopické olejové kvapôčky sa rozptýlia vo vode.

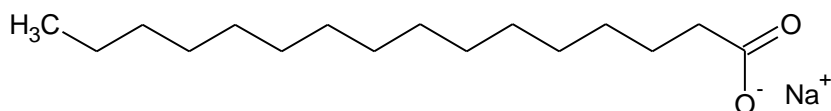
## Mydlo

Mydlo bolo známe už v staroveku. Poznali ho Sumeri i Egypťania. Po páde Rímskej ríše sa jeho používanie v Európe vytratilo. Mydlárske cechy sa objavili v priebehu 17. storočia, vtedy bolo mydlo luxusným a preto vysoko zdaňovaným tovarom. Výroba mydla sa rozšírila v 19. storočí po zavedení nových spôsobov výroby sódy ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – najprv Leblancov a neskôr Solvayov postup).

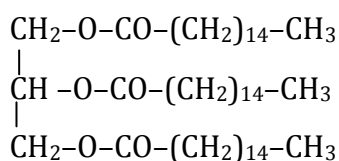




Mydlá sú sodné alebo draselné soli karboxylových kyselín s dlhým reťazcom, „mastných kyselín“. Napr.:



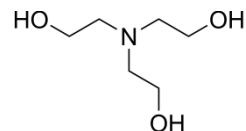
Surovinou pre výrobu mydla sú zvyčajne odpadové tuky. Tuky sú estery mastných kyselín s glycerolom, napr.



Pri výrobe mydla sa tuky hydrolyzujú horúcou vodnou parou a potom neutralizujú príslušným hydroxidom (sodným alebo draselným). Vedľajším produktom je glycerol. Táto reakcia sa nazýva *zmydelnenie tukov*.

Vlastnosti mydla závisia od zloženia tuku (dĺžky reťazca a počtu nenasýtených väzieb) a tiež od druhu katiónu –  $\text{Na}^+$  alebo  $\text{K}^+$ . Draselné mydlo je tekuté a poznáme ho pod názvom *mazľavé mydlo*.

Reakciou mastných kyselín s trietanolamínom (presný názov tris(2-hydroxyetyl)amín) vznikajú mydlá používané v šampónoch a iných kozmetických prípravkoch (pri ich použití nás neštípu oči).



## Nevýhody mydla

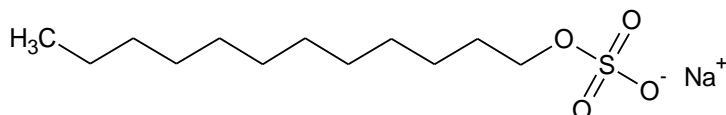
Pri používaní mydla sa stretávame s dvoma problémami. V tvrdej vode sa vyzrážajú nerozpustné soli vápnika, horčíka a železa. V kyslých roztokoch soli slabých karboxylových kyselín hydrolyzujú a vylučujú sa nerozpustné mastné kyseliny.

## Zmäkčovanie vody

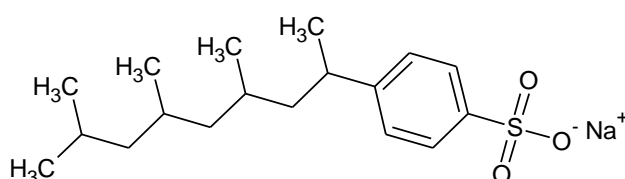
Zmäkčovanie vody sa robí sódou ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), fosforečnanmi ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$  a polyfosforečnany) alebo ionexami. Používanie fosforečnanov sa obmedzuje; dôvody uvedieme pri prácich prostriedkoch. Výrobcovia čistiacich prostriedkov sa snažia prispievať k ich využívaniu v súlade s ochranou životného prostredia: <http://sustainable-cleaning.com/>

## Syntetické tenzidy

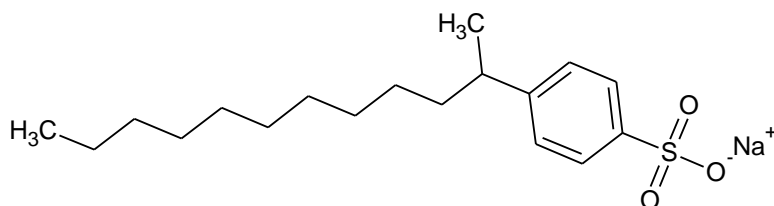
Dôvodom pre prípravu syntetických tenzidov boli spomenuté problémy s mydlom. Mali teda odolať účinkom kyselín a tvrdej vody. Prvými syntetickými tenzidmi boli alifatické *lineárne alkylsulfáty* (napr. lauryl sulfát  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na}$  (odvodený od kyseliny laurovej, t. j. dodekánovej  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$ ), ktorý sa stále používa v zubných pastách, šampónoch a iných kozmetických výrobkoch)



Čoskoro ich nahradili lacnejšie *alkylbenzénsulfonáty (ABS)*, vyrábané z propylénu, benzénu a kyseliny sírovej



ABS boli biologicky nerozložiteľné. Hromadili sa a penili v splaškových vodách a v riekach, boli preto neskôr zakázané a nahradené *lineárnymi alkylsulfonátmi (LAS)*



Z lineárnych reťazcov sú mikroorganizmy schopné „odhrýzať“ po dvoch uhlíkových atónoch.

## Rozdelenie tenzidov

### Aniónové tenzidy

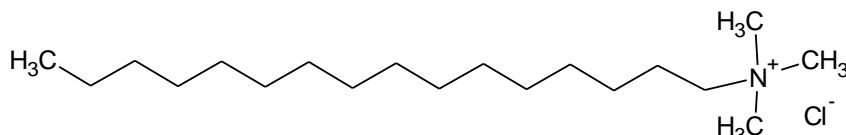
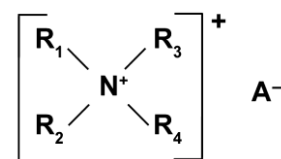
Aktívna časť aniónových tenzidov nesie záporný náboj (protiiónom je  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  alebo trietanolamóniový ión  $\text{HN}^+(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ ). Patria medzi ne mydlá, alkylsulfáty, ABS, LAS, alkoholetoxysulfáty AES [ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_m\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{SO}_3^-\text{Na}^+$ ]. Používajú sa v pracích práškoch, prípravkoch na umývanie riadu, čistiacich prostriedkoch pre domácnosť i pre osobnú hygienu.

### Neiónové tenzidy

Nemajú elektrický náboj, málo penia a sú odolné voči tvrdości vody. Používajú sa v práškoch na pranie a do umývačiek riadu. Najpoužívanějšími neiónovými tenzidmi sú alkohol etoxyláty  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_m\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ .

## Katiónové tenzidy

Na aktívnej časti majú kladný náboj. Nie sú až také dobré detergenty, ale majú *dezinfekčné účinky* a preto sa používajú v prostriedkoch určených pre potravinárske a mliekarenské prevádzky, ako aj v niektorých prostriedkoch pre domácnosť. Najbežnejšími katiónovými tenzidmi sú *kvartérne amóniové soli*, napr. trimetylhexadekanylamónium chlorid  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \text{Cl}^-$ . Niekedy sa používajú spolu s neiónovými tenzidmi (s aniónovými sa nemôžu, pretože sa zvyknú vyzrážať).



## Amfotérne tenzidy

Nesú kladný aj záporný náboj. Reagujú s kyselinami aj zásadami a vyznačujú sa jemnosťou, penivosťou a stabilitou. Používajú sa v osobných čistiacich prostriedkoch ako detské šampóny a tekuté mydlá. Typické amfotérne tenzidy obsahujú *betainy*  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{NH}_2^+\text{CH}_2\text{COO}^-$  (alkyl-1,1-dimetylacetobetain).

## Zloženie pracích prostriedkov

### Tenzidy

Najčastejšie sa používajú aniónové tenzidy; majú výborné čistiace schopnosti a dobre penia.

### Aktivačné prísady

Látky zmäkčujúce vodu: *polyfosforečnany* a *citráty alkalických kovov* – tvoria rozpustné vápenaté a horečnaté komplexy. Zvyšujú účinnosť tenzidov, udržiavajú nečistoty v roztoku a zabraňujú ich znovusadzovaniu. Zaisťujú dobrú sypkosť, neprášnosť a stabilitu pracích prostriedkov pri ich skladovaní. Zlúčeniny fosforu sú hlavnou príčinou eutrofizácie vôd ([http://www.enviro-edu.sk/?page=environmentalne\\_problemy/eutrofizacia](http://www.enviro-edu.sk/?page=environmentalne_problemy/eutrofizacia)). Animácia eutrofizácie je aj na [http://www.pbslearningmedia.org/asset/lps07\\_int\\_nitrogen/](http://www.pbslearningmedia.org/asset/lps07_int_nitrogen/). Na zmäkčovanie vody ako náhrada za polyfosforečnany sa preto v pracích prostriedkoch používajú sodné soli hlinitokremičitanov – *zeolity*.

*Uhličitan* a *kremičitan sodný* sa používajú na udržovanie pH a zásaditosti vodného roztoku (a vyzrážanie vápnika a horčíka). Kremičitany sú súčasťou alkalicky reagujúcich čistiacich a pracích prostriedkov. Spôsobujú jemné napúčanie vlákien, čím zabraňujú spätnému usadzovaniu nečistoty, chránia práčku pred koróziou a bielizeň pred zožltnutím. Kremičitany horečnaté sa používajú na stabilizáciu kyslíkatých bieliacich látok (peroxoboritan sodný).

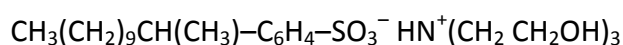
## Optické zjasňovače

Ako optické zjasňovače sa používajú *fluorescenčné látky*, ktoré spôsobujú, že látka vyzerá jasnejšia než v skutočnosti je.

Podstata fungovania fluorescenčných látok spočíva v tom, že pri absorpcii ultrafialového žiarenia „posúvajú“ jeho vlnovú dĺžku a vyžarujú žiarenie vo viditeľnej oblasti. Fluorescenčné látky sa využívajú napr. aj v bezpečnostných prvkoch bankoviek. V kriminalistike je dobre známy *luminol*, používaný na dôkaz krvi.

## Kvapalné pracie prostriedky

Sú pohodlnejšie, tenzidy v nich majú nižšiu koncentráciu ako v pracích práškoch. Používajú sa v nich LAS tenzidy vo forme sodných alebo trietanolamínových solí, napr.



V prostriedkoch s aktivačnými látkami sa používajú draselné soli.

Ďalšími obľúbenými tenzidmi v kvapalných prostriedkoch sú *alkoholetoxysulfáty AES*. Ich uhľovodíková časť je odvodená z alkoholu (alebo alkylfenolu), polárna časť z etylénoxidu a časť zo sulfátovej soli. AES tenzidy sú účinné, ale drahšie ako LAS.

Aj kvapalné pracie prostriedky môžu mať rôzne prísady (odfarbovače, parfémy, avivážne prípravky, fluorescenčné bielidlá, stabilizátory peny a ďalšie). Kvapalné prostriedky môžu obsahovať aj rozpúšťadlo ako etanol, izopropanol alebo propylénglykol na zabránenie oddelenia jednotlivých zložiek a rozpustenie mastných nečistôt. Niektoré prostriedky obsahujú enzýmy ako lipázy (rozkladajúce lipidy) odstraňujúce tuky a oleje a proteázy (rozkladajúce proteíny) pomáhajúce odstraňovať bielkovinové škvrnky, napr. krv.

## Prostriedky na umývanie riadu

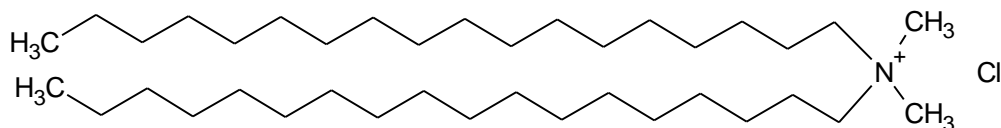
Prostriedky na ručné umývanie riadu ako hlavnú zložku obsahujú jeden alebo viaceré tenzidy (LAS, prípadne neiónové tenzidy  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COCN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$ ). Môžu obsahovať aj enzýmy, parfúmy, konzervačné látky, rozpúšťadlá, bielidlá a iné látky.

### Detergenty do umývačiek riadu

Čistiace prostriedky do umývačiek riadu majú celkom iné zloženie. Často sú silne alkalické, obsahujú tripolyfosforečnan sodný  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ , uhličitan sodný, kremičitan sodný, síran sodný a chlórové alebo kyslíkové bielidlá a len malé množstvo tenzidu, zvyčajne neiónového. Niektoré obsahujú aj NaOH. Ich vlastnosti závisia najmä od alkalických zložiek a intenzity čistenia umývačkou.

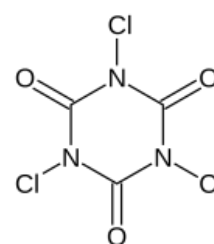
## Avivážne prostriedky

Avivážne prostriedky obsahujú katiónové tenzidy s dvoma dlhými a dvoma krátkymi reťazcami, napr.  $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}]_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2 \text{Cl}^-$ . Takéto zlúčeniny sú dobre absorbované tkaninou, tvoriac na nej monomolekulový film. Dlhé uhľovodíkové vlákna mastia tkaninu, čím sa zvyšuje jej ohybnosť a mäkkosť.



## Bielidlá

Bieliace účinky majú oxidačné činidlá, ktoré odstraňujú farebné škvrny z tkaniny. V klasických prípravkoch sa používa okolo 5 %-ný roztok chlórnanu sodného  $\text{NaClO}$ , z ktorého sa uvoľňuje chlór. Vysoké koncentrácie chlóru však škodia niektorým tkaninám (napr. polyestery nevybielia, ale spôsobia zažltnutie). V tuhej forme sa využíva *Symclosene*  $((\text{CO})(\text{NCl}))_3$ , odkiaľ sa chlór uvoľňuje pozvoľnejšie.



Bielidlá uvoľňujúce kyslík obsahujú  $2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}_2$  alebo  $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$  – po rozpustení v horúcej vode uvoľňujú peroxid vodíka. Boritany sú jedovaté, preto sa presadzujú uhličitaný. Bielidlá atakujú dvojité väzby *chromofórov*, zodpovedných za farbu škvŕn.

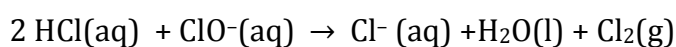
## Iné čistiace prostriedky

Existuje veľké množstvo špeciálnych čistiacich prostriedkov na rôzne účely (predmety, povrchy,...). Niekedy môžu pri nesprávnom použití povrch poškodiť. Vždy je dôležité dodržiavať návod na použitie.

*Čpavkové* (amoniakové) *roztoky* dobre uvoľňujú pripečené zvyšky potravín, zriedené dobre čistia zrkadlá a okná, zmiešané s detergentmi sú dobré na PVC podlahoviny. Čpavkové pary sú dráždivé, takže takéto prostriedky by sa nemali používať v nevetraných priestoroch. Amoniak poškodzuje asfaltové, drevené a hliníkové povrchy.

*Sóda bikarbóna*  $\text{NaHCO}_3$  dobre absorbuje kuchynské pachy, čo sa dá využiť pri čistení chladničky. *Ocot* odstraňuje mastnotu. Nemôže sa používať na kamenné (mramorové) povrchy.

Nikdy sa nesmú miešať bielidlá s inými prostriedkami, pretože napr. chlórnaný pri reakcii s  $\text{HCl}$  uvoľňuje chlór:



Pri reakcii s amoniakom sa uvoľňuje chlóramin ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) a hydrazín ( $\text{NH}_2\text{NH}_2$ ), oba sú jedovaté.

## Špeciálne čistiace prostriedky

**Čistiace prostriedky na WC** – odstraňujú vodný kameň, hrdzavé škvrny a majú fungicídne a dezinfekčné účinky. Sú kyslé, aby rozpúšťali  $\text{CaCO}_3$  – obsahujú HCl alebo kyselinu citrónovú, (alebo kyselinu fosforečnú). Tuhé prípravky obsahujú  $\text{NaHSO}_4$ . (Dezinfekčné účinky zabezpečuje chlórnan sodný).

Dva výrobky s obsahom kyseliny fosforečnej.  
(Historiky, čo všetko dokáže Coca Cola rozpustiť patria do kategórie „hoaxov“).



**Prostriedky na odstraňovanie vodného kameňa** – používajú sa veľmi často pri údržbe elektrických varných kanvíc alebo prístrojov na presso kávu. Obsahujú slabú kyselinu, najčastejšie citrónovú, v niektorých býva kyselina mliečna.

**Čistiace prostriedky na sklo** (okná, zrkadlá) obsahujú prchavé kvapaliny, ktoré sa bez stôp odparia. Najčastejšie sú zmesou izopropanolu a vody, niekedy s prídavkom amoniaku alebo octu.

**Čistiace prostriedky na kuchynské výlevky** obsahujú hydroxid sodný, ktorý pri rozpúšťaní uvoľňuje teplo, čím sa tuk roztápa a reakciou s NaOH sa časť z neho mení na mydlo. Ak obsahujú aj chlórnan sodný, ten rozkladá vlasy. Výhodnejšie je upchávanie potrubí predchádzať alebo prečistiť potrubie mechanicky. Na rovnaký účel sa používajú aj prostriedky s obsahom kyseliny sírovej, ktorá organickú špinu spáli.

**Čistiace prostriedky na kuchynské rúry** tiež obsahujú NaOH, často vo forme aerosólu (peny). Mastné povlaky reagujú s hydroxidom na mydlo a dajú sa z povrchu zotrieť. Dôležité je používať ochranné rukavice.

## Ďalšie „chemikálie v domácnosti“

### Organické rozpúšťadlá v domácnosti

Rozpúšťadlá sa v domácnosti zvyknú používať na odstraňovanie farieb, náterov, lepidiel, voskov a iných látok. Uhlíkové rozpúšťadlá môžu byť súčasťou prípravkov na odstraňovanie mastných škvŕn. Dobré rozpúšťajú tuky, ale sú veľmi horľavé a smrteľne jedovaté pri požití. Pľúca sa nasýtia parami uhlíkových, zaplavia tekutinou a prestanú fungovať. Pary mnohých látok sú jedovaté a majú narkotické účinky. Čuchanie rozpúšťadiel (fetovanie) môže viesť k trvalému poškodeniu orgánov, najmä pľúc a mozgu, niekedy aj zlyhaniu srdca.

## Farby

Predstavujú širokú škálu výrobkov – laky, emaily, nátery, olejové farby, rôzne vodorozpuštné farby,... Farba obsahuje tri základné zložky: *farbivo (pigment)*, *pojivo* a *rozpúšťadlo*. Univerzálnym pigmentom je dnes *oxid titaničitý*  $\text{TiO}_2$ , ktorý je bielym farbivom s veľkou stabilitou a vynikajúcou krycou silou. Všetky bežné farby obsahujú  $\text{TiO}_2$ , do farebných sa pridáva malé množstvo farebného pigmentu do bielej základnej zmesi. Pojivo je látka, ktorá viaže častice farbiva a drží ich na farbenom povrchu. V olejových (fermežových) farbách je pojivom zvyčajne ľanový olej. Vo vodou riediteľných farbách je ním nejaký polymér, v interiérových farbách väčšinou polyvinylacetát, v exteriérových farbách sú ním akrylátové živice. Akrylátové latexové farby sú odolnejšie voči dažďu a slnečnému svetlu. Rozpúšťadlo sa pridáva, aby bola farba tekutá pokiaľ sa nanáša na povrch. Rozpúšťadlom môže byť alkohol, uhľovodík, ester (alebo ich zmes) alebo voda. Farby môžu ešte obsahovať aditíva: aktivátor (aby rýchlejšie schla), fungicíd (ako ochrannú zložku), zahusťovadlo (na zvýšenie viskozity), látku zabraňujúcu tvoreniu kože na povrchu vnútri plechovky a niekedy tenzid na stabilizáciu zmesi.

## Vosky

Vosky sú estery mastných kyselín s alkoholmi s dlhým reťazcom. Tvoria ich rastliny a živočíchy ako svoje ochranné povlaky. Vosky sa používajú najmä v leštidlách (na obuv, nábytok, autá) a tiež do kozmetických prípravkov. Mnohé vosky boli nahradené lacnejšími silikónmi. (Tieto látky sa nemajú pliesť s parafínovým voskom. Parafín je hnedastá amorfná zmes vyšších alkánov – alifatických uhľovodíkov, ktorá sa pre jej vlastnosti tiež nazýva parafínový „vosk“ – na výrobu sviečok).

---

## Kontrolné otázky

Prečo sa z čistej vody nedá vyfúknuť bublinka?

Prečo čistá voda nemá čistiace schopnosti?

Prečo je potrebné znižovať povrchové napätie vody?

Čo je hlavnou zložkou všetkých čistiacich prostriedkov?

Čo sú mydlá? Ako sa líšia sodné a draselné mydlá?

Z čoho sa vyrába mydlo? Aká reakcia je zmydelnenie?

Aké sú nevýhody používania mydla?

Prečo sa začali používať syntetické tenzidy?

Čím sa líšia syntetické aniónové tenzidy od mydiel?

Aké typy syntetických tenzidov rozlišujeme?

Ktoré syntetické tenzidy neboli biologicky rozložiteľné?

Aký je mechanizmus pôsobenia mydiel a saponátov?

Ktoré syntetické tenzidy majú dezinfekčné vlastnosti?

Aké zložky a s akými funkciami obsahujú bežné pracie prostriedky?

Prečo sa prestali do pracích práškov pridávať fosforečnany?

Čo je eutrofizácia vody? Čo ju spôsobuje?

Ako fungujú optické zjasňovače?

Ako sa líšia prostriedky do umývačiek riadu od prostriedkov na umývanie riadu?

Aké látky sa pridávajú do pracích prostriedkov na zmäkčovanie vody?

Aké látky sa používajú ako bielidlá?

Prečo sa do vody na pláchanie bielizne pridávajú avivážne prostriedky?

Aké látky sú základnou zložkou avivážnych prípravkov?

Aké látky sa používajú na čistenie výleviek a odpadových potrubí?

Aké látky sa používajú na odstraňovanie vodného kameňa?

Aké sú tri základné zložky farieb (na natieranie)?

Čo sú vosky a kde sa používajú?



---

## 3. Kozmetika

Egyptčania používali práškový antimón a malachit (zelenú medenú rudu) ako očné tiene už pred 7000 rokmi, faraóni používali vonné oleje na vlasy už pred 5500 rokmi. Ženy v 18. storočí si bielili tvár uhličitanom olovnatým, čo viedlo k mnohým otravám olovom.

Termín kozmetika pochádza z gréckeho slova *kosmétique* – umenie skrášľovať.

*Kozmetológia* je veda, ktorá zahŕňa biológiu kože, výskum a prípravu kozmetických prípravkov, overovanie ich vlastností a spôsobov použitia. V súčasnosti sa opiera o vedecké poznatky z chémie, biochémie, dermatológie, farmácie a psychológie. Úzko súvisí s hygienou, ktorá je jej súčasťou a základom.

### Čo sú kozmetické prípravky?

Kozmetický výrobok je látka alebo prípravok určený na vonkajšie časti ľudského tela a to pokožku, vlasový systém, nechty, pery, vonkajšie pohlavné orgány, ďalej zuby a sliznicu ústnej dutiny s úlohou čistiť, parfumovať, meniť ich vzhľad, chrániť, udržiavať ich v dobrom stave alebo koordinovať ľudské pachy.

#### Požiadavky na označovanie kozmetických látok:

obchodné meno a sídlo alebo meno, priezvisko a miesto podnikania výrobcu,  
dovozca,  
nominálny obsah v čase balenia,  
dátum minimálnej trvanlivosti, (od roku 2007 už nie je povinný)  
podmienky používania a upozornenia,  
identifikácia výrobných dávky,  
účel použitia,  
zoznam zložiek (názvy INCI) (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*).

---

Kozmetika sa definuje ako tovary, určené na nanosenie (naliatie, nastriekanie, rozprášenie alebo inú aplikáciu) na ľudské telo alebo jeho ktorúkoľvek časť s cieľom čistenia, skrášľovania, zvýšenia príťažlivosti alebo zmeny vzhľadu. Antiperspiranty a šampóny proti lupinám sú v USA klasifikované ako liečivá. Hlavný rozdiel medzi liečivami a kozmetikou spočíva v tom, že liečivá musia byť preverené z hľadiska bezpečnosti a účinnosti predtým, než sa uvedú do predaja. Kozmetika nemusí byť testovaná pred začiatkom predaja.

Mnohé značky daného typu kozmetiky obsahujú rovnaké alebo podobné aktívne látky a preto sa ich propagácia zameriava skôr na značku, obal alebo vôňu než na samotný výrobok.

Najmä ženám je venovaný portál o kozmetických prípravkoch:  
<http://personalcaretruth.com/> *Information based on scientific facts*

## Rozdelenie kozmetických prípravkov z funkčného hľadiska

1. *Prípravky základnej hygieny* – mydlá, šampóny, prípravky na vlasy, kúpeľové prípravky, zubné pasty, prípravky zubnej hygieny, intímne mycie prípravky, prípravky určené na starostlivosť o pleť a ruky, dezodoračné prípravky, prípravky na holenie a prípravky detskej kozmetiky.
2. *Prípravky dekoratívnej kozmetiky* – prípravky meniace vzhľad užívateľa, prípadne dokresľujúce celkový dojem jeho vzhľadu:
  - *prípravky farebné*: rúže, púdre, očné tieny, laky na nechty a pod.
  - *prípravky farbiace*: farebné prelivy, tužidlá, farebné laky na vlasy, farby na vlasy
  - *prípravky vonné*: parfémy, kolínske vody, toaletné vody, vody po holení a pod.
3. *Prípravky špeciálnej starostlivosti* – prípravky na opaľovanie a prípravky po opaľovaní, prípravky na umelé zhnednutie kože, masážne prípravky, bieliace prípravky (na odstránenie pieh), depilačné a epilačné prípravky, prípravky na trvalé zvlnenie vlasu, zásypy, prípravky na ruky, špeciálne kúpeľové prípravky, prípravky po kúpeli, reparačné prípravky.
4. *Ostatné prípravky* – repelenty, osviežovače vzduchu, špeciálne dezodoračné prípravky účinkujúce ako pohlcovače pachov.

## Zložky kozmetických výrobkov

Zložky kozmetiky môžeme rozčleniť na tri skupiny:

*Funkčné látky* určujú fyzikálnu formu výrobku (napr. emulzie, gélu, aerosólu), zlepšujú jeho mechanické vlastnosti (napr. roztierateľnosť), mikrobiologickú, fyzikálnu a chemickú stabilitu, či organoleptické vlastnosti (farbu, vôňu alebo chuť).

*Špecifické látky* určujú charakter kozmetického výrobku (napr. UV filtre v opaľovacej kozmetike, abrazívne v peelingoch, antiperspiračné v antiperspirantoch, filmotvorné v lakoch na vlasy a nechty).

*Biologicky aktívne látky* stimulujú prirodzené biologické procesy v ľudskej koži.

## Najvýznamnejšie funkčné kozmetické látky

### *Rozpúšťadlá*

*Hydrofilné*: voda, etanol, izopropyl alkohol, propylénglykol, glycerín.

*Lipofilné*: rastlinné oleje, napr. avokádový, tuky, vosky, napr. jojobový vosk, živočíšne oleje, tuky a vosky, napr. lanolín, včelí vosk biely, minerálne oleje, vazelína, parafín, silikónové oleje a deriváty.

*Organické*: v nechtovej kozmetike a v lakoch na vlasy, napr. benzylalkohol, acetón, toluén, butylacetát, etylacetát.

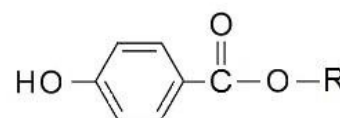
**Povrchovoaktívne látky:** emulgátory, čistiace látky, penidlá, kondicionačné kationové tenzidy, solubilizátory.

**Humektanty, emolienty a lubrikanty.** Humektanty sú hygroskopické látky schopné viazať vodu v koži. Túto vlastnosť majú polysacharidy, polyoly, hydrolyzáty bielkovín alebo kyselina mliečna, glycerol, sorbitol, propylenglykol, panthenol. Emolienty sú zmäkčovadlá kože – pleťové vody, krémy, masti. Lubrikanty vytvárajú tenký film znižujúci trenie lubrikáciou na povrchu pokožky.

**Hydrofilné koloidy prírodné,** napr. guarová guma, xantánová guma, karobová guma, algináty, karagenan, **modifikované prírodné,** napr. hydroxycelulóza a karboxymetylcelulóza, resp. **syntetické,** napr. deriváty kyseliny akrylovej.

**Hnacie plyny** do aerosolových rozprašovačov (propán, bután, izobután).

**Antioxidanty a konzervačné látky** – látky spomaľujúce oxidáciu, resp. zastavujúce na určitú dobu rast mikroorganizmov. V kozmetike sa ako konzervačné látky najčastejšie používajú **parabény** – alkylestery kyseliny 4-hydroxybenzoovej a ich soli. Podrobnejšie si antioxidanty a konzervačné látky predstavíme v kapitole o prídavných látkach v potravinách.



**Pufrujúce látky** udržujú pH výrobku optimálne pre pokožku (5 – 5,5), spravidla na báze citrátov.

**Farbivá** (podrobnejšie preberieme v 6. kapitole)

**Vonné látky** (opísané ďalej v časti parfumy)

## Špecifické kozmetické látky

Určujú účel kozmetického výrobku. Niektoré si ešte podrobnejšie predstavíme. Patria sem:

**Abrazívne látky**

**Antiperspiračné a dezodoračné látky**

**Vlasové fixátory a látky na trvalú vlasovú preparáciu**

**Rozčesávadlá, kondicionéry**

**Protilupinové látky**

**Kyseliny hyaluronová, mliečna, a pyrrolidón-karboxylová, močovina, laktóza** v hydratačných a regeneračných prípravkoch

**Samoopaľovacie látky**

**Ochranné UV filtre**

## Biologicky aktívne látky v kozmetike

Biologicky aktívne látky (BAL) zväčša už v nízkych koncentráciách pôsobia ako biokatalyzátory biochemických procesov v koži človeka, pričom nevykazujú vlastnosti liečiva. Účinkujú len lokálne na ohraničenej ploche a celkovo farmakoterapeuticky neovplyvňujú organizmus.

Biologicky aktívne látky sa na miesto svojho určenia (kde sa riadene uvoľňujú) dostávajú v *lipozómoch*. *Lipozómy* sú mikroskopické častice dopravujúce výživné látky hlboko do podkožia, čiže sú to nosiče účinných látok. Ide o umelo pripravené uzavreté guľôčky tvorené lipidovou dvojvrstvou a vnútorným izolovaným kompartmentom obsahujúcim vodný roztok. V budúcnosti sa predpokladá aj využitie kvapalných kryštálov.

*Samostatne účinné BAL* vieme definovať chemickým vzorcom – napr. aescín, alantoín, alfahydroxykyseliny, azulén, betaglukán, bielkoviny (kolagén, elastín, keratín, aminokyseliny), bisabolol, ceramidy a fytoceramidy, určité enzýmy, fytosteroly, fytohormóny (najmä fytoestrogény), gamalinolénová kyselina, hypericín, koenzým Q10 a R, kofeín, kyselina hyaluronová, močovina, skvalén, vitamíny a iné.

*Komplexne účinné BAL* sú zmesou viacerých samostatne účinkujúcich BAL a iných zložiek. Takže sa im nedá priradiť konkrétny chemický vzorec. Príkladom sú včelie produkty, koncentráty mliečnych bielkovín alebo lipidov, extrakty zárodočných biologických materiálov, rastlinné a morské extrakty, kvasnice, a podobne.

## Pleťové krémy a vody

*Koža* je najväčším a najťažším orgánom tela. Je to zložitý orgán „obaľujúci“ telo a tvoriaci bariéru udržiavajúcu škodlivé látky mimo tela a vlhkosť a živiny vnútri. Vonkajšia vrstva kože (pokožka) sa nazýva *epiderma*. Jej vonkajšia vrstva je tvorená odumretými bunkami, ktoré sa uvoľňujú. Tvoria ich najmä vláknitá bielkovina *keratín*. Keratín obsahuje asi 10 % vlhkosti, pri nižších hodnotách je pokožka suchá a fľakatá. Vyše 10 % vlhkosti poskytuje dobré podmienky na rast škodlivých mikroorganizmov. Koža je proti strate vlhkosti chránená masným výlučkom. Vystavenie pokožky slnku a vetru ju vysušuje, pričasté umývanie tiež odstraňuje prírodné kožné oleje.

Kozmetika sa nanáša na vonkajšie odumreté vrstvy pokožky vo forme *roztokov* (*lotions*, čo sú emulzie oleja vo vode – O/V) alebo *krémov* (emulzie vody v oleji – V/O). Aktívnu zložku v nich predstavujú olejové zložky, ktoré na pokožke vytvoria film chrániaci ju pred únikom vlhkosti. Typickými zložkami sú minerálne oleje a vazelína, čo sú zmesi alkánov získaných z ropy. Ďalšími zložkami sú prírodné tuky a oleje, propylénglykol, glycerol, parfémy, vosky, voda a emulgátory. Prírodné materiály zahŕňajú lanolín (tuk získavaný z ovčej vlny), gél z aloe vera, olivový a palmový olej. Na stuženie výrobku sa často pridáva včelí vosk. Krémy a pleťové vody a mlieka (*lotions*) chránia kožu tým, že ju pokrývajú a zmäkčujú. Takéto látky sa volajú *emolienty* (takúto úlohu spoľahlivo plní aj obyčajná vazelína alebo detský olej (svetlý minerálny olej)).

Zvlhčovacie látky udržujú vlhkosť hneď po kúpeli. Nepridávajú koži vlhkosť, len bránia vyparovaniu. Často sú to látky ako lanolín alebo kolagén (bielkovina zo spojovacích tkanív). Niektoré kozmetické prípravky obsahujú *zvlhčovacie látky* (*humektanty*) ako glycerol, kyselina mliečna alebo močovina. Glycerol drží vodu vodíkovými väzbami, močovina viaže vodu pod povrchom pokožky v miestach, kde sa tvoria kožné bunky.

Krémy a vody proti starnutiu často obsahujú  $\alpha$ -hydroxy kyseliny odvodené z ovocného a mliečného cukru (napr. kyselina mliečna  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ). Spôsobujú rýchlejšie uvoľňovanie odumretých buniek pokožky. Nová pokožka potom vyzerá „čerstvejšia“, ale je aj citlivejšia.

<http://personalcaretruth.com/2012/09/how-do-alpha-hydroxy-acids-work/>

Fajčenie cigariet vedie k predčasnému starnutiu kože. Nikotín spôsobuje sťahovanie tenkých krvných vlásočnic, ktoré vyživujú kožu. Toto môže neskôr viesť k strate elasticity a vráskaveniu kože.

## Opalovacie prípravky

Viditeľné svetlo je malou časťou elektromagnetického vlnenia s vlnovými dĺžkami medzi 390 až 760 nm. Má tým väčšiu energiu, čím má menšiu vlnovú dĺžku. Elektromagnetické vlnenie je súčasne prúdom častíc – fotónov, ktorých energia má hodnotu

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

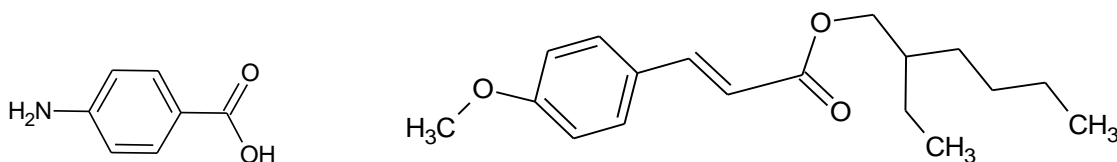
( $\nu$  je frekvencia,  $\lambda$  je vlnová dĺžka vlnenia,  $c$  je rýchlosť svetla vo vákuu a  $h$  je Planckova konštanta).

Slné žiarenie nie je tvorené len viditeľným svetlom, ale aj žiarením s väčšími vlnovými dĺžkami, ktoré sa prejavuje ako tepelné žiarenie (voláme ho *infračervené*, lebo nasleduje za červeným svetlom) a tiež žiarením s menšími vlnovými dĺžkami a teda s väčšou energiou. Toto žiarenie voláme *ultrafialové* (UV). UV oblasť sa zvykne deliť na bližšiu UV-A (315 – 380 nm) a vzdialenejšiu (s vyššou energiou) UV-B oblasť (290 – 320 nm). Ešte vzdialenejšiu a preto nebezpečnejšiu oblasť UV-C (100 – 290 nm) pohlcuje ozónová vrstva a na Zem nedopadá. Z UV-B žiarenia pohltí ozónová vrstva 80 % a z UV-A žiarenia pohltí ozónová vrstva 30 %.

Slné žiarenie vyvoláva v koži mnoho biologických efektov, z ktorých niektoré sú pre organizmus užitočné (syntéza vitamínu D), iné sú škodlivé. Reakcia na UV žiarenie závisí od „fototypu“ danej osoby (od citlivých ryšavých cez svetlovlasých a brunetov až po čiernovlasých) a od množstva energie, ktorú koža absorbuje.

Ultrafialové žiarenie vyvoláva tvorbu pigmentu *melanínu*, čím koža tmavne. Tmavý melanín potom chráni hlbšie vrstvy kože pred poškodením. Nadmerné a dlhodobé vystavenie sa slnečným lúčom môže viesť k predčasnému starnutiu kože a rakovine kože. Najmä krátkovlnná zložka (UV-B) je nebezpečná.

Väčšina opaľovacích prípravkov pohlcuje UV-B žiarenie a prepúšťa menej energetické UV-A žiarenie, ktoré podporuje opálenie sa. Aktívnou zložkou týchto prípravkov bývala p-aminobenzoová kyselina  $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ , alebo niektorý z jej esterov. Keďže sú rozpustné vo vode, ľahko sa z pokožky vymývajú a preto sa prestali používať. V súčasnosti sa vo väčšine prípravkov používa oktyl metoxycinnamát (OMC)



$\text{CH}_3\text{OC}_6\text{H}_4\text{CH}=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ . Osemčlenný uhlíkový reťazec robí túto zlúčeninu nerozpustnou vo vode, takže sa pri plávaní až tak nezmýva.

**Ochranný faktor** (*Sun Protection Factor*) máva hodnoty od 2 do 35 a viac. Označuje, koľkokrát dlhšie môžete byť na slnku natretý než bez ochrany. O tom, koľko môžete byť na slnku nenatretý rozhoduje spomínaný fototyp a momentálna intenzita žiarenia.

**Fyzikálne ochranné prostriedky** blokujú (odrážajú) všetko UV žiarenie. Obsahujú práškové ZnO alebo TiO<sub>2</sub>. Nové druhy obsahujú nanočastice TiO<sub>2</sub>.

Pre úplnosť pripomínáme, že pred intenzívnym žiarením treba chrániť nielen kožu, ale aj oči – a to slnečnými okuliarmi s UV filtrom (a v zime alebo pri mori aj s polarizačným filtrom).

## Rúže

**Rúže** a **balzamy na pery** sú svojím zložením a funkciou podobné krémom na kožu. Vyrábajú sa z olejov a voskov – s vyšším podielom voskov ako v krémoch. Olejmi sú ricínový, sezamový alebo minerálny olej. Často používanými voskami sú včelí, karnaubský alebo kandedillový vosk. Pridávajú sa aj farbivá, parfumy a antioxidanty (brániace starnutiu tukov).

## Prípravky na oči

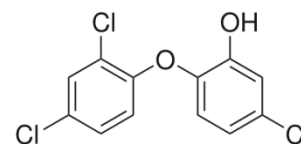
**Maskara** na mihalnice je zložená z mydla (50 %), olejov, tukov (5 % lanolín) a voskov (40 %). Dohneda je zafarbená oxidmi železa, dočierna uhlíkom, dozelená oxidom chromitým a domodra ultramarínom (kremičitan, obsahujúci sulfidové ióny).

**Očné tiene** sú na báze vazelíny (60 %) a bežných tukov (lanolín 6 %), olejov a voskov (10 %). Zafarbené sú oxidmi (ZnO, TiO<sub>2</sub>).

## Dezodoranty a antiperspiranty

**Dezodoranty** sú prípravky obsahujúce **parfumy**, ktoré majú maskovať telový pach a **germicídy**, ktoré zabíjajú baktérie spôsobujúce zápach. Baktérie tvoria zapáchajúce zlúčeniny (napr. krátke mastné karboxylové kyseliny a amíny).

*Germicídmi* sú zvyčajne kvartérne amóniové soli s dlhým reťazcom alebo fenoly ako *triclosan*  $\text{ClC}_6\text{H}_4\text{Cl-O-(OH)C}_6\text{H}_4\text{Cl}$  5-chlór-2-(2,4-dichlórfenoxy)fenol.



*Antiperspiranty* sú dezodoranty, ktoré súčasne obmedzujú potenie. Ide o rozličné zlúčeniny (chloridy a hydroxidy hliníka a zirkónia, napr.  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ktoré sťahujú póry potných žliaz. Aplikujú sa vo forme krémov, roztokov alebo (po rozpustení v alkohole) sprejov. Poteenie je prirodzeným procesom, takže nie vždy je múdre ho dlhodobo obmedzovať – lepšie je častejšie sa umývať a meniť si spodnú bielizeň.

## Zubné pasty

Po mydle sú zubné pasty najvýznamnejším kozmetickým výrobkom. Nevyhnutnou zložkou zubných pást sú len detergenty a abrazíva (také, ktoré čistia zuby, ale nepoškodzujú sklovinu). Typickým tenzidom je dodecylsulfát (laurylsulfát) sodný  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3^- \text{Na}^+$ . Ďalšími zložkami sú mentolové príchuť, farbivá, arómy a sladidlá (sorbitol, glycerol, sacharín), plnivá ako celulózová živica a polyetylénglykoly, konzervačné látky ako metyl p-hydroxybenzoát  $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOCH}_3$ .

### Abrazíva, bežne používané v zubných pastách

Zrážaný uhličitan vápenatý	$\text{CaCO}_3$	fosforečnan vápenatý	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Nerozpustný monofosforečnan sodný	$(\text{NaPO}_3)_n$	difosforečnan vápenatý	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$
Hydrogénfosforečnan vápenatý	$\text{CaHPO}_4$	hydratovaná alumina	$\text{Al}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$
Oxid titaničity	$\text{TiO}_2$	hydratovaná silika	$\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$

Zubný kaz spôsobujú najmä baktérie, ktoré menia cukry na zubný kameň (lepkavé dextrány) a kyseliny (napr. mliečnu), ktoré rozrušujú sklovinu. Čistením sa odstraňuje zubný kameň a tak sa predchádza rozkladu. Odporúča sa nejest sladkosti mimo hlavných jedál. Sklovinu poškodzujú aj kyseliny v nápojoch ako  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Mnohé zubné pasty obsahujú fluór v rôznych zlúčeninách – najčastejšie ako fluorid sodný (NaF), monofluórfosforečnan sodný ( $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$ ) alebo amínfluorid a tiež fluorid cínatý ( $\text{SnF}_2$ ), ktorý má aj antimikrobiálne účinky. Fluór obmedzuje náchylnosť k tvorbe zubného kazu. Sklovinu zubov tvorí najmä hydroxyapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ; fluoridy premieňajú časť sklovinu na fluórapatit  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , ktorý je tvrdší a odolnejší voči rozkladu než hydroxyapatit.

Keďže zubné pasty sú ochutené, najmä malé deti zvyknú zubnú pastu prehltnúť, čo nie je dobré. Preto sa pre ne pripravujú zubné pasty bez obsahu fluóru alebo sa odporúča dávať im na kefkú čo najmenšiu dávku zubnej pasty.

## Parfumy, kolínske vody a vody po holení

V škole sme sa učili o piatich ľudských zmysloch – zrak, sluch, čuch, chuť a hmat. Väčšinu vnemov nám sprostredkujú prvé dva – zrak a sluch. Čuch ostáva v pozadí asi preto, že väčšinu čuchových vnemov prijímame len podvedome. Pre iné živočíchy je čuch určite významnejším zmyslom než pre človeka. Možno preto sa štúdiu čuchu venovalo v minulosti menej pozornosti, než by si zaslúžil, keďže v určitých oblastiach ľudskej komunikácie ide o dôležitý, niekedy až nenahraditeľný zmysel.

Človek dokáže čuchovo rozlične vnímať až do 100 000 molekúl. Všetky *odoranty* sú pomerne malé prchavé organické molekuly. Z hľadiska chemickej štruktúry ide o veľmi rozmanité látky. Pritom aj veľmi rozdielne látky môžeme vnímať ako podobné vône. Ľudské čuchové receptory sú mimoriadne citlivé skôr na trojrozmerný tvar molekuly než na chemické zloženie. Napríklad hexachlóretán a cyklooktán voňajú podobne ako (+)gáfor. Spája ich podobný tvar molekuly, ktorý zrejme dobre interaguje s príslušným receptorom. Na druhej strane, optické antipódy jednotlivých odorantov môžu vyvolať úplne odlišné čuchové vnemy z kvalitatívneho (napr. (+)-karvón silne vonia po rasci, enantioméerný (–)-karvón má intenzívnu mäťovú vôňu), tak aj z kvantitatívneho hľadiska. Intenzita vône sa dá kvantifikovať minimálnou koncentráciou odorantu v ovzduší, pri ktorej je jeho prítomnosť čuchovo jednoznačne a opakovane detekovateľná. Vzhľadom na citlivosť čuchu sa intenzita väčšinou vyjadruje v jednotkách ppb, t. j. v počte vonných molekúl z celkového množstva miliardy všetkých molekúl v danom objeme.

Zaužívaná kategorizácia rozoznáva 8 základných skupín vôní: *ovocnú, zelenú, morskú, kvetinovú, korenistú, drevitú, jantárovú a pižmovú*, pričom každá z nich má svojho typického reprezentanta.

*Parfumy* patria medzi najstaršie kozmetické prípravky, pôvodne boli prírodné, najmä extrahované z rastlín. Ich chémia je veľmi rôznorodá, mnohé zložky boli ale už identifikované a pripravujú sa synteticky. Prírodné prostriedky sú ale stále najlepšie, pretože o výslednej vôni rozhodujú často aj zložky, ktorých obsah je veľmi malý. Dobrý parfum môže mať aj vyše sto zložiek.

Zložky sa delia na tri skupiny („tóny“) líšiace sa prchavosťou. *Vrchný tón (hlava – top note)* je najprchavejšia frakcia tvorená pomerne malými molekulami (a uvoľňuje sa hneď po aplikácii). *Stredný tón (srdce – middle note)* zodpovedá za vôňu po uvoľnení prchavých látok. Tieto dve časti majú väčšinou kvetinové vône. Ide o *silice* (starší názov *éterické oleje*) – ľahko prchavé kvapaliny príjemnej vône, nerozpustné vo vode, obmedzene rozpustné v etanole a iných organických rozpúšťadlách. Uložené sú v bunkách rastlín (kvety, listy, plody, koreň, kôra a drevo), kde sú zastúpené od stopových množstiev až do 10 %. Tvoria ich zmesi organických zlúčenín – alifatické alebo aromatické estery, aldehydy, ketóny, terpény. Prvú frakciu môže predstavovať napr. fenylacetaldehyd  $C_6H_4CH_2CHO$  s vôňou orgovánu alebo hyacintu, strednú časť ružová vôňa 2-fenyletanolu  $C_6H_4CH_2CH_2OH$ .



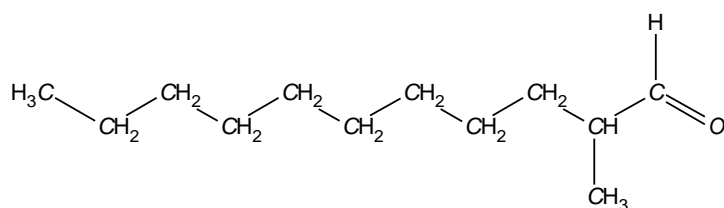
**Spodný tón (základ – end note)** je málo prchavá frakcia. Tvoria ju látky s väčšími molekulami, väčšinou s pižmovým pachom. Často ide o **živočíšne produkty**; niektoré vznikajú vo vačkoch pri pohlavných orgánoch. Ich vôňa závisí od zriedenia – vo vyšších koncentráciách nepríjemne zapáchajú. Často zjemňujú ovocné alebo kvetinové vône vrchných frakcií. **Kastoreum** z bobra tvorí asi 60 látok. Hlavnými zložkami sú kyseliny škoricová, benzoová a salicylová, acetofenón a jeho deriváty a alkylsubstituované fenoly, najmä 4-propylfenol.

Izolácia vonných látok z prírodných materiálov sa robí **extrakciou**, **destiláciou s vodnou parou** alebo **lisovaním**.

Parfumy zvyčajne obsahujú 10 – 25 % vonných a fixačných zložiek v alkohole, kolínske vody sú asi 10 krát zriedenejšie. Vody po holení sú svojím zložením podobné kolínskym vodám – obsahujú etanol (50 – 70 %), vodu, parfum a potravinárske farbivo a tiež mentol (kvôli dosiahnutiu chladivého efektu) a látky zjemňujúce pokožku (emolienty).

Keďže sa niektoré parfumy ukázali byť pre niektorých užívateľov alergické, ponúkajú sa aj „hypoalergické“ prípravky, ktoré väčšinou neobsahujú parfumy.

Ernest Beaux, tvorca slávneho parfumu **Chanel N°5** povedal: „*Budúcnosť parfumerie je v rukách chémie. Predovšetkým chemici môžu objaviť nové vonné látky, vďaka ktorým sa dajú vytvárať nové, originálne vône*“. Beaux ako prvý do voňavky aplikoval syntetický **2-metylundekánál**, ktorý pre svoju prenikavú vôňu zostal nepovšimnutý od jeho objavu v roku 1903. Až roku 1921 ho Beaux použil s prekvapujúcim efektom v dodnes slávnom Chanel N°5. Tento parfum obsahuje spolu 130 ingrediencií. To, ako sú namiešané, je jedno z najprísnejšie strážených tajomstiev.



2-metylundekánál

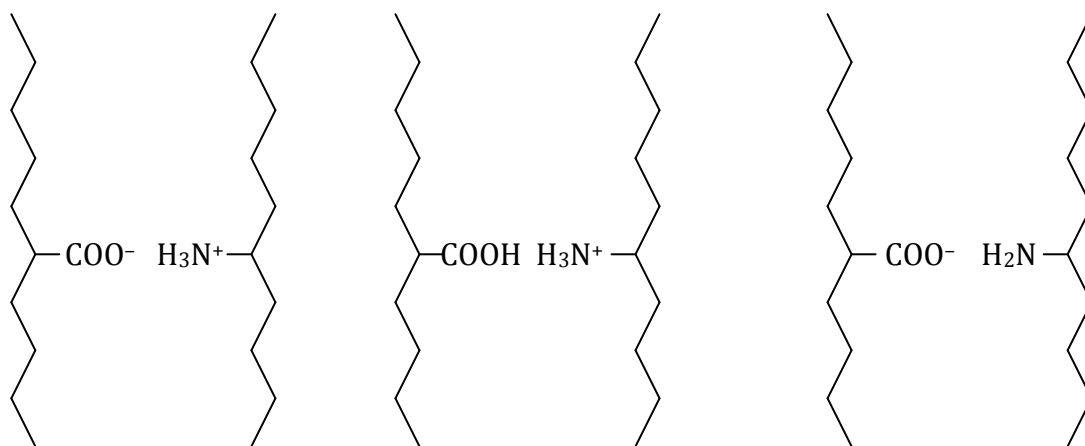
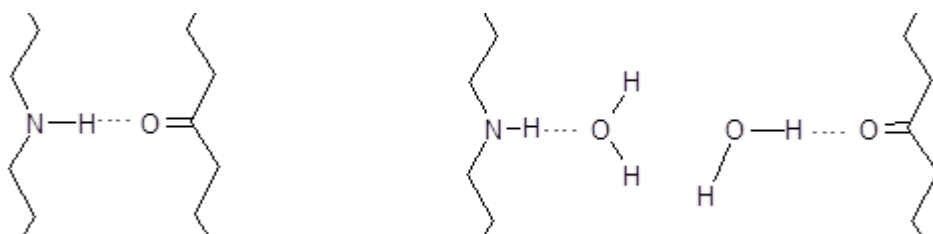
## Vlasová kozmetika

Vlas je vlákno z mŕtvych buniek zakorenených v koži. Vlasy vyrastajú na celom povrchu tela okrem dlaní, chodidiel, pier, častí pohlavných orgánov a bradaviek. Chránia kožu a pomáhajú nám cítiť veci, ktoré sa dostávajú do blízkosti povrchu kože. Každý vlas sa skladá z mŕtvych buniek obsahujúcich **keratín**. Štruktúra vlasu závisí od miesta a doby jeho rastu. Vlasy vyrastajú z dutiniek v koži nazývaných vlasové folikuly, ktoré prerastajú cez pokožku a zamšu. Bunky na báze folikulov sa delia a tvoria vlas, ktorý rastie rýchlosťou 1 cm za mesiac. Folikuly s okrúhlym otvorom tvoria rovné vlasy. Z folikulov s oválnym alebo ohnutým otvorom vyrastajú kučeravé alebo vlnité vlasy.

Prirodzené zafarbenie vlasov umožňuje látka, ktorá sa nazýva *melanín*. Melanín sa tvorí v bunkách melanocytoch. Melanín je farbivo makromolekulárneho zloženia, vo vode je nerozpustný. V bunkách je obsiahnutý vo forme zrníčok. Vzniká pôsobením enzýmov z aminokyseliny tyroxínu. Farba vlasu závisí od množstva farbiva. Ak je ho málo, vlas je svetlý, ak veľa, vlas je tmavý. Melanín je látka zložitej štruktúry. Pozostáva z farebnej časti a bielkovinového nosiča. Farebná zložka má polymérny charakter a je rôzneho sfarbenia:

1. Eumelanín – tmavý melanín, má zastúpenie v tmavých vlasoch
2. Feomelanín – svetlý melanín, zastúpený vo svetlých vlasoch
3. Erytomelanín – zastúpený v ryšavých vlasoch

Vlákná keratínu sú polypeptidy, budované asi z 20 aminokyselín. Tieto peptidy majú jednotlivé reťazce aminokyselín navzájom držané štyrmi typmi síl. Vodíkové väzby medzi bielkovinovými reťazcami sa rozrušujú vodou, soľné mostíky sa deštruujú zmenami v pH a disulfidové mostíky sa rušia a obnovujú pri trvalej ondulácii. Horný obrázok znázorňuje účinok vody, spodné obrázky ilustrujú citlivosť na zmeny pH.



## Šampóny

Vlasový keratín má 5 až 6 krát viac disulfidových väzieb ako kožný keratín. Keď sa vlasy umývajú, keratín absorbuje vodu, zjemňuje a stáva sa elastickejším. Voda rozrušuje vodíkové väzby a niektoré zo soľných mostíkov. Kyseliny a zásady sú obzvlášť škodlivé voči soľným mostíkom, čím sa kontrola pH stáva v starostlivosti o vlasy veľmi významnou. Maximálny počet soľných mostíkov je pri pH = 4,1.

Viditeľná časť vlasu je mŕtva, len koreň je živý. Vlas je mastný kožným tukom, umývanie vlasov odstraňuje tento tuk aj so špinou, lipnúcou na ňom. Ako detergent v šampónoch sa používajú syntetické tenzidy, pre dospelých aniónové a pre deti amfotérne. Šampóny pre mastné, normálne a suché vlasy sa líšia koncentráciou tenzidu.

Keďže vlas je bielkovina, šampóny obohatené o proteíny dodávajú vlasom objem. Proteín (keratín alebo kolagén) pokrýva vlas a zlepuje rozštiepené končeky vlasov. Proteíny sa pridávajú aj do kondicionérov. Kondicionéry sú hlavne dlhé alkoholy alebo kvartérne amóniové soli – čiže podobné látky ako v avivážnych prostriedkoch, keďže účinkujú podobným spôsobom.

Proteínové reťazce vo vlasoch obsahujú kyslé aj zásadité skupiny, z toho vyplýva význam pH šampónov. Iné pridávané látky majú význam len z hľadiska propagačného.

## Farby na vlasy

Farba vlasov a pokožky je daná relatívnym obsahom dvoch pigmentov: melanínu (hnedo-čierneho) a feomelanínu (svetlohnedého). Tmavé vlasy sa dajú odfarbiť oxidáciou peroxidom vodíka.

Farbenie vlasov je komplikovanejšie než odfarbenie. Farby môžu byť dočasné (z vodorozpustných farieb, ktoré sa pri umývaní zmyjú) alebo trvalé, kde farba prenikne až do vlasu. Takéto farby sa často používajú vo forme vodorozpustných, často bezfarebných prekurzorov, ktoré nasiaknu do vlasu a potom sú zoxidované peroxidom vodíka na farebnú zlúčeninu.

Trvalé farby sú často derivátmi p-fenyléndiamínu  $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{NH}_2$  (p-diaminobenzén). Variácie farieb sa dosahujú umiestnením substituentov na túto molekulu. p-fenyléndiamín samotný je čierny, p-aminodifenylamín sulfónová kyselina je svetlá. Prechodné farby sa získavajú z iných derivátov.

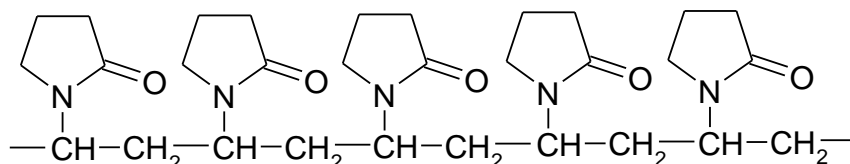
Farbenie octanom olovnatým  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  spočíva v reakcii olova s atómami síry, pričom vzniká čierny PbS.

## Trvalá ondulácia

Vlas je bielkovina a susedné proteínové reťazce sú prepojené disulfidovými mostíkmi. Roztok na trvalú obsahuje redukčné činidlo (napr. *kyselinu tioglykolovú* (sulfanyloctovú, merkaptocetovú)  $\text{HSCH}_2\text{COOH}$ ), ktoré rozloží disulfidové mostíky. Vlasy sa potom natočia a takto sa na ne pôsobí slabým oxidačným činidlom ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), čím sa disulfidové mostíky vytvoria v nových polohách. Rovnaký postup sa využíva aj pri vyrovnávaní vlasov.

## Spreje na vlasy

Účes držia tuhé alebo polotuhé organické látky, ktoré na vlasoch vytvoria príľnavý film. Najčastejšie sa používa polyvinylpyrolidón a jeho kopolyméry; rozpúšťadlom sú prchavé uhľovodíky (horľavé!).



## Depilačné látky

Depilačné látky obsahujú väčšinou rozpustné sírne zlúčeniny ( $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $(\text{HSCH}_2\text{COO})_2\text{Ca}$ ) vo forme krému alebo roztoku. Sú to silne zásadité zmesi, rozrušujúce peptidové väzby vo vlasoch (rovnako pôsobia aj na pokožku).

## Kontrolné otázky

Na čo slúžia kozmetické výrobky?

Na aké skupiny sa delia kozmetické prípravky?

Aké základné zložky obsahujú kozmetické výrobky?

Aké látky určujú fyzikálnu formu kozmetického výrobku?

Aké látky určujú charakter kozmetického výrobku?

Aký je mechanizmus účinku biologicky aktívnych látok v kozmetických výrobkoch?

Čo je základnou látkou kože?

Ako sa volá kožné farbivo?

Aké sú základné zložky kozmetických krémov?

Aké zložky obsahujú prostriedky na opaľovanie?

Čo vyjadruje ochranný faktor na prostriedkoch na opaľovanie?

Zlúčeniny ktorých kovov tvoria aktívnu zložku antiperspirantov?

Aké zložky obsahujú zubné pasty?

Aké zložky obsahujú šampóny na vlasy?

Čím sa líšia detské šampóny od šampónov pre dospelých?

Z akých troch skupín zložiek sú vytvorené voňavky (parfumy)?

Ako sa líšia kolínske vody a vody po holení od voňaviek (parfumov)?

Aký druh emulzie sú kozmetické krémy a aký roztoky (lotions)?

Akým mechanizmom účinkujú prostriedky na trvalú onduláciu vlasov?

Akou látkou sa odfarbujú vlasy?

---

## 4. Liečivá

*Liečivá* sú biologicky účinné látky alebo zmesi látok, ktoré sa podávajú človeku na liečenie, na určenie diagnózy, na prevenciu chorôb alebo na ovplyvňovanie fyziologických funkcií. Rozdeľujú sa na liečivé látky, liečivé prípravky a lieky. Liečivo je teda zložka lieku, ktorá poskytuje farmakologický účinok pri diagnóze, liečbe alebo prevencii choroby; farmakologickým pôsobením zasahuje do štruktúry alebo funkcie ľudského alebo zvieracieho organizmu.

*Liečivé látky* (suroviny) sú látky alebo zmesi látok (prírodného alebo syntetického pôvodu), ktoré sú určené pre prípravu ďalších typov liečiv.

*Liečivé prípravky* (polotovary) sa pripravujú z liečivých a pomocných látok určitým technologickým postupom do určitej *liekovej formy*.

*Farmaceutická pomocná látka* je zložka prítomná v lieku alebo použitá na výrobu/prípravu lieku. Nemá terapeutický účinok, ale má funkciu nosiča alebo základu. Dáva lieku vlastnosti, napr. stabilitu, vzhľad, biofarmaceutický profil, znášateľnosť pre pacienta a umožňuje výrobu lieku. Na výrobu lieku sa zvyčajne používa viac ako jedna pomocná látka. Pomocné látky dodávajú liečivu chuť, vôňu, tvar, pôsobia ako stabilizátory, emulgátory, rozpúšťadlá, alebo podporujú rozpadávanie tabliet a pod.

*Lieky* (výrobky) sú liečivé látky alebo liečivé prípravky všestranne prispôsobené na aplikáciu do organizmu tak, aby liečivo, ktoré nesú, sa v organizme v žiadanom množstve (dávke), na určenom mieste a v programovanom čase mohlo uplatniť spôsobom jemu vlastným. Liek je produkt vyrobený z liečiv a farmaceutických pomocných látok určitým technologickým postupom, aby sa liečivo obsiahnuté v ňom mohlo aplikovať a uplatniť biologický účinok v organizme. Každý liek má liekovú formu.

*Lieková forma* je definovaná tvarom, zložením a fyzikálnou štruktúrou látok v nej obsiahnutých. Liekové formy sa podľa skupenstva delia na kvapalné, tuhé, plynné a polotuhé. Lieková forma súvisí s aplikačnou cestou, t. j. spôsobom podania lieku pacientovi.

*Tuhé liekové formy* zahŕňajú tablety, obduktety, retardety, kapsuly, tobolky, prášky, granuláty a čajoviny. *Polotuhé liekové formy* tvoria masti, krémy, pasty, čípky, náplasti. *Kvapalné liekové formy* sú roztoky, sirupy, kvapky, klyzmy, injekcie, infúzie, transfúzie, emulzie, suspenzie a peny. *Plynné liekové formy* sú aerodisperzie.

*Retardety* – tuhé liekové formy s predĺženým, resp. riadeným uvoľňovaním poznáme podľa označenia RETARD v názve lieku. Z tabletky sa liečivo uvoľňuje postupne a spomalene sa rozpúšťa v tráviacej sústave. Prednosťou je udržanie konštantnej hladiny liečiva v krvi. Liek sa nemusí tak často užívať, čím sa znižuje riziko vedľajších a nežiaducich účinkov.

Liečivá môžeme ešte rozdeliť na dve skupiny: na *symptomatické liečivá*, čiže liečivá určené na potlačanie príznakov, nie príčin ochorení, a *kauzálne liečivá*, ktoré sú určené na odstraňovanie príčin ochorení.

## Farmakológia

Farmakológia sa zaoberá interakciami liečiv a organizmov. Ide o vzájomné interakcie – liečivo pôsobí na organizmus a súčasne je vystavené účinkom daného organizmu. Preto sa farmakológia delí na *farmakodynamiku* a *farmakokinetiku*.

**Farmakodynamika** študuje *mechanizmus účinku liečiv na organizmus*. Tento účinok môže byť *nešpecifický* (daný všeobecnými fyzikálnochemickými vlastnosťami látky) alebo *špecifický* – vyvolaný pôsobením liečiva na špeciálne miesta na povrchu bunky – molekulové receptory pre danú látku. Iné delenie vplyvu liečiva rozlišuje jeho *terapeutický* a *nežiaduci* (vedľajší) *účinek*. Účinok liečiva závisí najmä na jeho *dávke*.

**Farmakokinetika** sa zaoberá osudom liečiv v organizme, študuje teda *pôsobenie organizmu na liečivo*. Sleduje ako sa liečivo v organizme *absorbuje*, *distribuuje* a *odstraňuje* (*metabolizuje* alebo *vylučuje*).

**Absorpcia liečiva** závisí od *aplikačnej cesty*, ktorou sa liek dostáva do organizmu. Určujú ju lieková forma, fyzikálno-chemické vlastnosti liečiva a zdravotný a psychický stav pacienta.

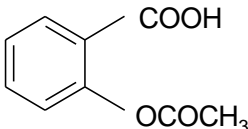
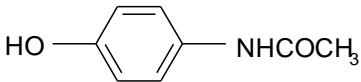
Prvotné rozdelenie liekov podľa spôsobu podania je na lieky na vnútorné použitie a lieky na vonkajšie použitie.

Aplikačné cesty delíme na miestne (topické, lokálne) a celkové (systémové). Medzi *systémové* spôsoby podania patria *orálne* (ústne), *intramuskulárne* (do svalu), *inhalačné* (dýchacími cestami), *intravenózne* (do žily), *subkutánne* (pod kožu) alebo *rektálne* (análnym otvorom). *Lokálne* sa aplikujú masti alebo kvapky. Liečivo má účinnú koncentráciu len v mieste aplikácie (na koži, v zvukovode, v spojivkovom vaku, v pošve alebo v maternici).

Medzi najpoužívanejšie metódy monitorovania hladiny liečiv v organizme patria plynová a kvapalinová chromatografia (GLC a HPLC), imunoanalýza a spektrofotometrické metódy.

## Názvy liekov

Presný chemický názov liečiva, podľa zásad chemického názvoslovia je často veľmi zložitý. Preto sa používajú tzv. *generické názvy*, ktoré platia celosvetovo a používajú sa v rôznych modifikáciách národných jazykov. Generické názvy bývajú základom tzv. *liekopisných názvov*, pod ktorými sú liečivá uvádzané v liekopise (t. j. v zozname všetkých schválených liekov) príslušného štátu. Jednotlivé farmaceutické firmy zavádzajú pre hromadne vyrábané lieky vlastné názvy, ktoré si patentovo chránia (čo zistíte napr. podľa malého ® za názvom lieku). Jedno liečivo sa teda môže vyskytovať vo veľkom množstve liekov rôznych výrobcov. Preto pre orientáciu je najvýhodnejší *názov generický*, ktorý je rovnaký na celom svete. Uvedené názvy môžeme názorne ukázať na dvoch veľmi známych liečivách:

<u>chemický vzorec</u>		
<u>názov generický</u>	kyselina acetylsalicylová	paracetamol, acetaminofén
<u>názov liekopisný</u>	acidum acetylsalicylicum	paracetamolum
<u>názov chemický</u>	kyselina 2-acetyloxybenzoová	N-(4-hydroxyfenyl) acetamid
<u>názov výrobný</u>	Aspirin, Acylpyrín, Aspro	Paralen, Panadol, Medipyrin
<u>ATC klasifikácia</u>	N02BA01	N02BE01

**Na obale lieku sa uvádza:** obchodný názov, účinná látka (generický názov) a pomocné látky, skupinové označenie lieku, označenie výrobcu, aplikácia lieku, balenie a lieková forma. Ďalej (na zadnej alebo bočnej strane obalu) je uvedený spôsob uchovávanía, registračné číslo, čiarový kód, číslo šarže a expirácia (dátum, dokedy je liek možné použiť).

Informácie na obale lieku neposkytujú dostatok údajov pre jeho bezpečné užitie pacientom. Preto je súčasťou každého balenia **príbalový leták (PIL)**, v ktorom sa formou zrozumiteľnou priemernému pacientovi uvádza pre koho je daná informácia určená a ako ju používať. Jednotlivé body PIL uvádzajú:

1. O aký liek ide a na čo sa používa.
2. Čo potrebujete vedieť pred použitím daného lieku (možné kontraindikácie a interakcie).
3. Ako používať daný liek (dávkovanie a spôsob použitia).
4. Možné vedľajšie účinky.
5. Ako liek uchovávať.
6. Obsah balenia a ďalšie informácie.

Pri **registrácii** (povolení na uvedenie lieku na trh) sa komplexne posudzuje a hodnotí **kvalita lieku** (farmaceutickým skúšaním), **bezpečnosť lieku** (toxikologicko-farmakologickým skúšaním) a **účinnosť lieku** (klinickým skúšaním).

**Liekopis** je ucelený súbor predpisov o všetkých dôležitých liečivách uplatňujúcich sa v súčasnej liečebnej starostlivosti. **Slovenský liekopis** vychádza z materiálov **Európskej liekopisnej komisie** a jeho obsah sa prispôsobuje **Európskemu liekopisu**. Obsahuje záväzné normatívy kvality liečiv a liekov, ktoré musia dodržiavať všetci pracovníci, ktorí sa liečivami a liekmi v akejkoľvek podobe zaoberajú. Stanovená kvalita je jednou zo základných záruk bezpečnosti liekov pre pacientov a iných užívateľov. Normatívy uľahčujú voľný obeh liekov v rámci Európy, zaručujú rovnakú kvalitu liečiv a liekov exportovaných a importovaných krajinami Európskej únie. Existuje aj medzinárodný liekopis, vydaný Svetovou zdravotníckou organizáciou (WHO).

Liekopis o každej liečivej látke uvádza nasledujúce údaje (pokiaľ sa dá):

- Latinský názov
- Slovenský názov
- Chemický vzorec (štruktúrny a sumárny), molárna hmotnosť, registračné číslo CAS
- Definícia
- Vlastnosti
- Skúšky totožnosti
- Skúšky na čistotu
- Stanovenie obsahu
- Uchovávanie

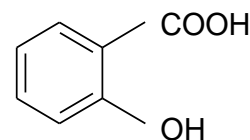
## Zásady uschovávaní a likvidácie liečiv v domácnosti

Všetky lieky sa majú uschovávať v originálnom balení aj s priloženým návodom na použitie. Miesto pre uloženie liečiva musí byť chladné (izbová teplota do 25 °C), suché a tmavé. Lieky musia byť uložené mimo dosahu detí.

Nepoužité, nedoužívané lieky alebo lieky po uplynutí expiračnej doby (doby použiteľnosti) je treba odnieť späť do lekárne, nesmú sa likvidovať doma. Vyhadzovať lieky do komunálneho odpadu alebo do záchodu je zakázané.

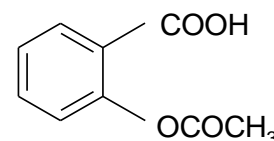
## Vývoj nových liečiv

Už v staroveku boli známe priaznivé účinky niektorých látok; napr. výťažok z vrbovej kôry alebo z imela znižoval horúčku. V 19. storočí sa zistilo, že tento efekt sa dá pripísať kyseline salicylovej (2-hydroxybenzoovej). Táto kyselina je však odporne horká a má nepriaznivý účinok na žalúdok, preto sa jej esterifikáciou s acetanhydridom pripravila *kyselina acetylsalicylová. Aspirin*, ponúknutý na trh firmou BAYER v roku 1898, je tak najdlhšie používaným liekom (patentovaný bol 6. marca 1899). U nás sa predáva pod menom *Acylpyrín*.



kyselina salicylová

Kyselina salicylová má antipyretické (proti horúčke), analgetické (proti bolesti) a protizápalové (antiflogistické) vlastnosti. Kyselina acetylsalicylová má podobné vlastnosti, je však jemnejšia voči žalúdku. Používa sa aj v pufrovanej forme (*Anopyrin*).



kyselina acetylsalicylová

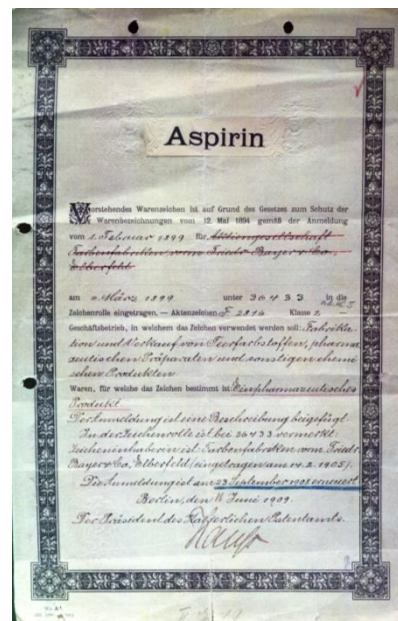
Kyselina acetylsalicylová sa vyrába dvojstupňovou syntézou – v prvom kroku reaguje v alkalickom prostredí fenol s CO<sub>2</sub>. Po okyslení reakčnej zmesi vzniká kyselina salicylová. V druhom kroku jej reakciou s acetanhydridom vzniká konečný produkt.

Keďže doba potrebná na zavedenie nového lieku je 10 – 15 rokov, náklady na jeho vývoj sú veľmi vysoké. Liek sa potom možno ani tak dlho nepoužíva (pretože je nahradený dokonalejším prípravkom). Prípad Aspirínu (pozri <http://www.aspirin.com>), t. j. viac než storočnej kyseliny acetylsalicylovej je výnimočný.



*Listina Cisárskeho patentového úradu z roku 1909 potvrdzujúca zápis Aspirínu 6. marca 1899 (zdroj Bayer A. G.).*

Čím väčšie sú vedomosti o vzájomnom vzťahu medzi štruktúrou látky a jej účinkom, tým cielenejšie sa dajú hľadať nové účinné liečivá. Nový liek by mal byť účinnejší, bezpečnejší a pokiaľ možno aj lacnejší. Nový liek preto často vzniká ako výsledok skúšania aj niekoľko tisíc látok pripravených chemickou syntézou alebo izolovaním z prírodných liečivých rastlín a živočíchov. Preto jednými z prvých v rade vedcov, navrhujúcich syntézu nových liečiv, bývajú dnes kvantoví chemici, ktorí usúdia či a akým spôsobom by sa navrhované látky dali pripraviť.



### Chronológia vývoja lieku

Vývoj nového lieku je interdisciplinárnym výskumom, ktorý zahŕňa nasledovné etapy (v zátvorke je uvedené, ktorú oblasť daná etapa zahŕňa):

- výber choroby,
- stanovenie molekulárneho mechanizmu patológie (medicína, molekulárna biológia),
- výber kľúčovej účinnej biomolekuly (*lead compound* – vedúca zlúčenina),
- identifikácia novej aktívnej štruktúry, resp. zlúčeniny; vysoko výkonný skrining (HTS) (biológia, robotika, počítačová chémia),
- organická syntéza (chémia),
- biologické alebo biofyzikálne testy (biológia),
- farmakokinetické a farmakodynamické štúdie,
- optimalizácia aktivity a iných molekulárných vlastností,
- toxikologické štúdie,
- patentová ochrana + klinické štúdie + syntéza veľkých množstiev + schválenie,
- klinické skúšanie na zdravých a chorých dobrovoľníkoch,
- registrácia liečiva a jeho zavedenie do praxe,
- sledovanie nového liečiva, resp. lieku a jeho hodnotenie.

**Farmakologický skrining** – prehľadávanie syntetizovaných látok a výber štruktúr so žiadaným účinkom, sa dnes vo farmaceutických spoločnostiach vykonáva ako **vysoko výkonný skrining** (*High Throughput Screening*, HTS). HTS automatizuje rýchle testy biologickej alebo biochemickej aktivity veľkého počtu zlúčenín – potenciálnych liečiv. Je užitočným spôsobom objavovania ligandov vhodných ako receptory, enzýmy, iónové kanály alebo iné farmakologické ciele alebo farmakologické profilovanie študovanej bunkovej alebo

biochemickej cesty. Zvyčajne sa HTS testy uskutočňujú na mikrotitračných platničkách upravených pre automatizáciu s 96, 384 alebo 1536 jamkami.

Aktivity predchádzajúce a nasledujúce po HTS zahŕňajú vývoj testov, cheminformatiku (kombinačnú chémiu), syntézu/obstarávanie zlúčenín, kontrolu kvality (QC) zlúčenín (prostredníctvom LC-MS kvapalinovej chromatografie prepojenej s hmotnostnou spektrometriou) a štúdie mechanizmu akcie/profilovania.

## Fázy klinického skúšania

**Prvé podanie liečivej látky človeku.** Liek sa testuje na zdravých dobrovoľníkoch (20 až 100 osôb, trvanie asi 1,5 roka). Zisťuje sa, či sa efekt, ktorý sa pozoroval na zvieratách, dostaví i u človeka. Stanovuje sa vzťah medzi dávkou a účinkom, navrhuje sa dávkovanie a vyhodnocujú sa farmakokinetické parametre. Zisťuje sa predovšetkým to, či je liek bezpečný pre ľudí, ako sa vstrebáva, metabolizuje a následne z tela vylučuje. Sledujú sa aj nebezpečné nežiaduce účinky, zisťuje sa aj to, aká vysoká dávka je pre ľudí bezpečná.

**Úvodná klinická štúdia.** Liek sa podáva malej skupine (100 až 500) pacientov s danou indikáciou. Trvá tiež asi jeden a pol roka. Látka sa prvýkrát aplikuje ako potenciálne liečivo, overujú sa jej farmakologické parametre. Posudzuje sa, aké má liek pozitívne účinky na zlepšenie stavu a tiež jeho možné krátkodobé nežiaduce účinky. Analyzuje sa aj optimálne dávkovanie a forma, v akej forme by bol liek najlepší (tableta, kvapky, sirup a pod.).

**Rozšírená klinická štúdia.** Ide o štúdiu s väčším počtom (5 000 až 10 000) pacientov za presne definovaných podmienok v trvaní približne 2,5 roka. Na veľkej, náhodne vybranej skupine pacientov, sa porovnáva terapeutická účinnosť liečiva so štandardnou terapiou a s placebom. Používa sa metóda dvojitého slepého pokusu (*double blind test*) – ani pacient, ani ošetrojúci lekár nevedia, komu sa podáva skutočný liek a komu placebo.

**Postregistračná štúdia a marketingové hodnotenie nového liečiva.** V priebehu prvých piatich rokov používania sa sleduje účinnosť a bezpečnosť liečiva v širokej terapeutickej praxi. Získavajú sa nové poznatky o účinku, druhu a početnosti nežiaducich účinkov, kontra-indikáciách a interakciách. Na základe týchto poznatkov je možné korigovať dávkovacie schémy. Zriedkavé, ale závažné nežiaduce účinky, ktoré sa neprejavili v klinickom skúšaní, môžu byť dôvodom na stiahnutie lieku z trhu aj po niekoľkých rokoch.

Ročne sa vytvorí len približne 24 nových liekov.

Ako **originálny liek** označujeme hromadne vyrábaný liek, ktorý je patentovo chránený. Obsahuje pôvodné, predtým neznáme liečivo, ktoré má farmaceutická spoločnosť patentované a označené svojím firemným názvom.

Ako **generický liek** sa označuje hromadne vyrábaný liek, vyrábaný po skončení patentovej ochrany liečivej látky iným, ako bol pôvodný výrobca. Patentová ochrana pôvodného liečiva trvá 20 rokov. Táto lehota platí od schválenia patentu, nie od uvedenia nového lieku na trh. Ak výrobcovi dlho trvá schvaľovanie lieku, jeho reálna ochrana sa môže skrátiť aj na menej ako šesť rokov. Za túto dobu sa musia vrátiť všetky náklady spojené

s výskumom, vývojom lieku a jeho uvedením na trh. Podľa definície musia mať generiká rovnakú silu a vlastnosti liekovej formy ako originálny prípravok. Od originálnych prípravkov by sa generiká mali líšiť len podstatne nižšou cenou.

**Kategorizácia liekov** je proces, ktorým sa delia všetky registrované lieky v SR do skupín podľa stupňa ich úhrady zdravotnými poisťovňami. Kategorizované lieky sú roztriedené podľa názvu; hlavnej skupiny, do ktorej patria a účinných látok, ktoré obsahujú; s určením prípadných obmedzení pri ich predpisovaní. Zaradenie liečiva do jednotlivých skupín posudzuje kategorizačná komisia, poradný orgán Ministerstva zdravotníctva SR. Kategorizácia liečiv určuje štandardnú dávku liečiva a maximálnu výšku úhrady zdravotnou poisťovňou za štandardnú dávku liečiva. Kategorizácia liekov sa vykonáva štvrťročne a výsledky sa zverejňujú v Kategorizačnom zozname.

## Placebo a nocebo efekt

**Placebo** je neaktívna látka, podávaná pacientovi vo forme lieku, pričom pacient si myslí, že dostáva skutočný liek. U mnohých pacientov sa skutočne subjektívny stav zlepšuje – čo sa označuje ako **placebo efekt**. Placebo sa využíva aj pri overovaní účinnosti nových liečiv. Liekové štúdie sa pritom robia tak, že ani pacient, ani ošetrojúci lekár nevedia, či pacient dostáva skutočný liek (a v akej dávke) alebo placebo.

Existuje aj opačný, tzv. **nocebo efekt**, keď pacient neverí účinnej látke, je presvedčený, že liečivo je slabé a nepomôže mu. Výsledkom je strata účinku liečiva. Nocebo efektom je aj pacientova obava zo škodlivých vedľajších účinkov lieku, ktorá vyvolá práve taký stav, ktorého sa pacient bál. Takýto efekt na niektorých pacientov má aj informácia o možných nežiaducich účinkoch lieku, ktorú uvádza príbalová informácia lieku.

## Chiralita biologicky aktívnych látok

V podstate takmer všetky biologicky aktívne látky a liečivá sú tvorené zložitými organickými molekulami. Preto neprekvapuje, že mnohé z nich sú opticky aktívnymi látkami, t. j. látkami, otáčajúcimi rovinu polarizovaného svetla. Pripomeňme si, že ide o látky, obsahujúce **chirálny uhlík**, čiže uhlík, na ktorom sú naviazané štyri rôzne funkčné skupiny. Takéto zlúčeniny existujú vo forme dvoch stereoizomérov – **enantiomérov**, ktoré predstavujú navzájom svoj zrkadlový obraz (*enantios* znamená po grécky *opačný* a *chiros* znamená *dlaň*). Jeden z izomérov je „ľavotočivý“, t. j. otáča rovinu polarizovaného svetla doľava a druhý je „pravotočivý“. Označujú sa písmenami L a D (levo /dextro), resp. (–) a (+).

Rôzna biologická účinnosť dvoch enantiomérov jednej látky môže súvisieť s asymetriou receptorov, na ktoré sa dané látky viažu. Z hľadiska fyzikálnych a chemických vlastností ide o rovnaké molekuly. Keď sa takáto látka pripravuje chemickou reakciou, vzniká preto zmes oboch jej enantiomérov. Označuje sa ako **racemická zmes** (a nie je opticky aktívna). Rozdeliť ju na opticky aktívne izoméry preto vôbec nie je jednoduché.

Francúzsky chemik Luis Pasteur pinzetou pod lupou delil kryštáliky synteticky získanej kyseliny vínnej na dva zrkadlovo symetrické izoméry. Príroda si ale dokáže vytvárať iba jeden izomér – príkladom je kyselina vínna, zoškrabaná z vínného kameňa na stenách sudov. Čo sa týka biologicky účinných látok (liečiv), tento účinok má väčšinou iba jeden z izomérov. Pacientom sa môže podávať racemická zmes, pokiaľ je druhý izomér biologicky neaktívny – nemá škodlivé vedľajšie účinky. V opačnom prípade je potrebné oba izoméry oddeliť alebo nájsť metódu na prípravu iba izoméru s liečivými účinkami.

Opticky aktívnymi látkami, ktoré bežne konzumujeme, sú napr. *vitamín C* (kyselina L-askorbová) a *vitamín E* ( $\alpha$ -tokoferol), ktorý sa podáva vo forme racemickej zmesi – pričom fyziologicky účinný je len (+)-izomér. Keby sa predával len jeho účinný izomér, stačili by síce polovičné dávky, len by bol omnoho drahší. *Ibuprofén*, jeden z najpredávanejších liekov proti bolesti a zápalu, sa tiež predáva vo forme racemickej zmesi. Účinný je len jeho (–) izomér. Ale aj neúčinný (+) izomér sa v tele mení na účinnú ľavotočivú formu. Iný derivát kyseliny propiónovej, *naproxén*, sa musí podávať proti bolesti len vo forme účinného enantioméru, pretože ten druhý poškodzuje pečeň.

Výrobcovia mnohých významných liekov (z hľadiska obratu) prechádzajú od racemických zmesí k čistým izomérom. Popri možnosti znížiť predpisované dávky, ako aj možné vedľajšie účinky, ich k tomuto prístupu vedie aj to, že nové lieky podliehajú novej patentovej ochrane (čím sa posúva možnosť zavedenia generík).

## Prehľad skupín liečiv podľa ich účinku

Liečivá sú chemicky veľmi rôznorodé látky a preto je potrebné ich nejako roztriediť. Všetky lieky dostupné na našom trhu sú uvedené na internetových portáloch [www.adcc.sk](http://www.adcc.sk), <http://www.liekinfo.sk/atc-skupiny> alebo [www.zdravie.sk](http://www.zdravie.sk).

Podľa miesta účinku, mechanizmu terapeutického účinku a druhu účinnej látky sú všetky lieky roztriedené do [Anatomicko – Terapeuticko – Chemických skupín](#).

V prvej úrovni sú lieky rozdelené podľa anatomického systému, ktorý ovplyvňujú, do štrnástich ATC skupín (+ Q skupina veterinárnych prípravkov):



---

A – Tráviaci trakt a metabolizmus	L – Antineoplastiká a imunomodulátory
B – Krv a krvotvorné orgány	M – Muskuloskeletárny systém
C – Kardiovaskulárny systém	N – Nervový systém
D – Dermatologiká	P – Antiparazitiká
G – Urogenitálny trakt a pohlavné hormóny	Q – Veterinárne prípravky
H – Systémové hormóny s výnimkou pohlavných hormónov	R – Respiračný systém
J – Antiinfektíva na systémové použitie	S – Zmyslové orgány
	V – Rôzne

---

V druhej úrovni sú liečivá triedené v rámci danej anatomickej klasifikácie podľa mechanizmu terapeutického účinku. Tieto podskupiny sa ďalej delia podľa zloženia účinnej látky.

Napr. v kategórii N – Nervový systém, v skupine N02 – Analgetiká, v podskupine N02B - Ďalšie analgetiká-antipyretiká sa dá nájsť položka N02BA Kyselina salicylová a deriváty a v nej N02BA01 – kyselina acetylsalicylová, v ktorej je takmer 40 položiek.

Pri schválených liekoch sa dá na spomínaných portáloch dostať aj k *príbalovému letáku* (pod skratkou PIL), resp. k *súhrnu charakteristických vlastností* (SPC) daného lieku.

---

Mnohé skupiny liečiv sa označujú podľa toho proti čomu účinkujú, resp. pred čím organizmus chráni. Viete určiť, načo sa používajú nasledujúce skupiny liečiv?

---

anaboliká	antiepileptiká	antimykotiká
analgetiká	antifibrinolytiká	antikoagulanciá
anestetiká	antiflogistiká	antiparkinsoniká
antacidá	antihelmintiká	antipsychotiká
antiadrenergiká	antihistaminiká	antipyretiká
antiarytmiká	antihypertenzíva	antiseptiká
antiastmatiká	anticholínergiká	antitussiká
antibiotiká	antiinfektíva	antiulceróza
antidepresíva	antimalariká	antivirotiká
antiemetiká	antimetabolity	anxiolitiká

---

## Nesteroidné protizápalové liečivá NSAID

Kyselina acetylsalicylová má veľmi dobré *analgetické* (proti bolesti), *antipyretické* (proti horúčke) a vo vyšších dávkach aj protizápalové (*antiflogistické*) účinky. Pre túto skupinu liečiv sa už aj u nás začalo používať medzinárodné označenie NSAID – *nonsteroidal antiinflammatory drugs* – *nesteroidné protizápalové liečivá*. Toto označenie ich odlišuje od účinnejších steroidných protizápalových liečiv ako kortizón alebo prednison (t. j. hormonálnych prípravkov).

Ako NSAID sa dnes používajú najmä štyri typy zlúčenín: deriváty kyseliny acetylsalicylovej, deriváty kyseliny propiónovej (*ibuprofén* a ďalšie), deriváty kyseliny fenyloctovej (*diklofenak*) a oxikamy. Osobitnú skupinu tvoria koxiby.

NSAID patria v ATC číselníku do skupiny **M01A** (*Muskoskeletárny systém – antiflogistiká a antireumatiká – nesteroidné antiflogistiká a antireumatiká*); ibuprofén je M01AE01 (prvý z derivátov kyseliny propiónovej). Deriváty kyseliny acetylsalicylovej (a tiež paracetamol) patria do skupiny **N02** (nervový systém – analgetiká).

Tieto liečivá zmierňujú bolesť a znižujú zápal inhibíciou tvorby prostaglandínov, zlúčenín, ktoré sa zapájajú do posielania správ o bolesti do mozgu. Neliečia teda to, čo spôsobuje bolesť, len zabíjajú „spravodajcu“. Ide teda o *symptomtické liečivá*. Zápal je spôsobený nadprodukciou derivátov prostaglandínu; inhibícia ich syntézy znižuje zápalový proces. Prostaglandíny účinkujú aj na krvné doštičky, obličky a výstelku žalúdka. Potlačenie týchto funkcií môže pri dlhodobom užívaní viesť k vedľajším účinkom – krvácaniu a bolesti žalúdka. Antikoagulačné vlastnosti týchto liečiv môžu byť nebezpečné pri liečbe zápalu kĺbov (artritída). Súčasne sú tieto vlastnosti dobré z hľadiska prevencie pred infarktom (z dôvodu upchatia ciev) a množstvo ľudí preventívne užíva malé dávky acylpyrínu. (Treba ich však prestať užívať najneskôr týždeň pred prípadnou operáciou). Nové výskumy jeho farmakologických vlastností naznačujú, že preventívne užívanie prispieva aj k ochrane pred rakovinou hrubého čreva.

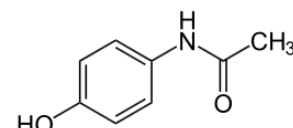
Horúčka je vyvolaná pyrogénmi, látkami vytváranými a uvoľňovanými leukocytmi a inými cirkulujúcimi bunkami. Pyrogény využívajú prostaglandíny ako sekundárne mediátory, horúčka sa preto dá znížiť inhibítormi prostaglandínov. Naše telo sa snaží bojovať s infekciou zvýšením teploty. Zápal je teda fyziologickou obrannou reakciou organizmu. Malé zvýšenie teploty (pod 39 °C) je najlepšie neliečiť. Vyššie teploty môžu spôsobovať poškodenie mozgu a preto si vyžadujú okamžité ošetrovanie. Zápal je tiež potrebné liečiť, ak trvá príliš dlho, je bolestivý, hrozí nekróza alebo prechádza do chronickej formy, ako reumatoidná artritída, osteoartróza (nevratné poškodenie kĺbov, obmedzenie pohyblivosti).

### Ako pracujú nesteroidné protizápalové liečivá?

Prostaglandíny sa v tele tvoria zo zložky bunkovej membrány – *kyseliny arachidónovej*. Túto premenu katalyzujú enzýmy *cyklooxygenázy*. Dva typy cyklooxygenáz predstavujú COX1 (v žalúdku a obličkách, kde sa prejavujú vedľajšie účinky NSAID) a COX2 (v zapálených

tkanivách). Pôvodné liečivá (acylpyrín a deriváty kyseliny propiónovej) inhibujú obe cyklooxygenázy – čím poskytujú úľavu od bolesti a zápalu, ale súčasne majú nežiaduce vedľajšie účinky. Nové typy prednostne inhibujú len COX2. Na trh boli uvedené tri COX2 inhibítory (s tvrdením, že majú menej postranných účinkov), dva z nich boli z trhu rýchlo stiahnuté, keďže viedli k zvýšenému riziku porážky a infarktu. V súčasnosti zostal len *celecoxib*, ktorý ale obsahuje výrazné varovanie pred uvedenými vedľajšími účinkami.

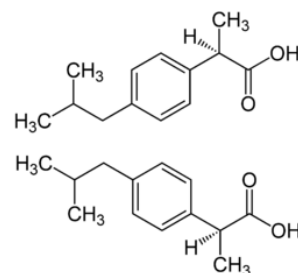
*N*-(4-hydroxyfenyl)acetamid  $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{NHCOCH}_3$  (*paracetamol*, *acetaminofén*, presný názov *N*-(4-hydroxyfenyl)etánamid), ktorý je najpoužívanejším analgetikom, inhibuje tretí typ enzýmu COX3. Paracetamol neškodí ľuďom s náchylnosťou na krvácanie, zmierňuje bolesť a znižuje teplotu, nemá protizápalové účinky a antikoagulačné vlastnosti. Nepatrí preto medzi NSAID, len medzi analgetiká a antipyretiká. Používa sa často na zmiernenie bolesti po menších chirurgických zákrokoch. Vhodný je aj pre deti.



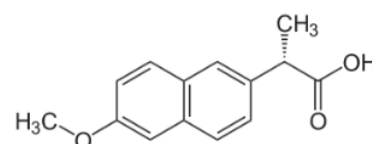
Keďže ide o voľnopredajný liek, treba si dávať pozor pretože pri akútnom predávkovaní (10 až 15 g) dochádza k vyčerpaniu zásob glutatiónu v pečeni, k poškodeniu pečene buniek a k zlyhaniu pečene s následkom smrti. Otravy pečene paracetamolom (Panadol, Paralen, Medipyrin) patria k najčastejším otravám na Slovensku.

Spomedzi *derivátov kyseliny fenylctovej* je najpoužívanejším *diklofenak* (Diclobene, Voltaren). Je najmä dobrým analgetikom. *Indometacín* je jeden z najsilnejších inhibítorov COX, má ale veľa nežiaducich účinkov, preto sa používa len krátkodobo pri akútnych stavoch špecifických ochorení (napr. zápal žíl). *Aceklofenak* sa používa na liečbu ochorení s akútnym zápalom a bolesťou (bolesti chrbta, kĺbov, zubov, menštruačné bolesti) ako aj chronických kĺbových ochorení.

Najpoužívanejším zo všetkých NSAID je *ibuprofén*, patriaci medzi už spomínané *deriváty kyseliny propiónovej*  $\text{R}-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$  (ibuprofén, ketoprofén, naproxén). Pre *ibuprofén* (Ibalgín, Brufen, Nurofen, MIG-400) je  $\text{R} = (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{C}_6\text{H}_4-$ . Jeho presný názov teda je (*RS*)-2-(4-(2-metylpropyl)fenyl)propánová kyselina (ako sme už uviedli, ide o racemickú zmes dvoch enantiomérov).



*Ibuprofén* má dobré antipyretické vlastnosti. *Naproxén* ( $\text{R} = \text{CH}_3\text{OC}_{10}\text{H}_6-$ ) má výrazné protizápalové účinky a tiež účinkuje oveľa dlhšie, takže ho stačí podávať raz denne.



Ďalšou skupinou NSAID sú *oxikamy*, ktoré stačí tiež podávať iba raz denne (čo je dobre, pretože dráždia žalúdok). Najmenej nežiaducich účinkov má *meloxicam*, iným používaným je *lornoxicam*.

Mnohé predávané lieky proti bolesti sú tvorené z viacerých liečiv nesteroidných, paracetamolu, kofeínu a iných (u nás napr. *acylkoffin* a iné). Pre príležitostné použitie sa acylpyrín stále považuje za najlacnejší, najbezpečnejší a najúčinnnejší liek.

## Chémia a bežné prechladnutie

Prechladnutie je spôsobené okolo 200 vírusmi a žiadne antibiotiká alebo iné liečivá neposkytujú účinnú liečbu. Väčšina prípravkov ovplyvňuje len príznaky. Patria medzi ne antihistaminiká, lieky proti kašľu a na vykašliavanie, na uľahčenie dýchania a nosné kvapky.

**Antihistaminiká** potláčajú symptómy alergických reakcií. Keď sa alergén viaže na povrch niektorých buniek, vyvoláva uvoľnenie histamínu, ktorý spôsobuje červenanie, zdurenie a svrbenie. Antihistaminiká inhibujú uvoľňovanie histamínu; mnohé voľnopredajové pôsobia aj na mozog a znižujú pozornosť a uspávajú. Lieky na lekárske predpis (napr. Zyrtec, Claritin) takto neúčinkujú.

**Lieky na potlačenie kašľa (antitussiká)**. Kodeín je alkaloid obsiahnutý v ópiu, v pečeni sa metabolizuje na morfín. Dextrometorfán je syntetickým alkaloidom bez vedľajších účinkov kodeínu. Nekodeínovým antitussikom je butamirát (obsahujú ho lieky *Intussin*, *Stoptussin*, *Sinecod*). Ďalším antihistaminikom je difenylhydramín. Nie vždy je ale potrebné kašeľ potláčať.

**Lieky na vykašliavanie (expektoranciá)** majú uľahčiť dýchanie, ktoré sťažuje hlien, usadený na sliznici dýchacích ciest. Podľa mechanizmu účinku sa delia na tri typy, ktorých účinky sa však vzájomne dopĺňajú a prelínajú.

Prvým typom sú **sekretolytiká**, ktoré zvyšujú tvorbu riedkeho sekrétu a znižujú viskozitu hlienu. Liek *Ipecarin* obsahuje *emetín* v kombinácii s kodeínom a efedrínom. Medzi sekretolytiká patria aj *saponíny*, rastlinné glykozidy (napr. z prvosenky jarnej). Ide o povrchovoaktívne látky (tenzidy); ich lipofilnou zložkou je steroid a hydrofilnou sacharid. Tretím druhom sekretolytík sú *slizy* – súčasť rastlinných drog skorocelu, ibišu lekárskeho, tymiánu alebo divozelu, ktoré sa používajú vo forme čajov. Tvoria koloidné roztoky, ktoré chránia sliznicu pred podráždením.

Druhým typom expektorancií sú **sekretomotoriká**, ktoré uľahčujú transport hlienu a jeho vykašliavanie. Používajú sa nato éterické oleje a rastlinné silice (tymián, materina dúška, fenikel, aníz), ktoré sa z rastlín získavajú destiláciou s vodnou parou a používajú sa aj v kozmetike v potravinárskom priemysle. Sekretomotorické účinky v dýchacích cestách majú aj KI, CHBr<sub>3</sub> a NH<sub>4</sub>Cl.

Tretím typom sú **mukolytiká**, ktoré zriedujú sekrét sliznice a uľahčujú jeho vykašliavanie. Asi najznámejšími sú *bromhexín* a *ambroxol*.

**Nosné kvapky** sa odporúčajú len na príležitostné použitie, nie dlhodobé. Ide o deriváty efedrínu a fenylefedrínu a ich soli.

**Čo robiť pri bežnom prechladnutí?** Piť veľké množstvo tekutín a odpočívať. Zvýšiť príjem vitamínu C. Dobré je byť otužilým a často si umývať ruky.



## Antacidá

Zvýšená tvorba žalúdočnej kyseliny (kyseliny chlorovodíkovej), ktorá sa prejavuje ako „pálenie záhy“ môže byť vyvolaná nestriednosťou alebo emocionálnym stresom. Nadbytok HCl je možné neutralizovať sódou bikarbónou (hydrogénuhličitanom sodným) alebo uhličitanom vápenatým. Takéto *reaktívne antacidá* sa nemajú používať dlhodobo. Antacidá obsahujúce sodík sa neodporúčajú ľuďom s vysokým krvným tlakom.  $\text{CaCO}_3$  po pár hodinách od použitia vedie k zvýšeniu vylučovania kyseliny.

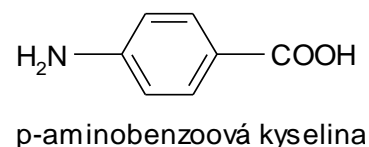
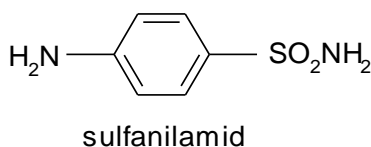
*Adsorpčné* a *koloidné antacidá* sú nerozpustné vo vode. Adsorbujú ióny  $\text{H}^+$  alebo vytvárajú vrstvu gélu, ktorý chráni sliznicu žalúdka. Obsahujú koloidný hydroxid hlinitý, hlinitan horečnatý, fosforečnan hlinitý, hydroxid horečnatý, oxid horečnatý, oxid hlinitý alebo kremičitan horečnatý. Horečnaté soli vo veľkých dávkach pôsobia laxatívne (ako preháňadlo), užívanie hlinitých zlúčenín môže viesť k zápche (obstipačný účinok). Mnohé antacidá obsahujú preto zmes látok, čím kompenzujú ich nežiaduce vedľajšie účinky.

## Antibakteriálne liečivá

Antibakteriálne liečivá vyvinuté za posledných 70 rokov prispeli k tomu, že infekčné choroby už nie sú najčastejšími príčinami úmrtí, ako to bolo dovtedy. To sa však môže zmeniť: <http://veda.sme.sk/c/6305930/antibiotika-na-bakterie-nestacia.html>

## Sulfónamidy

Boli objavené v roku 1935 nemeckým chemikom Gerhardom Domagkom (1895 – 1964). *Sulfanilamid*  $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$  bol jedným z prvých liečiv, ktorých účinok bol pochopený na molekulovej úrovni. Jeho účinok je založený na pomýlenej identite. Baktérie potrebujú p-aminobenzoovú kyselinu na tvorbu kyseliny listovej, ktorá je nevyhnutná na tvorbu určitých zlúčenín, ktoré baktérie potrebujú na svoj rast. Bakteriálne enzýmy nerozoznajú rozdiel medzi sulfanilamidom a touto kyselinou, pretože tieto látky majú takú podobnú štruktúru.



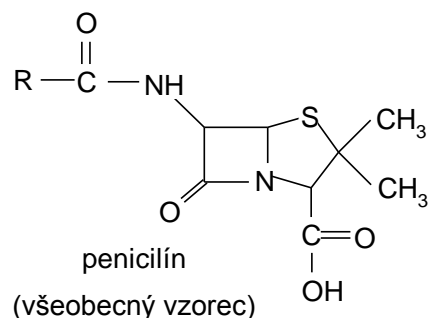
Ak sa pri infekcii podáva sulfanilamid vo veľkom množstve, baktérie ho zabudujú do molekúl pseudo-listovej kyseliny, ktoré potom správne nereagujú a baktérie prestanú rásť. Vyvinuté a otestované boli tisíce derivátov sulfónamidov; už sa používa len niekoľko z nich. Pri nesprávnom dávkovaní si baktérie dokážu vybudovať trvalú rezistenciu voči sulfónamidom.

Neskôr sa zistilo, že sulfónamidy znižujú koncentráciu cukru v krvi. Preto sa v súčasnosti používajú niektoré deriváty sulfónamidov ako účinné perorálne antidiabetiká.

## Antibiotiká

Antibiotiká sú rozpustné látky (získané z plesní alebo baktérií), ktoré inhibujú rast iných mikroorganizmov. Penicilín bol objavený v roku 1928 (Alexander Fleming, 1885 – 1968), používa sa ale až od roku 1941. K jeho vývoju prispeli aj Howard Florey a Ernst Boris Chain, všetci traja dostali Nobelovu cenu v roku 1945.

*Penicilín* nie je jedna zlúčenina, ale skupina prírodných zlúčenín. Prípravou zlúčenín s odlišnou štruktúrou vedia chemici meniť vlastnosti liečiva. Penicilíny takto pripravené majú rozdielnu účinnosť. Niektoré sa podávajú injekčne, iné orálne. Baktérie rezistentné voči určitému penicilínu môžu byť zabité iným.



Penicilín inhibuje enzýmy, ktoré používajú baktérie pri stavbe svojej bunkovej steny. Penicilín takto spôsobuje diery v bunkovej stene baktérií, čím baktérie napučia a pknú. Bunky vyšších živočíchov majú iné membrány a preto ich penicilín nenapadá.

Antibiotiká výrazne znížili počet úmrtí na otravy krvi, zápal pľúc a iné infekčné choroby. Problémom sa stáva rezistentnosť baktérií na antibiotiká. Toto sa týka nielen penicilínov, ale aj *cefalosporínov*, *tetracyklínov* (širokospektrálne antibiotiká) a *fluorochinolónov*. Fluorochinolóny boli zavedené až v roku 1986. Sú aktívne voči širokému spektru baktérií s pomerne málo vedľajšími účinkami. Sú užitočné pri baktériách rezistentných na penicilín. Majú iný mechanizmus účinku ako penicilín – inhibujú replikáciu bakteriálnej DNA.

<http://primar.sme.sk/c/6662573/prehnana-hygiena-imunite-neprospieva.html>

<http://ekonomika.sme.sk/c/7682392/mcdonalds-cr-a-sr-monitoruje-pouzitie-antibiotik-u-svojich-dodavatelov-kurciat.html?ref=trz>

## Vírusy a antivírusové liečivá

Vírusy pozostávajú z nukleových kyselín a bielkovín. Majú vonkajší plášť tvorený z proteínových molekúl (niektoré majú lipidovú alebo glykoproteínovú membránu). Genetickým materiálom vírusu je DNA alebo RNA. Podľa toho sa delia na DNA vírusy a RNA vírusy. DNA vírus vnikne do hostiteľskej bunky, kde sa replikuje DNA a nariadi hostiteľskej bunke tvorbu vírusových proteínov. Vírusové proteíny a vírusová DNA sa poskladajú do nových vírusov, ktoré potom hostiteľská bunka uvoľní. Podobne účinkujú aj RNA vírusy. RNA retrovírusy (medzi ktoré patrí aj HIV) syntetizujú DNA. Tento proces je opačný ako transkripcia DNA do RNA, ktorá v bunkách normálne prebieha. HIV napadá a ničí biele krvinky, ktoré normálne chránia telo pred infekciou.

Vedci navrhli veľké množstvo liečiv, ktoré sú účinné voči určitým vírusom. Žiadne ale neliečia. Skôr, než sa dali navrhnuť lieky na liečenie abnormálnej situácie, spôsobenej inváziou vírusov, bolo nevyhnutné spoznať normálnu biochémiu buniek. Vedci určili tvary receptorov v bunkovej membráne a pochopili, ako pracujú normálne bunky. Až potom sa dali

navrhnuť lieky, ktoré blokujú receptory napadnutých buniek. Dnes sa takéto molekuly, pasujúce na receptory buniek navrhujú na počítačoch.

V súčasnosti používané *virostatiká* inhibujú

- naviazanie vírusov na cytoplazmatickú membránu (špecifické protilátky),
- prienik membránou a uvoľnenie nukleovej kyseliny (amantadín),
- tvorbu vírusovej nukleovej kyseliny (antagonisti nukleozidov),
- tvorbu časti vírusov, zostavenie vírusových častíc, uvoľnenie z bunky (interferóny).

Vírusové infekcie sa nedajú liečiť antibiotikami. Bežné vírusové ochorenia, ako prechladnutie a chrípka, sa liečia symptomaticky. Niektoré ako AIDS (získaný syndróm imunitnej nedostatočnosti) sa stále nepodarilo vyliečiť. Pred niektorými vírusovými infekciami (ako detská obrna (poliomyelitída), mumps, osýpky a kiahne) sa dá chrániť očkovaním. Vakcíny proti chrípke sú účinné voči opakujúcim sa kmeňom chrípkových vírusov, ale stále sa objavujú nové kmene.

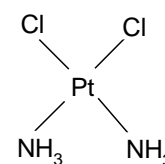
V súčasnosti sa v Afrike opäť rozšírila ebola, vírusové ochorenie, ktoré u väčšiny nakazených vedie k úmrtiu. Vírus eboly by pri dodržiavaní hygienických noriem a bezpečnostných opatrení nemal viesť k epidémii, pretože je známe, že sa neprenáša vzduchom, vodou ani jedlom. Ebolou sa dá nakaziť len priamym dotykom s krvou alebo telesnými tekutinami nakazenej osoby alebo zvieratá alebo s kontaminovanými predmetmi.

V poslednej dobe sa aj na Slovensku prejavuje aj ďalší problém – odpor časti verejnosti voči očkovaniu spôsobuje, že percento zaočkovaných detí pokleslo pod bezpečnú hranicu (za ktorú sa považuje 95 %).

## Chemikálie proti rakovine

Primárnym cieľom výskumu *chemoterapie* rakoviny je nájsť spôsob, ako zabiť rakovinové tkanivo bez zabitia normálnych buniek.

*Antimetabolity* sú zlúčeniny inhibujúce syntézu nukleových kyselín, pretože rýchlo sa množiace rakovinové bunky potrebujú veľa DNA. Široko používaným liečivom je *cisplatina*  $\text{Cl}_2\text{Pt}(\text{NH}_3)_2$ , (*SP-4-2*)-diamín dichlór platina(II), ktorá sa viaže na DNA a blokuje jej replikáciu. Ďalšími metabolitmi sú 5-fluór uracil a 6-merkaptopurín. Metotrexát je svojou štruktúrou podobný kyseline listovej a funguje podobne ako sulfanilamid.



*Alkylačné činidlá* sú veľmi reaktívne zlúčeniny, ktoré prenášajú alkylové skupiny na zlúčeniny, ktoré sú biologicky významné. Tieto cudzie alkylové skupiny potom blokujú normálnu funkciu biologických molekúl. Ich predchodcom boli pľuzgierotvorné bojové chemické látky ako horčičný plyn (*Yperit*) dichlóretyltioéter  $\text{Cl}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Cl}$ . Dusíkovými analógmi sú chlórované amíny  $(\text{R}-\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Cl})_2)$ ; ukázalo sa, že sú účinné voči určitým typom dovtedy neliečiteľnej rakoviny kože.

Podľa najnovších výskumov bunky na svoje delenie potrebujú deutérium. Rakovinové bunky pri svojom rýchlom delení sú citlivé na nedostatok deutéria. Výskumy potvrdili, že so znížením obsahu deutéria sa nádorové bunky veľmi zle vyrovnávajú a v konečnom dôsledku po odňatí deutéria uhynú. <http://primar.sme.sk/c/6678288/rakovinove-bunky-bez-deuteria-nepreziju.html#ixzz3SVLrwXtS>

## Hormóny: regulátory

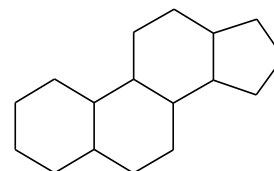
*Hormón* je chemický „spravodajca“ tvorený v žľazách s vnútorným vylučovaním. Hormóny, uvoľňované v jednej časti tela, posielajú signály pre významné fyziologické zmeny v iných častiach tela. Urýchľovaním alebo spomaľovaním reakcií hormóny regulujú rast, metabolizmus, reprodukciu a mnoho ďalších funkcií tela a mysle.

*Prostaglandíny* sú príbuzné hormónom, líšia sa však tým, že účinkujú v blízkosti miesta, kde sa tvoria a rýchlo sa metabolizujú. Líšia sa tiež tým, že prostaglandíny môžu mať rôzne účinky v rôznych tkanivách. Naše telá si syntetizujú prostaglandíny z arachidónovej kyseliny, mastnej kyseliny s 20 atómami uhlíka. Existuje šesť primárnych prostaglandínov; identifikovaných bolo mnoho ďalších. V extrémne malých dávkach vyvolávajú značné zmeny.

Prostaglandíny účinkujú ako mediátory hormónov. Regulujú také veci, ako aktivita hladkého svalstva, tok krvi a vylučovanie rôznych látok. Tento rozsah fyziologických aktivít viedol k syntéze stoviek prostaglandínov a ich analógov. Prostaglandín E<sub>1</sub> sa používal na liečenie erektylnej disfunkcie. Keďže sa musel aplikovať injekčne, neskôr ho nahradila Viagra. Iné prostaglandíny sa používajú klinicky na znižovanie alebo zvyšovanie krvného tlaku, inhibíciu vylučovania žalúdočných štiav, na uvoľňovanie nosa pri nádche, na zmiernenie astmy a predchádzanie tvorby krvných zrazenín, súvisiacich s infarktom alebo porážkou. Prostaglandín F<sub>2</sub> sa používa v chove dobytka. Krave s vynikajúcimi vlastnosťami sa podáva hormón a PGF<sub>2</sub>, čím sa vyvolá uvoľnenie veľkého množstva vajíčok. Tieto vajíčka sú oplodnené spermiami vynikajúceho býka a vzniknuté embryá sa implantujú menej hodnotným kravám. Tento postup umožňuje chovateľovi získať z jednej kravy v jednom roku viacero teliat.

## Steroidy

Steroidy majú štvorkruhový skelet pozostávajúci zo 17 atómov uhlíka, usporiadaných do troch šesťčlenných a jedného päťčlenného cyklu. Hojne sa vyskytujú v živých organizmoch; nie všetky sú hormónmi.



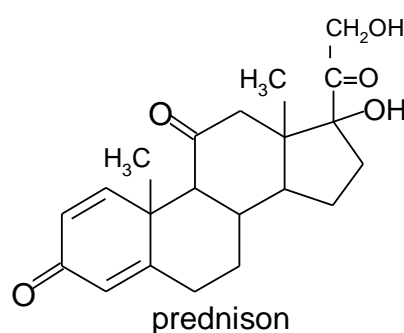
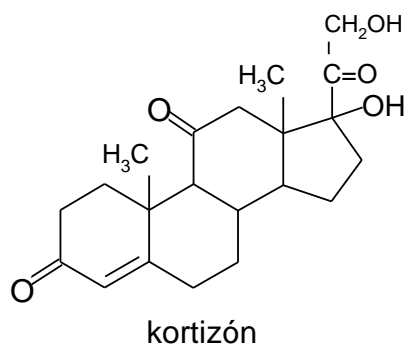
skelet steroidu

(cyklopentánperhydrofenantrénu)

Nejde o planárne molekuly, ale o trojrozmerné štruktúry s rozličným počtom dvojitých väzieb a rozličným počtom substituentov (väčšinou –CH<sub>3</sub>, =O alebo –OH). Aj malá zmena štruktúry sa významne prejavuje v zmene fyziologických vlastností.

*Cholesterol* je bežnou zložkou živočíšnych tkanív. Asi 10 % mozgu tvorí cholesterol – je dôležitou časťou membrán nervových buniek.

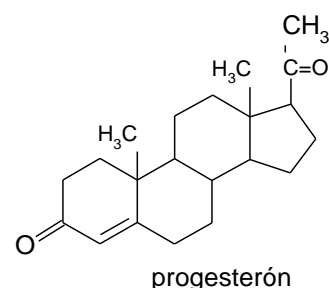
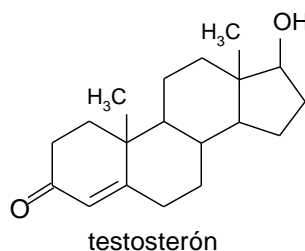
Iným zaujímavým hormónom je **kortizón**. Aplikuje sa lokálne alebo injekčne a pôsobí protizápalovo. Kedysi sa široko používal pri liečbe artritídy, neskôr ho nahradila veľmi podobná zlúčenina **prednison**, ktorý je účinný v oveľa menších dávkach a má menej vedľajších účinkov. Existuje veľké množstvo liekov, prírodných i syntetických, založených na steroidoch. Patria medzi ne aj anabolické steroidy, ktoré sú ilegálne zneužívané atlétmi na zlepšenie vzhľadu a sily. Niektoré steroidy sú protizápalovými liečivami používanými pri liečbe artritídy, bronchiálnej astmy, dermatitídy a očných infekcií. Steroidy sú aj pohlavné hormóny, používané v antikoncepčných tabletkách. Pri výskume sóje boli náhodne (*serendipity*) objavené steroidné liečivá zo sójových bôbov.



**Anabolické steroidy** (testosterón a niektoré jeho polosyntetické deriváty) využívajú atléti na zväčšenie svalovej hmoty, keďže pomáhajú v budovaní (anabolizme) telových proteínov. Zakázané boli najmä pre veľké množstvo nepriaznivých vedľajších účinkov (od atropie pohlavných orgánov a impotencie, cez akné, poškodenie obličiek, edémy, zvýšenú hladinu cholesterolu, rast prsníkov až po rakovinu obličiek). Anabolické steroidy pôsobia ako mužské hormóny (androgény) a u žien potom vyvolávajú plešatenie, zvýšené ochlpenie, zhrubnutie hlasu a nepravidelnosti v menštruácii.

## Pohlavné hormóny

Svojou štruktúrou sú príbuzné cholesterolu, kortizónu a prednisonu a mužské sú len málo odlišné od ženských. Ženský progesterón sa jednoduchou biochemickou reakciou dá zmeniť na mužský testosterón.



Mužské pohlavné hormóny sa nazývajú **androgény**. Sú vylučované v semenníkoch. Nepretržitú tvorbu spermií a androgénov zabezpečujú hormóny mozgovej žľazy. Sú zodpovedné za rozvoj pohlavných orgánov a druhotných pohlavných znakov, ako hlas a ochlpenie. Najdôležitejším mužským pohlavným hormónom je **testosterón**.

Existujú dve dôležité skupiny ženských pohlavných hormónov. **Estrogény** sú tvorené najmä vo vaječníkoch. Riadia ženské pohlavné funkcie ako menštruačný cyklus, rast prsníkov

a iné sekundárne pohlavné znaky. Dva významné estrogény sú estradiol a estrón. Ďalším ženským pohlavným hormónom je *progesterón*, ktorý pripravuje maternicu na ťarchavosť a bráni ďalšiemu uvoľneniu vajíčka z vaječníkov počas ťarchavosti. Pre tvorbu vajíčok, estrogénov a progesterónu sú potrebné hormóny mozgovej žľazy.

Pohlavné hormóny (prírodné i syntetické) sa niekedy používajú v liečbe, najmä po nástupe menopauzy. Takáto hormonálna terapia prináša však aj riziko vedľajších účinkov (napr. rakovina prsníka).

## Chémia a sociálna revolúcia: antikoncepčná tabletká

Injekčne podávaný progesterón je účinným liekom proti počatiu: oklame telo, ktoré pracuje ako keby už bolo v druhom stave.

Antikoncepčná tabletká musela byť podávaná orálne, nie injekčne a musela mať rovnaký alebo lepší účinok ako progesterón, aby postačovali menšie dávky. Účinné steroidy mali skupiny  $\text{CH}_3\text{--CO--}$  a  $\text{--H}$  nahradené skupinami  $\text{HC}\equiv\text{C--}$  a  $\text{--OH}$  (aby mohli byť podávané orálne) a na svojom skelete mali len jednu  $\text{CH}_3$  skupinu.

## Lieky na srdce

Kardiovaskulárne ochorenia zodpovedajú za veľké množstvo úmrtí. Medzi hlavné choroby srdca a ciev patria ischemická choroba koronárnej artérie (nedostatok kyslíka), srdcová arytmia, hypertenzia (vysoký krvný tlak) a zlyhanie srdca. Arterioskleróza (nánosy tuku v artériách) je primárnou príčinou choroby koronárnej artérie, ktorá spôsobuje infarkt myokardu (srdcový infarkt). Väčšina liekov na srdce sa teda snaží zlepšiť zásobovanie srdca krvou (a teda kyslíkom), normalizovať rytmus, znižovať krvný tlak a predchádzať akumulácii nánosov lipidov v krvných cestách.

## Znižovanie tlaku krvi

Hypertenzia (tlak nad 140/90) je najčastejšou kardiovaskulárnou chorobou. Keďže nemá charakteristické príznaky, mnohí ľudia o tom, že ňou trpia, ani nevedia. Dlhodobá hypertenzia urýchľuje vývoj kardiovaskulárnych ochorení, zvyšuje riziko mozgového krvácania a porážky, ako aj ischemickej choroby srdca a infarktu myokardu, poškodenie obličiek a poruchy videnia.

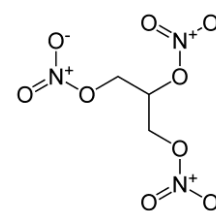
Medzi štyri najčastejšie *antihypertenzíva* – lieky pre znižovanie tlaku krvi, patria *diuretiká* (zvyšujúce vylučovanie vody a tak znižujúce objem krvi), *beta-blokátory* (spomaľujúce tep a znižujúce silu úderov srdca), *blokátory kalciových kanálov* (účinné *vasodilatanciá*, uvoľňujúce svaly okolo krvných ciev) a *inhibítory ACE* (enzýmu konvertujúceho angiotenzín). Medzi beta-blokátory patrí propranolol. Ukazuje sa, že diuretiká (najstaršie, najjednoduchšie a najlacnejšie lieky na zníženie tlaku) sú pri väčšine pacientov súčasne najefektívnejšie.

## Normalizácia srdcového rytmu

Na liečbu srdcových arytmií sa používajú *antiarytmiká*, liečivá upravujúce priepustnosť bunkových membrán pre ióny  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ . Veľmi dôležité je správne dávkovanie, pretože vyššie dávky môžu byť smrteľné. Digitalis z rastlín sa používal už v starom Egypte a Ríme a používa sa stále. Ide o zmes glykozidov.

## Liečba choroby koronárnej artérie

Symptómom choroby koronárnej artérie je bolesť v hrudi nazývaná *angina pectoris*. Spôsobovaná je srdcom, ktoré dostáva menej kyslíka než potrebuje, zvyčajne v dôsledku čiastočného blokovania koronárnej artérie nánosom kameňa obsahujúceho lipidy (arterioskleróza). Pri úplnom zablokovaní dochádza k infarktu srdca a odumretiu časti srdcového svalu. Liečba zvyčajne spočíva v rozšírení krvných ciest a spomalení činnosti srdca (znížení nároku na kyslík). Niektoré z používaných liekov sú rovnaké ako lieky na zníženie krvného tlaku (beta-blokátory). Na liečbu angíny pectoris sa dlhodobo využívajú organické nitrozlučieniny (*amylnitrit* 3-methyl-1-nitrozooxybután  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{ONO}$  a *nitroglycerín* propán-1,2,3-triyl trinitrát). Tieto zlúčeniny uvoľňujú NO, ktorý uvoľňuje stiahnuté cievy, ktoré obmedzujú dodávku krvi.



nitroglycerín

Jednoduchá molekula oxidu dusnatého NO funguje v organizme ako „spravodajská molekula“ prenášajúca signály medzi bunkami. NO je nevyhnutný na udržanie krvného tlaku a utváranie dlhodobej pamäte. Pomáha tiež pri imunitnej odpovedi ľudského tela na inváziu mikroorganizmov a zmierňuje relaxačnú fázu sťahov tenkého čreva pri trávení potravy. Za objav fyziologických účinkov NO bola v roku 1998 udelená Nobelova cena (t. j. cena vynálezcu dynamitu, ktorého hlavnou zložkou je nitroglycerín). NO tiež rozširuje krvné cievy čím umožňuje dostatočný prítok krvi do penisu na erekciu. Výskum tejto roly NO viedol k vývoju tabletky proti impotencii – Viagry. Jeden z fyziologických účinkov Viagry spočíva v tvorbe malých množstiev NO v krvi.

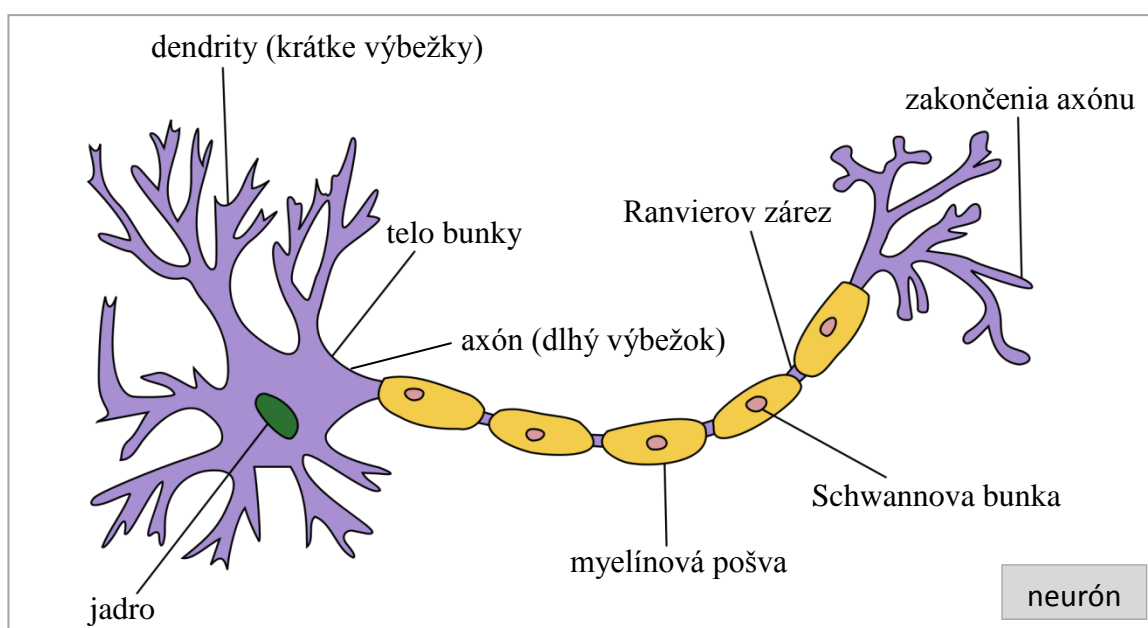
## Lieky a myseľ

Ľudskú myseľ ovplyvňujú *psychotropné liečivá*. Medzi najstaršie z nich patria alkohol, marihuana, ópium, kokaín a iné látky rastlinného pôvodu.

Psychotropiká sa delia na tri triedy: *Stimulanty* (kokaín, amfetamíny) zvyšujú pozornosť a zrýchľujú mentálne procesy; *depresanty* – u nás skôr známe ako *sedatíva* (alkohol, anestetiká, opiáty, barbituráty a slabšie tranquilizéry) znižujú úroveň vedomia a intenzitu reakcií na okolité stimuly. Vo všeobecnosti depresanty tlmia emocionálne reakcie. *Halucinogény* (LSD, marihuana) menia spôsob, ktorým pociťujeme veci.

## Chémia nervovej sústavy

Nervová sústava pozostáva z 12 miliárd *neurónov* (nervových buniek s  $10^{13}$  spojeniami medzi nimi. Mozog pracuje s výkonom na výstupe asi 25 W a má kapacitu spracovať asi 10 triliónov bitov informácií. Nervové bunky majú veľké množstvo tvarov a veľkostí. Každá bunka má telo bunky s jadrom, axóny a dendrity. Signály sa z orgánov do centrálnej nervovej sústavy prenášajú z bunky do bunky cez malé, kvapalinou naplnené, zakončenia nazývané *synapsy*. Ak elektrický signál z mozgu dôjde na koniec axónu, do synapsy sa uvoľňujú špeciálne zlúčeniny *neurotransmitery* (niekde sa nazývajú aj *mediátory*). Receptory nasledujúcej nervovej bunky viažu neurotransmitery, čo spôsobí v tejto bunke zmeny. Po krátkom čase sa neurotransmitery z receptora uvoľnia a pomocou látok, zvaných prenášače (*transportéry*), sa odvedú späť do predsynaptickej bunky.



Existuje okolo 100 neurotransmitterov, každý z nich má špecifickú funkciu. Správy sa prenášajú do ďalších nervových buniek, do svalov a žliaz s vnútorným vylučovaním. Neurotransmitery sú uskladnené v predsynaptickej časti axónu, odkiaľ sa pri podráždení za pomoci iónov  $\text{Ca}^{2+}$  uvoľňujú do synaptickej štrbiny. V nej difundujú k membráne druhej bunky, kde sa viažu na príslušné receptory.

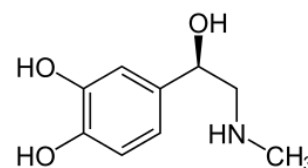
Každý neurotransmitter pasuje na jedno alebo viac receptorových miest v receptorovej bunke. Mnohé liečivá (a niektoré jedy) fungujú tak, že napodobňujú účinok neurotransmitterov. Iné blokujú receptory a bránia tak neurotransmitterom v činnosti. Neurotransmitery sú amíny – a amíny sú aj niektoré liečivá, ktoré ovplyvňujú chémiu nášho mozgu. Mnohé ďalšie sú peptidy.

Medzi neurotransmitery patria: acetylcholín, adrenalín, dopamín, noradrenalín, serotonin, histamín, glutamát, glycín, kyselina  $\gamma$ -aminomaslová, adenosíntrifosfát, opioidy, prostaglandíny, NO.



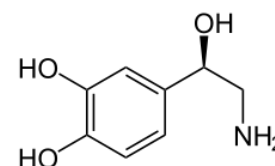
## Mozgové amíny: depresia a mánia

Naše dobré a zlé nálady (vyvolané rôznymi príčinami) súvisia s mnohými chemikáliami v mozgu. **Adrenalín** (známy aj ako *epinefrín*) je tvorený v nadobličkách a niektorých bunkách centrálnej nervovej sústavy (CNS). Adrenalín sa uvoľňuje v nadobličkách, keď sa daný človek bojí, alebo je v strese. Jeho malé množstvo zvýši krvný tlak, čím sa telo pripravuje na súboj alebo na útek. Keďže bežné konvencie človeku takéto správanie neumožňujú, môže to viesť k frustrácii.



## Biochemická teória duševných porúch

Biochemické teórie duševných porúch zahŕňajú mozgové amíny, medzi ktoré patrí aj **noradrenalín** (NA; aj *norepinefrín*) adrenalínu podobný neurotransmitter, tvorený v mozgu. Pri jeho zvýšenej tvorbe NA spôsobuje vybudenie až hyperaktivitu, vo veľkom nadbytku až mániu. Nedostatok NA môže spôsobovať depresiu.



Ďalším mozgovým amínom je **serotonín**; tiež je to neurotransmitter. Serotonín sa uplatňuje v spánku, pri senzorickej vnímaní, pocite pohody a regulácii telesnej teploty. Metabolit serotonínu, kyselina 5-hydroxyindolactová sa často nájde v nezvyčajne malých množstvách v spinálnej kvapaline samovrahov. Z toho vyplýva, že nenormálny metabolizmus serotonínu hrá rolu v depresii. Nedávne výskumy naznačujú, že znížený tok serotonínu cez synapsy v čelnom laloku mozgu spôsobuje depresiu.

## Agonisti a antagonisti mozgových amínov v medicíne

**NA agonisti** (liečivá, ktoré zvyšujú alebo napodobňujú účinok NA) sú stimulanty. **NA antagonisti** (liečivá, ktoré blokujú účinok NA) spomaľujú rôzne procesy. Liečivá nazývané **beta blokátory** znižujú stimulujúci účinok epinefrínu a NA na rôzne druhy buniek. Propranolol sa používa na liečbu srdcovej arytmie, angíny a hypertenzie malým zmenšením sily úderov srdca. Nanešťastie spôsobuje aj letargiu a depresiu.

Agonisti serotonínu sa používajú pri liečbe depresie, úzkosti a obsesívno-kompulzívnej poruchy. Antagonisti serotonínu sa používajú pri liečbe migrény a na zmenšenie nevoľnosti spojenej s chemoterapiou pri liečbe rakoviny.

## Mozgové amíny a diéta: cítite, čo jete

Zistilo sa, že potrava vplyva na množstvo serotonínu v tele: diéta, bohatá na sacharidy vedie k zvýšenej hladine serotonínu; na druhej strane vysoká hladina proteínov znižuje koncentráciu serotonínu. Aj hladinu NA pravdepodobne ovplyvňuje strava cez obsah tyrozínu. **Tyrozín** je semiesenciálna aminokyselina, ktorú obsahujú napr. sója, sardinky, fazuľa, králik, losos, treska, sliepačie mäso, ovos, pšenica, ryža. Tyrozín je aj prekurzorom dopamínu.

## Anestetiká

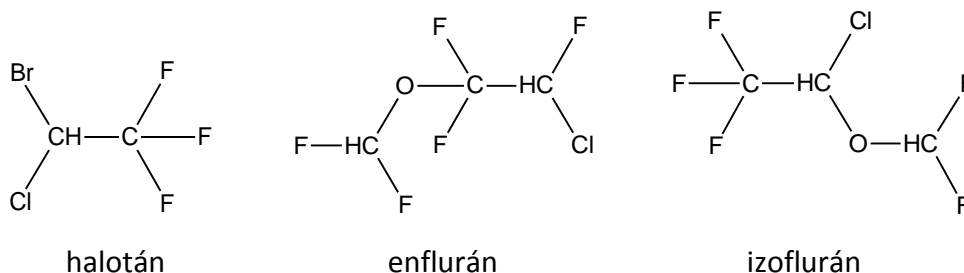
### Celkové anestetiká

Anestetiká sú úplné depresanty. *Celkové anestetikum* účinkuje na mozog tak, že vedie k bezvedomiu spolu so všeobecnou necitlivosťou voči bolesti. Prvým celkovým anestetikom bol *dietyléter*  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ . Prvú éterovú anestéziu predviedol v USA zubný lekár William Morton 16. októbra 1846. Vychovanie éteru spôsobuje útlm centrálnej nervovej sústavy. Éter je pomerne bezpečný, pretože je pomerne veľký rozdiel medzi dávkou spôsobujúcou anestéziu a letálnou dávkou. Jeho nevýhodou je vysoká horľavosť a nepríjemný vedľajší účinok – nevoľnosť.

*Oxid dusný*  $\text{N}_2\text{O}$  (*rajský plyn*, v angličtine *laughing gas*) účinkuje rýchlo, je však pomerne málo účinný, preto sa musí podávať vo vysokej koncentrácii (nad 50 %) zmiešaný s kyslíkom (v zmesi so vzduchom by bolo tak málo kyslíka, že by to mohlo viesť k poškodeniu mozgu). Rajský plyn v zmesi s kyslíkom sa stále využíva. A môžeme sa s ním stretnúť aj doma – je nosným plynom v šľahačkových fľašiach. Spájajú sa s ním aj prvé verejné populárno-náučné predstavenia anglického chemika Humphry Davyho, učiteľa Michaela Faradaya pred vyše 200 rokmi.

*Chloroform*  $\text{CHCl}_3$  sa stal populárny po tom, ako kráľovná Viktória porodila svoje ôsme dieťa pod narkózou z chloroformu. Je účinným anestetikom, má ale vážne nedostatky, najmä v tom, že účinná dávka je blízko letálnej dávky. Poškodzuje obličky. Musí sa skladovať bez prístupu kyslíka, aby nemohlo dôjsť k jeho premene na jedovatý fosgén. Už sa nepoužíva.

Medzi moderné *inhalačné anestetiká* patria halogénované (najmä fluórované) uhľovodíky alebo étery ako *halotán*, *enflurán* a *izoflurán*. Sú nehorľavé a pre pacienta pomerne bezpečné.



Moderná chirurgia využíva rôzne látky. Pacient je väčšinou utlmený tranquilizérom (liekom tlmiacim strach, napr. diazepamom). Na rýchle vyvolanie bezvedomia sa potom podáva vnútrožilové anestetikum ako tiopental. Inhalačné anestetikum potom zabezpečuje necitlivosť voči bolesti a udržanie pacienta v bezvedomí. Relaxant ako kurare spôsobuje hlboké uvoľnenie, takže potom postačuje len ľahká anestézia, čo chráni pred rizikami hlbokkej anestézie.

Anestetiká účinkujú tak, že obsadzujú špecifické receptory v bunkovej membráne. Zdá sa, že sa tiež rozpúšťajú v tukopodobných membránach nervových buniek, čím menia priepustnosť pre sodíkové ióny a tak znižujú vodivosť neurónov.

## Lokálne anestetiká

Lokálne anestetikum urobí časť tela necitlivou na bolesť. Blokuje vodivosť nervov znížením priechodnosti membrán nervových buniek pre sodné ióny. Pacient pri lokálnych chirurgických alebo zubárskych zákrokoch zostáva pri vedomí.

Prvým úspešne použitým lokálnym anestetikom bol *kokaín* (izolovaný z listov koky). Kokaín je aj účinným stimulantom (a patrí medzi návykové drogy).

Ako lokálne anestetiká sa používajú určité *estery p-aminobenzoovej kyseliny* PABA. Etyl- a butylestery sa používajú na zmiernenie bolesti z popálenín a otvorených rán. Aplikujú sa ako masti, zvyčajne vo forme pikrátových solí.

Silnejšie anestetické účinky má skupina derivátov s druhým dusíkovým atómom v alkylovej skupine esteru. Najznámejším z nich je *prokaín* (*novokaín*), syntetizovaný v roku 1905. Prokaín sa môže podávať injekčne ako lokálne anestetikum alebo do miechy na umŕtvenie celej spodnej časti tela.

Medzi v súčasnosti podávané lokálne anestetiká patria *lidokaín*, *nepivakaín*, alebo *bupivakaín*. Nie sú síce derivátmi PABA, na niektoré jej deriváty sa podobajú svojou štruktúrou. Sú veľmi účinné a len málo toxické v porovnaní s kokaínom a prokaínom.

## Disociatívne anestetiká

*Ketamín*, vnútrožilové anestetikum, sa označuje ako disociatívne anestetikum, pretože disociuje vnímanie človeka z jeho vnemov. Vyvoláva halucinácie podobné pocitom ľudí v stave blízko smrti (pozorovanie svojich záchrancov zvrchu miestnosti alebo pohyb v tmavom tuneli smerom k jasnému svetlu). Ketamín bol pôvodne navrhnutý ako ľudské anestetikum. Stále sa používa ako celkové anestetikum u detí, u ľudí so zlým zdravotným stavom a vo veterinárnom lekárstve. *Fencyklidín* (PCP) s podobnou štruktúrou je zakázanou návykovou drogou známou ako *anjelský prášok*.

Ak sa ketamín viaže na receptory v tele, dá sa predpokladať, že ľudské telo si tiež vytvára látky, ktoré sa viažu na tieto receptory a v tele sa vytvárajú len v extrémnych situáciách, napr. v blízkosti smrti.

## Sedatíva (depresanty, tlmiace liečivá)

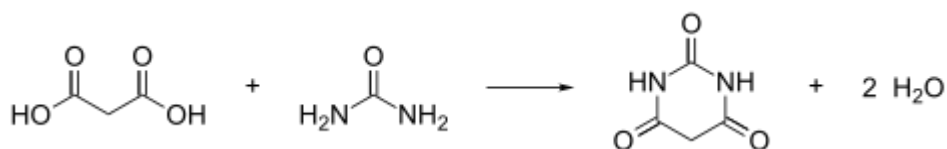
### Alkohol

Alkohol (etanol) je zďaleka najpoužívanejšou a najzneužívanéjšou drogou na svete. Bol asi prvou syntetickou chemikáliou pripravenou ľuďmi (fermentáciou ovocia). I keď sa ľudia cítia po pohárikú alkoholu stimulovaní, alkohol je v skutočnosti sedatívum a anxyolitikum. Znižuje fyzickú aj duševnú aktivitu. Výskumné štúdie ukázali, že pravidelné striedme pitie alkoholu (1 – 2 poháriky denne) predlžuje život. Toto je pravdepodobne výsledkom uvoľňujúceho účinku alkoholu. Alkoholici si však život skracujú v dôsledku iných poškodení nadmernou

konzumáciou alkoholu. Alkoholizmus predstavuje celosvetovo vážny zdravotný, sociálny i ekonomický problém.

## Barbituráty

Barbituráty sú derivátmi kyseliny barbiturovej. Názov dostali spojením mena Barbara a urea (močovina). Kyselina barbiturová bola prvýkrát syntetizovaná v roku 1864 z močoviny a kyseliny malonovej:  $\text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)_2 + (\text{HOOC})_2\text{CH}_2 \rightarrow \text{O}=\text{C}(\text{NHCO})_2\text{CH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$



Barbituráty sú cyklické amidy. Barbiturátový kruh je podobný *tymínu*, jednej z báz nukleových kyselín. Barbituráty teda môžu účinkovať tak, že nahrádzajú tymín v nukleových kyselinách pri syntéze bielkovín.

Barbituráty sú obzvlášť nebezpečné keď sa berú súčasne s alkoholom, pretože ich účinok sa mnohonásobne (až 200 násobne) zvyšuje. Ide o tzv. *synergický efekt*. Môže pôsobiť aj pri iných liekoch a treba si nato dávať pozor. Barbituráty sú veľmi návykové, ich užívanie vedie k závislosti a k tolerancii a potrebe zvyšovať dávky. Vedľajšie účinky barbiturátov sú podobné ako u alkoholu. Odvykanie je veľmi kruté, horšie ako pri heroíne.

Z tisícov zosyntetizovaných barbiturátov sa v medicíne používa len niekoľko. *Pentobarbital* sa používa ako krátko účinkujúce hypnotikum. *Fenobarbital* je dlhodobo účinkujúce liečivo, má hypnotické účinky, dá sa použiť ako sedatívum. Predpisuje sa epileptikom a ľuďom s poškodeným mozgom. *Tiopental* sa od pentobarbitalu líši len zámenou kyslíka v CO skupine za síru; používa sa ako anestetikum.

Barbituráty sa kedysi široko využívali v malých dávkach ( $\approx 1$  mg) ako sedatíva, vo väčších dávkach ( $\approx 100$  mg) v tabletkách na spanie. Sú pomerne toxické, smrteľná dávka je už okolo 1500 mg. Dnes ich nahradili iné látky, najmä *anxyolytiká*.

## Narkotiká

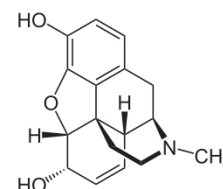
Narkotiká sú látky, spôsobujúce narkózu (celkovú anestéziu) a zmiernenie bolesti (analgéziu). Takýto účinok majú mnohé látky; ako narkotiká sa označujú látky, ktoré sú súčasne návykové.

### Ópium a morfium

*Ópium* je vysušená gumovitá šťava z nezrelých makovíc. Je zmesou okolo 20 alkaloidov, cukrov, kaučukov, voskov a vody. Hlavný alkaloid *morfium*, tvorí asi 10 % hmotnosti surového ópia. Ópium bolo v 19. storočí súčasťou mnohých liekov, napr. sirupov proti kašľu.

*Morfium* bolo izolované v roku 1805. Používalo sa v Amerike v občianskej vojne (Juh proti Severu), kde sa vyše 100 000 vojakov stalo závislými. Dnes sa predpisuje len pri silných

bolestiach. Vyvoláva letargiu, ospalosť, sklamanie, eufóriu, chronickú zápchu a útlm dýchacej sústavy.



### Kodeín a heroín

Malé zmeny v molekule morfia vedú k iným fyziologickým vlastnostiam. Nahradením fenolickej OH skupiny metoxyskupinou OCH<sub>3</sub> sa získa kodeín. *Kodeín* je súčasťou ópia, v ktorom je ho 0,7 – 2,5 %, zvyčajne sa ale pripravuje synteticky metyláciou morfia, ktorého je tam viac. Kodeín sa svojimi fyziologickými vlastnosťami podobá morfiu, je ale menej účinný, má menšiu tendenciu vyvolávať ospalosť a predpokladá sa, že je menej návykový. Používa sa aj proti miernej bolesti a na utíšenie kašľa.

Premenou oboch OH skupín molekuly morfia na octanové estery sa získa heroín. *Heroín* sa začal široko využívať proti kašľu, čoskoro sa však zistilo, že vyvoláva návyk rýchlejšie a že závislosť na heroíne sa lieči oveľa ťažšie.

Fyziologický účinok heroínu je podobný ako u morfia. Heroín je menej polárny ako morfium a preto rýchlejšie preniká do tukových tkanív mozgu a zdá sa, že vyvoláva silnejší pocit eufórie ako morfium. Používanie heroínu je zakázané s výnimkou potlačenia bolesti v posledných štádiách rakoviny.



Závislosť má pravdepodobne tri zložky. Emocionálnu závislosť, fyzickú závislosť a toleranciu. Psychická závislosť je evidentná v nekontrolovateľnej túžbe po droge. Fyzická závislosť sa prejavuje akútnymi symptómami odvykania, ako kŕče. Tolerancia sa prejavuje potrebou zvyšovania dávok pre zabezpečenie rovnakého účinku.

### Syntetické narkotiká

Morfium účinkuje tak, že sa viaže na receptory v mozgu. Molekula, ktorá účinkuje podobne, sa nazýva agonist. Antagonist morfia inhibuje jeho účinok blokovaním receptorov. Dá sa preto využiť pri liečbe predávkovania opiátmi.

Na vývoj liečiva, ktoré by bolo rovnako účinné ako morfium, ale nevyvolávalo by závislosť, sa vynaložilo veľké výskumné úsilie (a pripravených bolo veľké množstvo látok). Jedným z najlepších syntetických narkotík je *meperidín* (*Demerol*), iným metadon. Oba (ako aj väčšina ostatných) sú však návykové.

### Prírodné opiáty

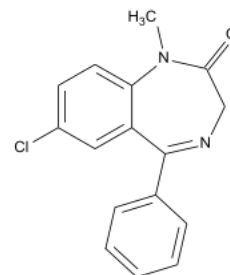
Kedže sa morfium (ako rastlinný produkt) viaže na špecifické receptory v mozgu, usúdilo sa, že pre tieto receptory musia existovať aj látky, ktoré si vytvára samo ľudské telo. Čoskoro boli takéto morfiu podobné látky objavené; nazvali sa *endorfíny* (endogénne morfíny). Ide o peptidové reťazce aminokyselín.

Zdá sa, že endorfíny sú vylučované ako odpoveď na bolesť hlboko v tele. Našli sa dôkazy, že akupunktúra anestetizuje stimuláciou uvoľňovania mozgových „opiátov“. Dlhé ihly stimulujú hlboko uložené senzorké nervy, ktoré spôsobia uvoľnenie peptidov ktoré potom blokujú signály bolesti.

Uvoľňovaním endorfínov sa tiež vysvetľuje iný jav, ktorý sa kedysi považoval najmä za psychologický. Vojak, ranený v boji, nepocituje žiadnu bolesť pokým sa daný súboj neskončí. Jeho telo si dovedy vylučuje vlastné látky proti bolesti.

## Anxiolytiká (lieky proti úzkosti)

Jednou skupinou liečiv proti úzkosti sú *benzodiazepíny*, zlúčeniny ktoré obsahujú sedemčlenný heterocyklický reťazec (s dvoma atómami dusíka). Najznámejším je asi *diazepam* (v USA známy ako *Várium*). Po podaní anxiolytík sa ľudia cítia lepšie jednoducho preto, že ich urobia necitlivými, neriešia však problémy vedúce k úzkosti.



Niektoré benzodiazepíny sa tiež používajú proti nespavosti; pomôžu síce zaspáť, ale takýmto spánkom si človek neodpočinie a tieto lieky teda neliečia nespavosť. Navyše sa zistilo, že podávanie benzodiazepínov tiež vedie k závislosti.

Najpoužívanejším prostriedkom na upokojenie je alkohol.

## Antipsychotiká (neuroleptiká)

Rastlina *Rauwolfia serpentina* sa po stáročia používala v indickej medicíne. Začiatkom 50. rokov 20. storočia sa z nej izoloval alkaloid *rezerpín*, ktorý sa čoskoro stal takým používaným sedatívom, že v psychiatrii nahradil elektrošoky u 90 % pacientov.

## Fenotiazíny

V rovnakom období sa začal používať na upokojenie aj *chlórpromazín* a zistilo sa, že je veľmi účinný pri schizofrénii. Chlórpromazín je príkladom fenotiazínov, zlúčenín s podobnou štruktúrou, ktoré sú antagonistami dopamínu a blokujú jeho postsynaptické receptory. Dopamín je neurotransmitterom dôležitým pre kontrolu jemnej motoriky, pri pamäti a emóciách a pri excitovaní buniek mozgu. Podľa niektorých vedcov schizofrenici tvoria priveľa dopamínu, podľa iných majú príliš veľa dopamínových receptorov. Tak či tak, blokovanie činnosti dopamínu zmierňuje príznaky schizofrénie.

Neuroleptiká boli jedným z triumfov chemického výskumu, pretože významne znížili množstvo pacientov, dovedy odsúdených na pobyt v psychiatrických liečebniach.

## Stimulanty

Patria medzi ne najmä syntetické amíny príbuzné  $\beta$ -fenyletylamínu  $C_6H_4CH_2CH_2NH_2$ , látky svojou štruktúrou podobné epinefrínu a norepinefrínu, ktorých účinok pravdepodobne tkvie v napodobňovaní prírodných mozgových amínov.

*Amfetamíny* sa určitú dobu široko využívali, neskôr sa stali súčasťou obchodu s drogami. Majú veľa škodlivých vedľajších účinkov. Patria medzi ne stále veľmi populárne drogy *pervitín* a *extáza*.

*Kokaín* sa získava z listov kríka koka, rastúceho na východných svahoch Ánd. Je účinným stimulantom, najprv sa používal ako lokálne anestetikum. Rýchlo sa vstrebáva (nosom alebo pri fajčení), bráni v mozgu reabsorpcii dopamínu po jeho uvoľnení nervovými bunkami. Tým sa veľké množstvá dopamínu stávajú dostupnými pre mozgové centrá radosti. Účinok je pomerne krátky a nasleduje depresia.

*Crack* je najnebezpečnejšia forma kokaínu. Jej základom je kokaín, prevarený s práškom do pečiva (sódou bikarbónou). Crack sa vyrába tak, že sa kokaín „seká“ (rozciera) s jedlou sódou a vodou. Tak vznikajú rôzne veľké kúsky kryštálov tzv. „rocks“, ktoré sa fajčia. Crack je oveľa nebezpečnejší ako kokaín, pretože ho telo absorbuje oveľa rýchlejšie a väčšinou už prvá dávka vedie k závislosti. Crack po vyfajčení účinkuje len niekoľko minút, počas ktorých človek pociťuje eufóriu, je aktívny, odvážny. Po štvrthodine opojnosť zmizne, prichádzajú abstinenčné príznaky. Fajčiari cracku ich opisujú ako nepredstaviteľne strašné, pri ktorých túžia už len po smrti. Veľa závislých má práve preto samovražedné úmysly.

*Kofeín* je miernym stimulantom prítomným v káve, čaji (a rôznych nealkoholických nápojoch). Účinnú dávku predstavuje asi 200 mg, čo sú asi dve šálky silnej kávy alebo čaju. Kofeín sa podáva aj ako liek pre zvýšenie pozornosti a proti driemaniu.

*Nikotín* je ďalším bežným stimulantom. Je návykový a je veľmi jedovatý (používa sa aj ako insekticíd).

## Nootropiká

Nootropiká sú liečivá, ktoré zlepšujú psychické funkcie – zvyšujú schopnosť koncentrácie a priaznivo pôsobia pri stavoch vyčerpania. Vyžadujú dlhodobé podávanie a majú minimum nežiaducich účinkov.

Keďže nootropiká sa vyznačujú pozitívnym vplyvom na kognitívne funkcie, pomerne často ich zvyknú vyhľadávať študenti, ktorí sa tak snažia podporiť predovšetkým pamäť a zlepšiť výsledky v škole, napríklad počas ťažkých skúškových období.

Viacere kategórie nootropík sa medzi sebou líšia mechanizmom pôsobenia. Ich hlavné účinky by sa dali zhrnúť do nasledujúcich troch bodov:

- zlepšenie krvného toku v mozgu, čím dochádza k navýšeniu množstva kyslíka a ATP prístupného pre neuróny,
- doplnenie acetylcholínu, teda jedného z najdôležitejších neurotransmiterov, ktorý ovplyvňuje sústredenie, plánovanie alebo aj nervosvalové prepojenie,
- zlepšené prepojenie medzi jednotlivými časťami mozgu (pamäť, reč, motorika, atď.) a medzi jeho hemisférami.

Nootropiká sa predpisujú predovšetkým pri poruchách prekrvenia mozgového tkaniva. Ide o poruchy pamäti, reči alebo hybnosti vyvolané nedostatočným prekrvením mozgu, o krátkodobé príhody nedokrvenia mozgu alebo stavy po rôznych poruchách mozgového prekrvenia, o aterosklerózu mozgových ciev. Majú kladný vplyv na využitie kyslíka a glukózy mozgovými bunkami. Po ich podaní sa dokázali priaznivé zmeny látkovej výmeny mozgového tkaniva, čo sa prejavuje zlepšenou koncentráciou, pamäťou a duševnou výkonnosťou. Priaznivým ovplyvnením reologických vlastností (tekutosti) krvi a mikrocirkulácie (vlásočnicového krvného obehu) *piracetam* zlepšuje prekrvenie mozgu.

V očnom lekárstve sa používajú pri poruchách ciev sietnice pri cukrovke, vysokom krvnom tlaku, uzávere sietnicovej cievy alebo pri krčoch sietnicových ciev, tiež pri zelenom zákale, pokiaľ ho spôsobil uzáver cievy. V ušnom a nosovom lekárstve sa používajú pri poruchách sluchu, závratoch a tinite, pokiaľ sú vyvolané nedostatočným prekrvením.

## Psychodysleptiká (halucinogény)

Ide o látky, ktoré kvalitatívne menia spôsob vnímania. Jednou z najúčinnjších látok je *LSD* (*dietylamid kyseliny lysergovej*), Kyselina lysergová sa získava z námeľu na raži. LSD je mimoriadne účinný, postačujú dávkou 10 – 100 µg.

*Konope*, popri použití ako textilné vlákno, bolo známe oddávna ako liečivo najmä v Indii a tiež ako droga v kmeňových rituáloch.

*Marihuana* označuje prípravky z listov, kvetov, semien a malých stoniek konope, ktoré sa zvyčajne vysušia a fajčia. Obsahuje veľké množstvo látok, hlavnou účinnou zložkou je *tetrahydrokanabinol* (THC a jemu príbuzné látky). Ich koncentrácia je v jednotlivých odrodách rôzna. Fajčenie konope zrýchľuje pulz, mení vnímanie času a oslabuje niektoré zložitejšie motorické funkcie. Ďalšími možnými účinkami sú euforické pocity, pocity úzkosti, zvýšená chuť do jedla a klamlivý pocit nádhery. Nie je preukázané, že by užívanie marihuany viedlo k užívaniu ťažších drog (v tomto je ďaleko horší alkohol). Sú určité náznaky, že dlhodobé užívanie marihuany môže viesť k poškodeniu mozgu. Dlhodobí užívatelia marihuany sú často leniví, pasívni a mentálne spomalení, ťažko sa však dá dokázať, že príčinou je marihuana – tieto účinky sú stále miernejšie ako účinky nadmernej konzumácie alkoholu.

Pri fajčení marihuany kanabinoidy rýchlo prechádzajú z pľúc do krvného obehu a tým do mozgu, kde sa spájajú s príslušnými receptormi v nervových bunkách. Niektoré oblasti mozgu majú takýchto receptorov veľa, iné málo alebo žiadne. Časti mozgu, ovplyvňujúce radosť, pamäť, myslenie, koncentráciu, hodnotenie, vnímanie zmyslov a času, sú na tieto receptory bohaté (na rozdiel napr. od miechy). THC v mozgu funguje podobne ako jedlo a nápoje; ako všetky drogy vyvoláva eufóriu stimuláciou uvoľňovania dopamínu.

Marihuana sa používa aj na lekárske účely. Znižuje očný tlak ľuďom so zeleným zákalom (glaukómom), ktorý inak vedie k oslepnutiu. Zmenšuje tiež nevoľnosť pacientov chorých na rakovinu vyvolanú radiačnou terapiou a chemoterapiou.



## Problémy s drogami a liečivami

Návykové drogy predstavujú problém nielen pre ich užívateľov, sú najmä celospoločenským problémom, súvisiacim najmä s nelegálnym obchodom. Spájajú sa s nimi obrovské nezdanené príjmy, kriminalita, zdravotné a sociálne problémy narkomanov a spoločnosti. Veľkým zdravotným problémom je neexistujúca kontrola zloženia ponúkaných drog. Neznáme zloženie vedie často k úmrtiu z predávkovania.

Niektorí politici navrhujú legalizáciu všetkých drog (nielen marihuany) – porovnávajú súčasnosť s obdobím prohibície v USA. K marihuane:

<http://www.econoir.sk/2010/04/05/legalizacia-drogy-marihuana/>  
<http://www.econoir.sk/2010/04/05/legalizacia-drogy-marihuana/>

<http://veda.sme.sk/c/5620067/alkohol-skodi-viac-ako-heroin-a-kokain.html> [1. 11. 2010]

Aj v súvislosti s liekmi sa objavujú mnohé problémy. Farmaceutický výskum je jedným z finančne najnáročnejších. Spotrebitelia minú za lieky obrovské sumy peňazí. O obsah ich peňaženiek (či už priamo alebo cez zdravotné poistenie) súťažia aj originálne a generické lieky. Opakovane sa objavujú konšpiračné teórie hovoriace o tom, že farmaceutické firmy bránia informovaniu o nových objavoch, ktoré by pomohli ľudstvu zbaviť rôznych chorôb, čo by viedlo k zníženiu zisku týchto spoločností.

Na záver kapitoly o liečivách si ešte pripomenieme, že pri liečbe by sme sa mali zveriť len do rúk odborníkov – vyštudovaných lekárov a nie samozvaných „liečiteľov“, ktorých terapia sa odvoláva na rôzne nadprirodzené javy – a tiež, že lieky bez obsahu liečiva neliečia.

**Alternatívna medicína** je súbor metód, ktoré vedecká medicína všeobecne nepoužíva, pretože:

1. princípy metód alternatívnej medicíny odporujú vedeckým poznatkom,
2. ich účinnosť nebola dokázaná štandardným vedeckým postupom a
3. účinok má byť sprostredkovaný duchovnými alebo neznámymi silami.
4. Alternatívna medicína sa sama definuje ako medicína odlišná od vedeckej medicíny, pretože vychádza z inej, holistickej paradigmy a
5. prípadná účinnosť metód alternatívnej medicíny sa dá vysvetliť pôsobením prirodzených obranných síl alebo placebo efektom.

Podrobnosti nájdete v knihe: HEŘT, J. *Alternativní medicína a léčitelství : Kritický pohled*. Chomutov 2010, ktorá sa dá stiahnuť z portálu [www.sysifos.cz](http://www.sysifos.cz).

**Homeopatia** je systém alternatívnej liečby, založený na stimulovaní vlastnej regulačnej schopnosti organizmu. Homeopatiká sa pripravujú odstupňovaným zriedňovaním roztoku základnej látky „za súčasného niekoľkonásobného pretrepávania v smere gravitácie“. Podľa homeopatov sa zriedňovaním zbavujú „chemickej“ toxicity pri zachovaní, resp. zvýšení „informácie“. Výsledný prípravok obsahuje minimálne (až nulové) koncentrácie liečiv, ktoré

vo veľkých dávkach vyvolávajú efekt podobný tomu, aký má liečená choroba. Výraz je odvodený od gréckych slov: *homeo* (podobný) a *pathos* (trpiaci). Za otca homeopatie je považovaný nemecký lekár Samuel Hahnemann (1755-1843), ktorý bol vraj inšpirovaný poznatkom, že *podobné lieči*. Kôra chinínovníka obsahuje chinín, ktorý pomáha pri liečbe malárie, ale zároveň spôsobuje horúčku. Obhajcovia homeopatie sú presvedčení, že zmesi obsahujúce jedinú molekulu účinnej látky na milión molekúl rozpúšťadla dokážu stimulovať „liečiaci mechanizmus tela“. Stupeň zriedenia je taký veľký, že množstvo účinnej látky je pod limitom detekcie, v prípravku sa teda s veľkou pravdepodobnosťou nevyskytuje žiadna molekula účinnej látky. Účinnosť metódy, ani jej princípov, nebola vedecky dokázaná. Aj najnovšie veľké štúdie prišli k záveru, že homeopatické prípravky v testoch nevykazujú vyššiu efektivitu ako placebo. Homeopatia sa preto považuje za pseudovedu. Napriek tomu trh s homeopatikami stále prekvitá.

### Kontrolné otázky

V akých formách sa aplikujú lieky?

Aká je funkcia pomocných látok v liekoch?

Akými spôsobmi môžeme pomenovať liek (a jeho liečivú látku)?

Spomeňte najdôležitejšie fázy pri vývoji nového lieku.

Aké fázy zahŕňa klinické skúšanie nového liečiva?

Čo sa označuje ako placebo?

Aké lieky sa označujú ako generiká?

Prečo sú vo farmakológii dôležité opticky aktívne látky?

Podľa akých kritérií sa lieky triedia do anatomicko-terapeuticko-chemických (ATC) skupín?

Čo označuje skratka NSAID?

Aké vedľajšie škodlivé účinky má acylpyrín?

Aká látka je účinnou zložkou acylpyrínu?

Aká je výhoda paracetamolu oproti acylpyrínu?

Čo hrozí pri predávkovaní paracetamolom?

Akým mechanizmom fungujú nesteroidné protizápalové liečivá?

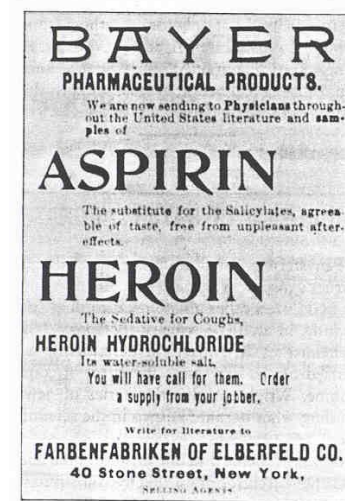
Čo odporúčate pri prechladnutí (ako sa správať a čo užívať)?

Aké liečivá sa používajú na znižovanie teploty?

Aké látky sú antihistaminiká (ako účinkujú)?

Aké látky sa používajú pri nadmernej tvorbe žalúdočnej kyseliny?

Aké sú vedľajšie účinky prípravkov na znižovanie kyslosti žalúdka?



Ako účinkujú sulfónamidy?

Ako účinkujú antibiotiká?

Na aké infekcie sú účinné antibiotiká (bakteriálne alebo vírusové)?

Čo znamená pojem „širokospektrálne antibiotikum“?

Aké zásady treba dodržiavať pri liečbe antibiotikami?

Aké liečivá sa používajú v boji s rakovinou?

Akým mechanizmom účinkuje antikoncepcná tabletká?

Nakreslite skelet molekuly steroidov.

Ktoré steroidy sa používajú ako protizápalové liečivá?

Na čo sa používali a prečo sú zakázané anabolické steroidy?

Na čo sa zameriavajú lieky na srdce?

Čo znamená krvný tlak 120/80 – v akých jednotkách sú uvedené hodnoty?

Akými zlúčeninami sú neurotransmitery?

Aký je mechanizmus účinku psychotropných látok?

Aké druhy tlmivých liečiv poznáte?

Na čo sa používajú anestetiká?

Viete ako sa rajsý plyn nazýva v angličtine? Prečo asi sa tak volá?

Vymenujte celkové inhalačné anestetiká.

Aké látky sa používajú ako lokálne anestetiká?

Na čo slúžia barbituráty?

Prečo sa pri užívaní barbiturátov nesmie piť alkohol?

Aké látky sa používajú na stimuláciu psychiky?

Čo sú narkotiká?

V čom spočíva nebezpečenstvo užívania drog?

Čo sú to endorfíny?

Čo sú nootropiká a pri akých diagnózach sa používajú?

Čo je nebezpečnejšou návykovou látkou: alkohol alebo marihuana?

Na čo sa v minulosti používali ópium a heroín?

Kedy sa využíva morfium alebo heroín na potlačenie bolesti?

Prečo je pre pacientov nebezpečné obracať sa k alternatívnej medicíne?

Prečo sú homeopatiká neúčinné?

---

## 5. Chemikálie v poľnohospodárstve

### Hnojivá

Na doplnenie živín do pôdy a zvýšenie jej úrodnosti sa používajú rozličné hnojivá. Úlohou hnojív je zvyšovať hospodárske výnosy, nesmú však meniť kvalitu pôdy. Tri základné prvky výživy pôdy predstavujú *dusík*, *fosfor* a *draslík*.

Dusík je podstatnou zložkou bielkovín, enzýmov ale i chlorofylu. Podporuje rast výhonkov a tvorbu zelenej listovej hmoty. Pri jeho nedostatku rastliny zle rastú, zostávajú malé a majú málo plodov. Pri poruchách tvorby bielkovín sa dusík v rastline hromadí v nežiaducej dusičnanej forme. Zvýšený obsah dusičnanov v rastlinách sa prejavuje aj pri nadmernom prijme dusíka spolu s bujným rastom listovej hmoty a obmedzenou tvorbou kvetov a plodov.

Prítomnosť fosforu v rastline je nevyhnutná pre hromadenie, prenos a uvoľňovanie energie. Urýchľuje zretie plodov, podporuje tvorbu koreňového systému a zvyšuje odolnosť rastlín voči nízkym teplotám. Jeho nedostatok spôsobuje, podobne ako u draslíka, zaostávanie v raste a zhoršenie dozrievania plodov.

Draslík ovplyvňuje viaceré biochemické procesy, zvyšuje odolnosť rastlín voči chorobám, má významný vplyv na vodný režim rastliny. Pri jeho nedostatku zosychajú mladé výhonky rastlín, plody sú malé, bez chuti a zhoršuje sa ich trvanlivosť.

K nadbytku fosforu a draslíka dochádza v rastlinách iba zriedkavo, môže sa však prejavovať obmedzením príjmu niektorých ďalších prvkov napr. vápnika, horčíka, zinku alebo železa. Nadbytok fosforu vedie aj k už spomenutej eutrofizácii vôd. Ešte raz uvádzame odkaz na animáciu eutrofizácie: [http://www.pbslearningmedia.org/asset/lsp07\\_int\\_nitrogen/](http://www.pbslearningmedia.org/asset/lsp07_int_nitrogen/).

### Dusíkaté hnojivá

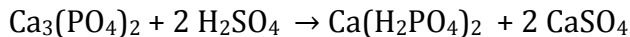
Dusík zo vzduchu sú schopné získavať len niektoré baktérie, rastliny to nedokážu (len niektoré bôbovité v symbióze s baktériami). Rastliny využívajú dusík v podobe dusičnanového alebo amónneho iónu. Ich zdrojom bol maštalný hnoj, neskôr *čílsky liadok* (ktorého podstatou je dusičnan sodný). Animácia kolobehu dusíka v prírode sa dá pozrieť n adrese [http://www.pbslearningmedia.org/asset/lsp07\\_int\\_nitrogen/](http://www.pbslearningmedia.org/asset/lsp07_int_nitrogen/).

Pred prvou svetovou vojnou bola zavedená výroba amoniaku a následne výroba dusičnanu amónneho (najprv ako výbušniny). Koncentrovaný (bezvodý) amoniak sa aplikuje aj priamo na pôdu. Reakciou amoniaku s CO<sub>2</sub> vzniká močovina (H<sub>2</sub>N)<sub>2</sub>CO, ktorá uvoľňuje dusík do pôdy pomalšie. Používa sa tiež síran amónny a hydrogénfosforečnan amónny.

### Fosforečné hnojivá

Možnosť získať fosfor je pre mnohé rastliny rozhodujúcou, pretože rastliny fosfor zabudovávajú do DNA, RNA a ďalších látok nevyhnutných na svoj rast. Fosforečnany sa do pôdy

pridávajú odpradáva. Fosforečnan vápenatý je nerozpustný, preto sa z neho od prvej polovice 19. storočia vyrába *superfosfát*



Moderné fosforečné hnojivá sa často vyrábajú reakciou fosforečných hornín s kyselinou fosforečnou, čím sa získava rozpustný dihydrogénfosforečnan vápenatý



Ešte bežnejším je v súčasnosti používanie  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , ktorý pôde dodáva aj dusík aj fosfor. Problémom sa v budúcnosti môže stať vyčerpanie ložísk fosforečnanov.

<http://www.equark.sk/index.php?cl=article&iid=1772&action=itemclick&tname=inlist&pr=click,default>

## Draselné hnojivá

Tretím hlavným prvkom, potrebným pre rast rastlín je draslík. Rastliny ho využívajú priamo vo forme iónu  $\text{K}^+$ . Zdrojom draslíka je KCl. Keď rastliny odoberajú z pôdy  $\text{K}^+$ , vymieňajú ho za  $\text{H}^+$  a pôda sa tak okysľuje.

## Ďalšie prvky nevyhnutné pre výživu rastlín

Pre správny rast rastlín sú potrebné aj ďalšie prvky. Druhú trojicu prvkov tvoria *vápnik, horčík a síra*.

Vápnik jednak neutralizuje kyslé pôdy ( $\text{CaO} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ), je ale tiež nevyhnutný pre výživu rastlín, priaznivo pôsobí na rast a funkciu koreňového systému a opelenie semenných plodín. Nedostatok vápnika sa prejavuje hlavne zahŕňaním a odumieraním koreňov a hlavne u kôstkového ovocia spôsobuje glejotok a rakovinu. Nadbytok vápnika spôsobuje zníženie príjmu železa a ochorenie chlorózu, ktorá sa prejavuje počiatočným žltnutím až postupným odumretím listov, dokonca aj celej rastliny.

Ióny  $\text{Mg}^{2+}$  sú nevyhnutné pre fotosyntézu, pretože horčík je súčasťou chlorofylu. Jeho nedostatok spôsobuje chlorózu. Nadbytok horčíka býva sprevádzaný nedostatkom vápnika, čo sa prejaví na výhonkoch a koreňoch.

Síra je súčasťou viacerých aminokyselín a je potrebná pre syntézu bielkovín. Je súčasťou rastlinných olejov a vitamínov a jej nedostatok sa prejavuje podobne ako u dusíka. Nadbytok síry je možné pozorovať najčastejšie u ihličnanov, ktoré môžu byť poškodené v dôsledku atmosférického spadu v blízkosti priemyselných zdrojov.

Osem ďalších prvkov potrebujú rastliny vo veľmi malých množstvách. Ide o *bór, meď, železo, mangán, molybdén, nikel, zinok a chlór*. Tieto mikroelementy plnia v rastlinnom tele viaceré dôležité funkcie napr. podieľajú sa na stavbe chlorofylu (Fe, Cu), tvorbe a činnosti enzýmov (Fe, Mn, Zn), urýchlení a priebehu chemických a biochemických reakcií (Fe, Mn, B, Mo). Hranica medzi nedostatkom, optimom a nadbytkom mikroelementov v rastline je pomerne úzka a aj ich „predávkovanie“ môže viesť k závažným poškodeniam.

## Spôsoby použitia hnojív

Spôsob hnojenia (aplikácia hnojív) závisí od druhu hnojenej plodiny, formy hnojiva, pôdnych a poveternostných podmienok. Rastliny prijímajú živiny, a teda aj hnojivá, koreňmi alebo cez listy. Vzhľadom nato môžeme rozdeliť spôsob hnojenia na:

- hnojenie do pôdy – koreňová výživa,
- hnojenie na rastliny – mimokoreňová výživa.

V oboch prípadoch je podmienkou dobrá rozpustnosť živín vo vode. Hnojenie do pôdy sa uskutočňuje buď pred výsadbou rozhodnutím tuhého hnojiva na záhone a jeho následným zapravením do pôdy, alebo počas vegetačného obdobia rozsypaním tuhého hnojiva a prekopaním okolo rastliny. Ak je hnojivo ľahko rozpustné vo vode, môžeme ho aplikovať aj vo forme zálievky medzi riadky, ale nesmieme pritom zasiahnuť rastliny.

Veľmi účinné je hnojenie postrekom (mimokoreňová výživa) priamo na rastlinu. Je však dôležité prísne dodržiavanie predpísanej koncentrácie hnojiva, pretože hlavne mladé rastlinky sú citlivé na popálenie.

## Prostriedky proti škodcom – pesticídy

Pesticídy sú biologicky aktívne látky, ktoré sa v poľnohospodárstve a v lesníctve používajú v boji proti chorobám a škodcom rastlín a proti burine. Rozdeľujú sa na *insekticídy*, *herbicídy*, *fungicídy*, *rodenticídy*, *akaricídy*, *nematocídy*, *zoocídy* a *baktericídy*.

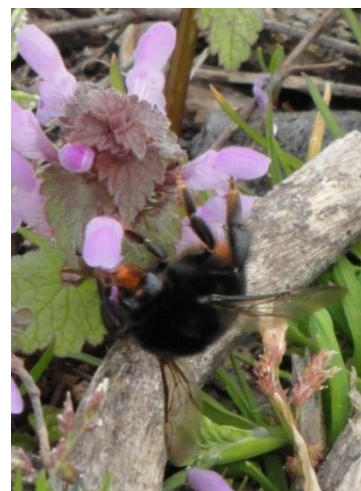
Pesticídy je možné rozdeliť aj podľa mechanizmu ich pôsobenia a to na *dotykové* (priamy kontakt so škodcom), *systemové* (dostávajú sa do štiav rastlín), *požerové* (jed vniká do tráviaceho traktu škodcu) a *dýchacie* (vdýchnuté škodcom).

Pesticídy sa môžu aplikovať v tuhej forme (popraše, granuláty, moridlá) alebo kvapalnej forme (postreky, pravé roztoky, emulgovateľné koncentráty, zmáčateľné prášky, aerosóly (len v uzavretom priestore), špeciálne prípravky (pasty, nátery)).

### Insekticídy

Hmyz v histórii ľudstva priniesol mnoho epidémií a preto ľudia od dávna používali rôzne prostriedky na jeho hubenie. Škodlivé sú však iba niektoré druhy hmyzu, mnohé druhy sú priamo prospešné (ako tento čmeliak), iné hrajú dôležitú úlohu v ekologickom systéme a sú tak užitočné nepriamo. Insekticídy to však nerozlišujú a mnohé sú škodlivé aj pre vyššie živočíchy.

Do začiatku 19. storočia regulácia hmyzu spočívala najmä v jeho zbieraní alebo splachovaní z rastlín. Medzi málo „chemických zbraní“ patrili síra (1000 pr.n.l.), arzén (900 n.l.), neskôr arzeničnany, kryolit a kyselina boritá. Tieto anorganické látky sú všeobecnými jedmi, používali sa vo veľkých množstvách, často s malým efektom.

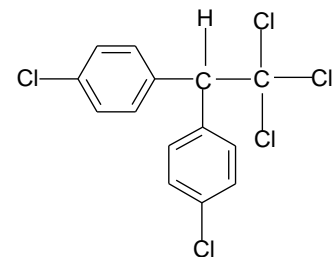


Následne sa začali používať prostriedky rastlinného pôvodu. Pre chemikov aj biológov to boli zaujímavé látky pre ich štruktúrnu rozmanitosť, účinnosť a selektivnosť. Boli však limitované dostupnosťou a všeobecne veľmi drahé a fotolabilné pre široké použitie. Najvýznamnejším rastlinným insekticídum takmer dve storočia bolo pyretrum, prírodný insekticíd zo sedmokrások. Dôležitým insekticídum bol aj nikotín. Dnes ich nahradili syntetické insekticídy.

## Polychlóvané uhľovodíky

### DDT – dichlórdifenyltrichlóretán

Účinnosť DDT ako insekticídu objavil pred 2. svetovou vojnou švajčiarsky vedec P. Müller a už v roku 1948 dostal Nobelovu cenu. Jeho výroba je pomerne lacná a je veľmi účinný, preto rýchlo nastal veľký rozmach jeho používania. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO) používanie DDT a príbuzných pesticídov zachránilo okolo 25 miliónov ľudských životov a stovky miliónov ľudí ochránilo pred chorobami prenášanými hmyzom.



dichlórdifenyltrichlóretán

Napriek tomu museli byť DDT a ďalšie polychlóvané zlúčeniny zakázané. Ich nebezpečenstvo spočíva aj v ich chemickej stabilite (stálosti) a slabšej biodegradovateľnosti, vďaka ktorej pretrvávajú v prírode dlhú dobu. Tieto látky sa dobre rozpúšťajú v tukoch a hromadia sa v telách vyšších živočíchov. Nie sú síce veľmi toxické pre teplotné živočíchy, oveľa toxickejšie sú pre ryby. Spôsobili veľký pokles v populáciách vtákov (krmiacich sa rybami), ktorých škrupinky vajícok sa stali veľmi tenké a krehké. DDT ako aj ďalšie polychlóvané uhľovodíky (napr. PCB) sú nervové jedy.

Prečítajte si o DDT a o rozporných názoroch na zákaz používania DDT. Následne zorganizujte debatu na tému hodnotenia rizika a úžitku DDT.

príbeh DDT <http://veda.sme.sk/c/4257852/mler-dostal-za-ddt-nobelovku.html>,

názor za DDT: <http://purdes.blog.sme.sk/c/19501/Horsi-ako-Stalin.html>

<http://vybrali.sme.sk/c/DDT-je-jed-Jedy-musime-zakazat-Nebo-ne/>

[http://iphone.sme.sk/?sek=veda&rub=veda\\_profil&cl=4257852](http://iphone.sme.sk/?sek=veda&rub=veda_profil&cl=4257852)

<http://korzar.sme.sk/c/4707307/omilostili-ddt.html>

<http://www.sme.sk/c/1494017/zakaz-pesticidov-ddt.html>

## Organické zlúčeniny fosforu

Rozvoj používania organofosfátov nastal po zákaze chlórovaných zlúčenín. Patria medzi ne *malation*, *diazinon*, *paration* a mnoho ďalších. Organické zlúčeniny fosforu sa tiež koncentrujú v tukových tkanivách a tiež sú nervovými jedy. Pre cicavce sú väčšinou oveľa toxickejšie ako chlórované uhľovodíky, našťastie sa pomerne rýchlo rozkladajú a preto sa nedostávajú do potravy.

## Karbamáty

Karbamáty, látky obsahujúce skupinu  $\text{-NH-CO-O-}$  ako *karbaryl*, *aldikarb* a *karbofurán*, sú tiež nervovými jedmi. Väčšinou sú to *úzkospektrálne insekticídy*, účinné iba na určitú skupinu škodlivého hmyzu na rozdiel od chlórovaných uhľovodíkov a organických zlúčenín fosforu, ktoré sú *široko-spektrálne insekticídy*. Karbamáty sa v prostredí veľmi rýchlo rozkladajú. Niektoré sú veľmi toxické aj pre včely. V továrni na výrobu karbamátov v indickom meste Bhopal sa v decembri 1984 pri explózii uvoľnilo veľké množstvo jedovateho metylizokyanátu, ktorý otrávil tisíce ľudí.

<http://encyklopedia.sme.sk/c/1844288/vybuch-chemickej-tovarne-v-bhopale.html>,  
<http://encyklopedia.sme.sk/c/5135112/dvadsat-rokov-tragedie-v-bhopale-setrenie-prinieslo-smrt-tisickam-indov.html>

*Pirimicarb* hubí vošky a šetrí lienky, zlatoočky a včely. Keď sa ním vošky postriekajú, molekuly pirimicaru v nich zablokujú acetylcholinesterázu, enzým, ktorý odbúrava jedovaté látky vznikajúce v nervovej sústave hmyzu, čo spôsobuje rýchlu smrť. Pirimicarb preniká aj listami a zahubí aj vošky pod nimi, navyše jeho výpary sú jedovaté. Dostáva sa do miazgy rastlín, takže hubí vošky, ktoré sa ňou živia ešte 2 týždne po postreku.

## Syntetické pyretroidy

Syntetické pyretroidy nadviazali na štruktúru prírodného insekticídu. Rastliny a ich biologickí škodcovia zvädzajú spolu boj už státisíce rokov. Výsledkom kontinuálneho evolučného tlaku zo strany predátorov bola biosyntéza čoraz sofistikovanejších prírodných fyto toxínov rastlinami. Rôzne druhy chryzantém si vytvárajú účinný botanicky insekticíd pyretrín II. Jeho prítomnosť môže u senzitivných jedincov vyvolať závažné alergické prejavy, napr. kontaktné dermatitídy. Pyretrín II sa nachádza (spolu s ďalšími piatimi lipofilnými derivátmi) v olejom vyplnených žliazkach na povrchu semien, ktoré sú umiestnené tesne jedna vedľa druhej na žltej hlavičke chryzantémy. Kvet vytvára túto chemickú zmes na svoju ochranu pred hmyzom, pričom ho nielen efektívne odpudzuje (v nízkej koncentrácii 0,005 – 0,1 %), ale niektoré druhy aj spoľahlivo zabíja (pri koncentrácii nad 0,5 %).

Dnes sa už bežne používajú ekologické insekticídne prípravky založené na báze *pyretroidov* (semisyntetických pyretrínov). Ich výhodou oproti iným preparátom je nielen ich biodegradovateľnosť a pomerne nízka toxicita (letálna dávka pre ľudí je 750 – 1 000 mg kg<sup>-1</sup>), ale najmä skutočnosť, že v laboratórnych testoch nevykazujú žiadne teratogénne a ani karcinogénne účinky.

## Biologická kontrola hmyzu

Regulovať množstvo škodlivého hmyzu sa dá aj využitím prirodzených nepriateľov – napríklad sa nasadí iný dravý hmyz. Ďalšou možnosťou je využitie baktérií a vírusov, ktoré účinkujú len na daný druh hmyzu. Toto je ale pomerne drahá metóda. Tiež sa dajú využiť



geneticky modifikované rastliny, ktoré produkujú toxíny. Takto upravenou rastlinou je bavlna. Podarilo sa tiež vyšľachtiť rastliny odolné voči hubám a plesniam.

## Sterilizácia

Pri niektorých druhoch hmyzu je účinná sterilizácia (ožiarením, chemicky alebo krížením). Vychová sa veľké množstvo samčekov, sterilizujú sa a vypustia do prírody, kde zastupujú zdravé samčky. Je to pomerne náročná a teda aj drahá metóda.

## Feromóny – sexuálna pasca

Vône a pachy sú pre hmyz nepostrádateľné pri hľadaní potravy, výbere optimálneho miesta na kladenie vajčiek, identifikácii a lokalizácii koristi, obrane a útoku pri napadnutí predátorom, výbere sexuálneho partnera, samotnom párení a organizovaní sociálneho života.

Všetky tieto činnosti, nevyhnutné na prežitie, sprostredkujú *feromóny* – látky vylučované hmyzom na značkovanie územia, hlásenie poplachu alebo prilákanie partnera. Delia sa do niekoľkých skupín podľa rôznych kritérií. V súčasnosti sa najčastejšie používa nasledujúca klasifikácia:

- *sexuálne* feromóny – umožňujú fyzické stretnutie oboch pohlaví a tak zvyšujú pravdepodobnosť úspešného párenia,
- *agregačné* feromóny – zvyšujú počet jedincov v blízkosti ich zdroja a tým posilňujú ich obranu voči predátorom, umožňujú im prekonať rezistenciu hostiteľa a takisto zvyšujú aj pravdepodobnosť kopulácie,
- *disperzné* feromóny – stimulujú k správaniu, ktoré vedie k zväčšeniu priestorového odstupu medzi jednotlivcami druhu, čo následne vedie k rovnomernejšiemu využitiu dostupných zdrojov potravy,
- *poplachové* feromóny – vyvolávajú útek a ostatne druhy obranných reakcií, v špecifických prípadoch aj útok,
- *stopovacie* feromóny – značkujú cestu k nájdenej potrave,
- *značkovacie* feromóny – identifikujú miesto, na ktoré už bolo nakladené vajčko (t. j. majú disperznú funkciu).

Sexuálne atraktanty zvyčajne vylučujú samičky na prilákanie samčekov. Za posledných 40 rokov boli identifikované feromóny stoviek druhov hmyzu. Väčšinou ide o zmes dvoch a viac látok, ktoré sú biologicky aktívne len v presnom pomere.

*Feromónové lapače* sa používajú na určenie prítomnosti daného hmyzu. V prípade zisteného premnoženia sa následne použijú rôzne účinné insekticídy, pri malom výskyte môžu feromónové lapače postačovať na kontrolu populácie. Iným variantom je využitie feromónov na zmätenie a dezorientovanie samčekov, ktoré potom cítia samičky zo všetkých smerov a nevedia si nájsť žiadnu na spárenie.

Výskum feromónov je časovo i finančne veľmi náročný. Ich účinné koncentrácie sú extrémne malé. Samčeka rozoznajú už 40 molekúl za sekundu. Samička vylúčením 0,01 mg pritiahne každého samčeka v okruhu 1 km.

## Juvenilné hormóny

Juvenilné hormóny predstavujú ďalší prístup k regulácii populácie hmyzu. Normálne sa ich tvorba zastavuje a tým sa umožní danému jedincovi dospieť. Ich aplikácia bráni napr. komárom dospieť a rozmnožovať sa.

## Herbicídy a defolianty

Burina znižuje výnosy obilnín, preto je potrebné ju odstraňovať. Popri jej manuálnom odstraňovaní sa kedysi používali aj roztoky meďnatých solí, kyseliny sírovej alebo chlorečnanu sodného. Rozvoj herbicídov ale súvisí s používaním 2,4-dichlórfenoxyoctovej kyseliny (2,4-D) a jej derivátov od roku 1945. Tieto látky fungujú ako rastové regulátory a sú obzvlášť účinné proti mladým rýchlo rastúcim výhonkom rastlín so širokými listami. Vyprovokujú taký rýchly rast, že sa rastliny rýchle vyčerpajú a skoro hynú.

Kombináciou 2,4-D a 2,4,5-T (2,4,5-trichlórfenoxyoctová kyselina, dnes už zakázaná) sa získal defoliant *Agent Orange* používaný vo vietnamskej vojne. Ako jeden z najstarších defoliantov sa používa kyánamid vápnika CaNCN, ktorý zbavuje bavlníkové rastliny listov a umožňuje tak strojový zber bavlny.

Ovos hluchý, divo rastúci medzi obilninami, sa nedá zničiť ani jedným z týchto herbicídov, lebo jeho hormóny sú podobné hormónom pestovaných rastlín. V pôde rýchlo sa rozkladajúci herbicíd *PCP (paraquat)* sa uloží do vrchnej vrstvy pôdy. Ovos hluchý klíči skoro a jeho konček prenikne do tejto vrstvy v čase, keď je najjedovatejšia. Herbicíd zaútočí na klíčok a rastlinu zahubí (inhibíciou fotosyntézy).

*Triazínové herbicídy (Atrazine, u nás Zeazin)* sa viažu na bielkovinu chloroplastov rastlinných buniek a tým blokujú fotosyntézu. Používajú sa na ochranu kukurice, ktorá dokáže tieto látky dezaktivovať odštiepením chlóru.

## Iné pesticídy

*Fungicídy* sú skupinou pesticídov používanou na zamedzenie vývoja alebo na ničenie cudzopasných húb na úžitkových rastlinách. Z chemického hľadiska ide o zlúčeniny medi ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{CuClO}$ ,  $\text{CuSO}_4$  + vápenné mlieko), síru, organické zlúčeniny ortute a zinku (moridlá), formaldehyd, hexachlórbenzén, nitro a halogénderiváty uhlíkovodíkov.

*Rodenticídy* sa používajú v boji proti hlodavcom v poľnohospodárstve alebo domácnostiach. Sú založené na báze fosfánu, fosfidov alebo warfarínu. Sú jedovaté aj pre človeka.

*Akaricídy* sa používajú v boji proti roztočom a roztočcom. Sú založené na báze malatiónu alebo meoinfosu.

*Nematocídy* sa používajú v boji proti voľne žijúcim a cystotvorným háďatkám v pôde. Patria k nim látky na báze N-metyl-ditiokarbamátov, 1,2-dibrómchlórpropánu.

### **Kontrolné otázky**

Aké tri prvky je potrebné najviac dodávať do poľnohospodárskej pôdy?

V akej forme sa rastlinám dodáva dusík?

Čo spôsobuje nedostatok dusíka vo výžive rastlín?

V čom je rozdiel medzi nerastnými fosforečnanmi a superfosfátom?

Čo je eutrofizácia vody? Čo ju spôsobuje?

Ktorý z troch základných prvkov (N,P,K) má výrazný vplyv na vodný režim rastlín?

V akej forme sa rastlinám dodáva draslík?

Aké prvky okrem N, P, K ešte potrebujú rastliny?

Čo je chloróza a ako sa prejavuje?

Mikroelementy plnia v rastlinnom tele viaceré dôležité funkcie, vymenujte ich.

Vymenujte faktory, ktoré určujú spôsob aplikácie hnojív.

Ako delíme spôsob hnojenia vzhľadom na príjem živín rastlinou?

Kedy a ako uskutočňujeme koreňovú výživu rastlín?

Ako sa realizuje mimokoreňová výživa rastlín?

Čo sú to pesticídy? Aké druhy pesticídov poznáme?

V čom tkvie nebezpečenstvo používania DDT ako insekticídu?

Aké druhy insekticídov sa používajú namiesto polychlórovaných uhľovodíkov?

Aké biologické spôsoby boja proti škodlivému hmyzu poznáte?

Ako účinkujú a ako sa používajú feromóny?

Na čo sa používajú herbicídy, fungicídy, rodenticídy, akaricídy a nematocídy?

Čo sú to defolianty?

---

## 6. Prídavné látky v potravinách

Ako potravinové aditíva sa označujú látky (iné ako základné potraviny), ktoré sa pridávajú do potraviny za účelom úpravy niektorých vlastností, resp. ako výsledok niektorých aspektov výroby, spracovania, balenia a skladovania. <http://pdf.truni.sk/e-skripta/vczv1/index.htm>

V prvom rade ich môžeme rozdeliť na:

- úmyselne pridávané,
- náhodné (neúmyselne pridávané  *cudzorodé látky*  – kontaminanty).

Úmyselne pridávaných aditív je asi 2 800, náhodných je okolo 10 000. Najpoužívanejšími prídavnými látkami sú cukor, soľ, kukuričný sirup, kyselina citrónová, sóda bikarbóna, rastlinné farbivá, horčica a čierne korenie. Tvoria asi 98 % hmotn. zo všetkých aditív. Väčšina z nich sa formálne medzi aditíva nezaraduje.

Aditíva nie sú ničím novým, používali ich už starí Egypťania, Rimania aj Gréci. Tieto národy používali na dochutenie a skvalitnenie potravín rôzne korenia, farbivá a dokonca aj dusičnan draselný. Konzervovanie potravín dymom, soľou, masťou, cukrom alebo kyselinou octovou je dávno známe a používané stáročia.

Moderné aditíva sa zaviedli od prvej polovice 20. storočia. Išlo o farbivá do syrov, emulgátory do margarínu, želatinujúce prípravky do džemov. Najväčší rozvoj v poslednej tretine 20. storočia umožnil potravinárskemu priemyslu vyrábať široký sortiment potravín dobrej a jednotnej kvality za rozumné ceny. Prvoradým cieľom pridávania aditív do potravín je zvyšovanie ich kvality, t. j. predĺženie trvanlivosti, zlepšenie vône, chuti, farby, konzistencie, výživovej hodnoty, technologických vlastností a pod.

Mnohé aditíva sú účinné už v malom množstve (pod 1 % hmotn. vo výslednej potravine); antioxidanty, dochucovadlá a konzervačné látky už v obsahu pod 0,1 %. Všetky aditíva musia byť pred použitím schválené – výrobca musí preukázať, že daná látka je pre dané použitie bezpečná.

### Bezpečnosť a regulácia potravinárskych aditív

Negatívny názor spotrebiteľov na aditíva bol vyvolaný hlavne neodbornými článkami v tlači o škodlivých účinkoch „chemických“ prísad v potravinách po zmene označovania zloženia potravinárskych výrobkov v osemdesiatych rokoch minulého storočia. Do tej doby sa prídavné látky uvádzali na obaloch potravín všeobecne podľa ich funkcie, napríklad konzervačné činidlá, farbivá, antioxidanty a pod. V snahe uľahčiť spotrebiteľom orientáciu, boli uvedené do života nové pravidlá označovania aditív, pričom sa zaviedli zoznamy prídavných látok s ich chemickými názvami a nový systém označovania s kódmi E. Tak vznikli „É-čka“, ktoré vyjadrujú okrem iného fakt, že použitie týchto látok v potravinách je schválené v rámci Európskej únie. É-čka jednoducho predstavujú systematický spôsob identifikácie jednotlivých potravinárskych aditív. Nové aditíva pred pridelením E-čísła musia byť schválené *Európskym*

úradom pre bezpečnosť potravín (*European Food Safety Authority – EFSA*). Keď sa preukáže, že daná látka prešla všetkými príslušnými previerkami a že je v potravinách, do ktorých je dovolené ju pridávať, bezpečná, úrad EFSA stanoví pre jej použitie tzv. *prijateľný denný príjem (Acceptable Daily Intake – ADI)*, ktorý predstavuje množstvo aditívnej látky, ktoré môže človek prijímať denne v potrave počas celého života bez zjavných zdravotných rizík a negatívneho vplyvu na svoje zdravie. Až potom aditívum dostane pridelené E-číslo, ktoré demonštruje bezpečnosť použitia prídavnej látky v potravinách.

Základným legislatívnym dokumentom v tejto oblasti, prijatým v decembri 2008, je *Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o prídavných látkach v potravinách*. Na území Slovenskej republiky súčasne platí výnos Ministerstva zdravotníctva SR a Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 04650/2008-OL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu SR upravujúca použitie prídavných látok v potravinách.

Na základe uvedených legislatívnych dokumentov je stanovené, že potravinárske aditíva sú povolené len ak:

- v množstve používanom v potravinách nepredstavujú žiadne zdravotné riziko,
- sa preukázala ich potreba z technologického alebo konzervačného hľadiska,
- neuvádzajú spotrebiteľa do omylu,
- predstavujú pre spotrebiteľa prínos a výhody,
- je zachovaná výživová hodnota potraviny.

V súčasnosti je používanie prídavných látok v potravinách prísne sledované a regulované, pričom legislatívne dokumenty ustanovujú, že všetky potravinárske aditíva musia byť prehodnotené kedykoľvek je to potrebné z hľadiska zmenených technologických podmienok a nových vedeckých poznatkov. Existuje preto formálny postup pre analýzu údajov o potravinárskych aditívach, určovanie ADI a publikovanie výsledkov. Toto hodnotenie bezpečnosti sa robí na viacerých úrovniach:

- Spojený výbor expertov pre potravinárske aditíva (*Joint Expert Committee on Food Additives – JECFA*) je vedeckým poradným výborom pre spoločný orgán *FAO (Food and Agriculture Organisation – Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo)* a *WHO (World Health Organisation – Svetová zdravotnícka organizácia)* – komisiu *Codex Alimentarius*. Táto komisia je medzinárodne zodpovedná za preverovanie bezpečnosti potravín. Členovia JECFA sa vyberajú na základe ich vedeckej reputácie. Robia pravidelné hodnotenia bezpečnosti používaných aditív a stanovujú hodnoty ADI pre každé aditívum. Na základe hodnotení výboru JECFA spracovala komisia *Codex Alimentarius* všeobecnú normu na potravinárske prídavné látky *GSFA (General Standard for Food Additives)*, ktorá platí pre celosvetový obchod. V rámci tejto normy sú prídavné látky rozdelené do 23 hlavných funkčných tried s medzinárodným číselným systémom *INS (International Numbering System)*, ktorý sa podobá systému E-čísiel zavedených v EÚ.

- Orgánom, zodpovedným za hodnotenie bezpečnosti potravín v rámci EÚ je spomínaný Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA), ustanovený v roku 2002. Pozostáva z nezávislých odborníkov z príslušných odborov, najmä z oblasti toxikológie.

Úrad EFSA vydal pokyny stanovujúce, aké testy sa musia vykonať na potvrdenie bezpečnosti potravinárskych aditív. Pokyny vyžadujú široký rozsah testov na preverenie všetkých možných rizík hroziacich spotrebiteľovi. Ide predovšetkým o:

- metabolické/farmakologické štúdie – na pochopenie, ako telo absorbuje, distribuuje, metabolizuje a eliminuje príslušnú látku,
- genetickú toxicitu – potenciál na poškodzovanie génov alebo chromozómov,
- reprodukčné a teratogenetické štúdie – celoživotné štúdie, vrátane potenciálu pre poruchy plodnosti a pri narodení,
- chronické a karcinogénne štúdie – potenciál vyvolávať rakovinu.

Pri hodnotení rizika toxikológovia uplatňujú princíp, ktorý prvýkrát formuloval v 16. storočí lekár Paracelsus: „*Všetky látky sú jedy, nič nie je bez jedu, len dávka určuje, či bude účinok škodlivý.*“ Inou formou tohto výroku je „*Neexistujú toxické látky, len toxické dávky.*“

Inými slovami, vždy existuje hraničná úroveň, nad ktorou je konzumácia nebezpečná a pod ktorou je bezpečná.

Hodnotenie bezpečnosti aditív je založené na získaní a posúdení dostupných toxikologických údajov a výsledkov. Účelom toxikologického testovania je identifikácia škodlivých účinkov spôsobených aditívom. Na základe dlhodobých krmných pokusov, pri ktorých sa pokusným zvieratám podáva aditívna látka v rôznych dávkach po celý život a niekoľko generácií, sa stanoví „*hladina bez pozorovateľného účinku*“ (*no observable adverse effect level – NOAEL*), t. j. maximálne množstvo aditívnej látky, ktoré nemá preukázateľný toxický účinok. Táto hladina sa považuje za bezpečnú, pretože sa pri nej nezistil žiaden účinok na zvieratách. Toxikológ ešte vezme túto hodnotu a vydolí ju bezpečnostným faktorom, ktorý sa zvyčajne rovná 100. Bezpečnostný faktor môže byť aj vyšší, napr. v prípade, že testovaná látka sa v organizme kumuluje. Takto sa získa spomínaná hodnota *ADI – prijateľný denný príjem*. Vyjadruje sa v mg aditíva na 1 kg telesnej hmotnosti.

Pri určovaní najvyššieho prípustného množstva prídavnej látky v konkrétnych potravinách sa berú do úvahy mnohé faktory. Okrem biologického účinku prídavnej látky v živom organizme a jej toxikologického pôsobenia sa zohľadňuje aj opodstatnenosť použitia a technologický význam prídavnej látky v konkrétnych potravinách, úroveň analytickej kontroly, etika, tradície, životné prostredie a ďalšie skutočnosti. *Najvyššie prípustné množstvo* (maximálny limit) prídavnej látky v potravine je povolená hladina použitia aditíva v danej potravine. Zvyčajne sa udáva v mg látky na kg potraviny a je niekoľkonásobne nižšia ako je ADI pre danú látku.

Legislatívne orgány EÚ požadujú používanie pokiaľ možno čo najnižšieho množstva prídavných látok v potravinách v súlade s technologickými potrebami a s ohľadom na

spotrebiteľa. Pri posudzovaní rizika sa berie do úvahy aj skutočnosť, že tá istá prídavná látka, a teda aj jej rezíduá, sa môže nachádzať vo viacerých potravinách súčasne a tiež, že v strave sa môžu vyskytovať látky s rovnakým pôsobením na organizmus. Legislatíva EÚ preto požaduje, aby sa monitorovala spotreba aditívnych látok aj v závislosti od prípadných zmien v spotrebiteľských zvyklostiach. Porovnávajú sa hodnoty ADI príslušnej látky s priemernou a s extrémnou spotrebou stanovenou pre celú populáciu alebo určitú skupinu obyvateľstva. V prípade, že hodnota ADI je pravidelne prekračovaná, zníži sa obsah aditíva v potravinách, alebo sa obmedzí rozsah potravín, v ktorých je použitie danej látky povolené.

Náklady na testovanie bezpečnosti musí znášať výrobca prídavnej látky, ktorý si na to musí najať nezávislú skúšobňu. Náklady na testovanie môžu rásť až do mnoho miliónov eur. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín je však pri schvaľovaní neoblomný a často žiada aj ďalšie údaje. Nevyhnutné je zabezpečiť, aby mal predávaný výrobok rovnaké zloženie a čistotu, ako mal výrobok, ktorý bol testovaný.

Postup pre konečné schválenie aditíva, vrátane súhlasu pre potraviny, v ktorých bude dané aditívum možné použiť a maximálnych limitov použitia v každej z týchto potravín, je veľmi zložitý. Zapojené sú doňho tri základné inštitúcie: Európska komisia, Európsky parlament a Rada ministrov. Schvaľovací proces je veľmi dlhý a náročný, môže trvať aj 10 rokov (5 rokov testovanie bezpečnosti; 2 roky hodnotenie EFCA, a ešte aspoň tri ďalšie roky na získanie súhlasu EÚ).

Spotrebiteľov na Slovensku chráni aj *Potravinový kódex SR*, ktorý má vyše 1000 strán. Na internete sa nachádza na [http://www.svssr.sk/legislativa/legislativa\\_kodex.asp](http://www.svssr.sk/legislativa/legislativa_kodex.asp). Na Slovensku sú povolené výrobky schválené v ktorejkoľvek krajine EÚ.

## Rozdelenie aditív podľa funkcie

Spracovanie môže mať za následok odstránenie alebo zničenie určitých podstatných látok v potrave. Preto je niekedy nevyhnutné pridať do spracovávanej potraviny látky na zlepšenie výživovej hodnoty. Iné látky sa pridávajú na zlepšenie farby a chuti, na spomalenie kazenía sa, zabezpečenie textúry, dezinfekčnosti, bielenie, dozretie (alebo zabránenie dozretiu), na kontrolu vlhkosti a suchosti a zabránenie (alebo zvýšenie) penivosti.

Schválené aditívne látky sú rozdelené podľa svojej funkcie do viacerých kategórií. Prídavné látky označené číslami E100 a viac sú farbivá, E200 a viac sú konzervačné látky, do série E300 zaraďujeme antioxidanty a séria E400 zahŕňa emulgátory, zahusťovadlá a želatínujúce látky.

Podľa účelu použitia rozdeľujeme aditívne látky do nasledujúcich skupín:

- látky predlžujúce trvanlivosť,
- látky upravujúce senzorické vlastnosti (chuť a arómu),
- látky upravujúce farbu,
- látky upravujúce textúru,

- látky upravujúce biologickú hodnotu (zabezpečujúce určité výživové požiadavky),
- technologické pomocné látky,
- ďalšie aditívne látky.

## Látky predlžujúce trvanlivosť

Do tejto skupiny aditív zaraďujeme širokú škálu rôznych látok, ktoré chránia potraviny proti účinkom nežiaducich mikroorganizmov – *konzervačné látky* a látky, ktoré chránia niektoré zložky potravín (lipidy a vitamíny) pred oxidáciou – *antioxidanty*.

### Konzervačné látky

Najväčšie ohrozenie kvality a bezpečnosti potravín predstavuje mikrobiálny rozklad. Vedie k strate sensorických vlastností a výživných hodnôt a k vzrastu prítomnosti nebezpečných mikroorganizmov alebo nimi produkovaných toxínov. (Jedna baktéria sa rozmnoží za 20 min; takže po 5 hodinách od jej „pristátia“ na potravine z nej môže byť skoro 33 000 jedincov.)

Účelom konzervačných látok je teda regulovať rast mikroorganizmov, ktoré spôsobujú rozklad potravín a nápojov a tak zabezpečiť, aby boli bezpečné na konzumáciu. Podstatou konzervačných metód je odstránenie jedného alebo viacerých faktorov, potrebných na rast mikróbov (húb, plesní, baktérií) – živín, vody a energie.

Pod pojmom konzervovanie rozumieme teda každú úmyselnú úpravu potravín, ktorá predlžuje ich trvanlivosť na čas dlhší ako je ich prirodzená skladovateľnosť. Najstaršie spôsoby konzervovania ako sušenie, údenie, solenie, presladzovanie, premasťovanie, marinovanie, kvasenie a pod., vznikali prirodzene na základe skúseností a používajú sa oddávna. Podstatou konzervačných účinkov chloridu sodného a sacharózy (aj keď sa formálne medzi aditíva nezaraďujú) je vlastne tiež sušenie, resp. znižovanie aktivity vody v potravine, keďže soľ, resp. cukor osmoticky vytiahnu z potraviny vodu. Nezmyselnosť reklám propagujúcich potraviny „bez použitia konzervantov“ je v tom, že najbežnejšími konzervačnými látkami sú látky, prítomné takmer vo všetkých potravinách – kuchynská soľ, cukor alebo ocot.

S rozvojom nových technológií a strojov sa začali vyvíjať moderné metódy konzervovania. Okrem chemického spôsobu konzervovania sa vo veľkej miere používajú metódy založené na fyzikálnych princípoch – konzervovanie teplom (sterilizácia, pasterizácia), chladom (chladenie, mrazenie), znižovaním vlhkosti a sušením (zahusťovanie, presládanie, solenie, dehydratácia), žiarením, účinkom ultrazvuku a tlaku atď. Novou metódou je mrazová sublimácia, pri ktorej sa materiál rýchlo zmrazí a tuhé rozpúšťadlo sa nechá vo vysokom vákuu odsublímovať.

V súčasnosti má väčšina konzervačných látok fungistatické účinky, t. j. bránia rastu a rozmnožovaniu húb, plesní a kvasiniek. Koncentrácia konzervačných látok musí byť dostatočná na účinné a dlhodobé potlačenie rastu mikroorganizmov. Súčasne sú stanovené maximálne povolené koncentrácie. Konzervačné látky musia byť bezpečné pre ľudí, t. j. nesmú ovplyvňovať funkciu buniek ľudského tela.



Keďže výroba mnohých potravín je spojená s prítomnosťou a rastom špecifických mikróbov, konzervačné látky a metódy, využívané v týchto produktoch, musia rešpektovať rolu užitočných mikróbov.

Najčastejšie používané konzervačné látky s antimikrobiálnymi účinkami sú:

- niektoré organické kyseliny a ich soli,
- oxid siričitý a niektoré jeho zlúčeniny,
- dusitany a dusičnany.

Existuje asi 80 látok, ktoré sú povolené ako konzervačné aditíva (keďže rôzne druhy mikroorganizmov sú citlivé na rôzne látky). Konzervačné látky (aj tie, ktoré sa vyskytujú v prírode) sa vyrábajú synteticky. Ich použitie je potrebné a povolené v širokej palete potravinárskych výrobkov.

K najpoužívanejším konzervantom zo skupiny organických kyselín zaraďujeme kyseliny benzoovú a sorbovú a ich soli. *Kyselina benzoová* (*kyselina benzénkarboxylová*, E210) a jej vo vode rozpustnejšie soli benzoany (sodný E211, draselný E212, vápenatý E213) a tiež *kyselina sorbová* (*E,E-2,4-hexadiénová kyselina*, E200) a jej soli sorbany (draselný E202, vápenatý E203) majú antimykotické účinky, t. j. používajú sa hlavne na ničenie plesní a kvasiniek. Sú schopné inhibovať aj činnosť niektorých baktérií. Podľa druhu mikroorganizmu a potraviny sa používajú v množstve 150 až 2000 mg kg<sup>-1</sup>. Kyselina benzoová je pomerne rozšírená v rastlinných materiáloch, je súčasťou viacerých druhov ovocia (brusnice) a vyskytuje sa aj v mliečnych výrobkoch (jogurty). V siliciach sa vyskytuje vo forme esterov. Kyselina sorbová bola pôvodne nájdená v jarabinách. Obe kyseliny a ich soli sú účinné predovšetkým v kyslom prostredí a môžu sa používať na konzervovanie iba určených potravín. Kyselina benzoová sa používa v džemoch, rôsoloch, marmeládach, v horčici a iných potravinách. V množstve do 30 mg kg<sup>-1</sup> v kyslomliečnych výrobkoch sa dokonca nepovažuje za aditívum, ale prirodzenú súčasť potraviny. Kyselina sorbová je účinná v širokom rozsahu potravín. Používa sa v nápojoch, mliečnych výrobkoch, rybácich výrobkoch, výrobkoch s veľkým obsahom tukov, v ovocných a zeleninových výrobkoch, pekárskech a cukrárskych výrobkoch.

Výrazné antimikrobiálne účinky vykazujú aj kyselina propiónová a mravčia. *Kyselina propiónová* (*kyselina propánová*, E280) prirodzene vzniká v niektorých mliečnych výrobkoch (syroch typu Emental) propiónovým kvasením (fermentáciou cukrov účinkom baktérií rodu *Propionibacterium*). V takomto prípade sa nepovažuje za aditívum. Antimikrobiálne pôsobí v mierne kyslom prostredí hlavne proti plesniam a baktériám; na kvasinky nepôsobí. Používa sa preto spolu so svojimi soľami propionanmi (sodný E281, vápenatý E282) proti plesniveniu chleba a syrov. *Kyselina mravčia* (*kyselina metánová*, E236) inhibuje činnosť baktérií a kvasiniek. Konzervujú sa ňou hlavne kyslé ovocné šťavy a drene.

Výrazné antibakteriálne a antimykotické účinky vykazujú aj ďalšie organické kyseliny, napr. *kyselina octová* (*kyselina etánová*, E260), *mliečna* (*kyselina 2-hydroxypropánová*, E270) alebo *fumarová* (*kyselina E-buténdiová*, E297). Tieto sa však nezaraďujú medzi konzervanty,

ale do skupiny látok upravujúcich chuť ako tzv. *acidulanty* – *okysľujúce látky*. Kyselina octová inhibuje hlavne rast kvasiniek a baktérií; kyselina mliečna je prirodzenou súčasťou viacerých fermentovaných výrobkov (jogurty, kyslá kapusta, olivy) a je účinná predovšetkým proti baktériám; kyselina fumarová a jej estery inhibujú tvorbu botulotoxínu pri konzervovaní mäsa a zabraňujú plesniveniu chleba.

*Oxid siričitý* (E220) a *siričitany* (E221-228) účinkujú ako konzervačné látky, antioxidanty a stabilizátory farby. Majú silný antibakteriálny účinok, koncentrácia 1 až 10 mg dm<sup>-3</sup> postačuje na inhibíciu rastu mliečnych baktérií pri mliečnom kvasení v ovocných výrobkoch. Vo vodných roztokoch oxidu siričitého vzniká kyselina siričitá, ktorá pôsobí proti kvasinkám. Preto sú oxid siričitý a siričitany účinné v kyslých potravinách. Používajú sa na ochranu sušeného ovocia (marhule, broskyne, hrozienka, slivky, banány), čerstvých a sušených zemiakov, vína, piva, džemov, dehydrovaných polievok.

*Dusitany* (draselný E249 a sodný E250) majú konzervačné, stabilizačné a ochucujúce účinky. Už v malom množstve sú inhibítormi baktérie *Clostridium botulinum*, spôsobujúcej život ohrozujúcu otravu – botulizmus. Udržujú ružovú farbu mäsových výrobkov a obohacujú ich chuť. Ako stabilizátory farby sa používajú aj *dusičnany* (sodný E251, draselný E252). Ich používanie je však v mnohých krajinách zakázané a aj naša legislatíva obsah dusičnanov v potravinách limituje maximálnymi prípustnými hodnotami. Dusičnany a dusitany sú zložkou životného prostredia a podieľajú sa na kolobehu dusíka v prírode. V dôsledku toho sa do potravín rastlinného pôvodu dostávajú prirodzene z pôdy, do potravín živočíšneho pôvodu z krmív a tiež aj ako prídavné látky pri spracovaní a výrobe. Hlavným zdrojom dusičnanov je zelenina a zemiaky, ktoré môžu kumulovať dusičnany v rôznych množstvách. V ovocí a živočíšnych tkanivách je ich obsah výrazne nižší, napriek tomu je potrebné ich použitie ako aditíva regulovať. V bežných koncentráciách nie sú dusičnany pre dospelých jedincov nebezpečné, lebo sa pomerne rýchlo vylučujú z organizmu močom. Potenciálna toxicita dusičnanov súvisí s ich redukciou na dusitany, ktoré po vstrebaní sa do krvi môžu u dojčiat do veku 4 mesiacov zapríčiniť oxidáciu červeného hemoglobínu (obsahuje Fe<sup>2+</sup>) na hnedý methemoglobín (obsahuje Fe<sup>3+</sup>), ktorý nie je schopný prenášať kyslík. Vznikajúci methemoglobín dokáže organizmus dospelého človeka previesť späť na hemoglobín pomocou enzýmu reduktázy, ale dojčatá v prvých mesiacoch života nemajú tento enzýmový systém ešte vyvinutý. Preto je obsah dusičnanov a dusitanov v dojčenskej výžive prísne obmedzený.

V obmedzenom množstve a rozsahu sa používajú aj ďalšie organické a anorganické látky s antimikrobiálnymi účinkami:

- niektoré antibiotiká – polypeptidy *nizín* (E234) a *natamycín* (E235) na ošetrovanie povrchu syrov a trvanlivých salám, enzým *lyzozým* (E1105) v tavených syroch, *bifenyl* a jeho deriváty (E230 – 232) na ošetrovanie povrchu citrusových plodov,
- *kyselina boritá* (E284) a *tetraboritan disodný* (E285) – povolené iba na konzervovanie kaviáru.

Samostatnú skupinu tvoria prírodné antimikrobiálne látky – *fytoncíd*y. Sú prirodzenou súčasťou rastlinného organizmu a slúžia ako pasívna ochrana proti prípadným škodcom, alebo vznikajú v rastlinných pletivách ako odpoveď rastlinného organizmu na nepriaznivý vonkajší podnet (napadnutie fytopatogénnymi organizmami, ale aj pôsobenie rôznych stresových faktorov – ošetrovanie rastliny insekticídmi, UV žiarením, chlad, prítomnosť ťažkých kovov). Fytoncíd

ny nazývané aj *rastlinné antibiotiká* alebo *rastlinné pesticíd*y sú toxické nielen pre živočíšnych škodcov (hmyz, vyššie živočíchy), ale aj pre mikroorganizmy (vírusy, plesne, baktérie). Z chemického hľadiska predstavujú početnú skupinu rôznych látok (fenoly, terpény, deriváty acetylénu, dusíkaté heterocyklické zlúčeniny, stilbény, deriváty indolu a mnohé ďalšie).

## Antioxidanty

Antioxidanty sa pridávajú do potravín, aby v nich spomalili oxidáciu najmä tukov (rastlinných i živočíšnych), ale aj ďalších zložiek potravín (napr. vonných látok). Dokážu tým významne predĺžiť trvanlivosť potravín. Oxidácia môže byť veľmi deštruktívnym dejom, môže viesť k strate nutričnej hodnoty, zmenám chemického a sensorického zloženia potravín. Oxidácia tukov sa prejaví ich zatuchnutím.

Živé živočíšne a rastlinné tkanivá obsahujú svoje vlastné antioxidanty a ochranné enzymatické systémy, ktoré však (najmä pri živočíchoch) po ich zabití prestávajú daný organizmus chrániť.

Z hľadiska chemického zloženia sú tuky estery vyšších mastných kyselín a glycerolu – acylglyceroly. Teda jednými z hlavných zložiek v ich chemickej štruktúre sú mastné kyseliny, ktoré predstavujú práve tú časť molekuly, ktorá podlieha oxidácii. Najčastejšie ide o autooxidáciu, vyvolanú podmienkami pri spracovaní alebo skladovaní potravín. Pri bežných teplotách sa vzdušným kyslíkom oxidujú iba nenasýtené mastné kyseliny, pri vyšších teplotách (pri pečení, smažení a vyprážení) dochádza k autooxidácii aj nasýtených mastných kyselín. Potreba antioxidantov preto vzrástla v súvislosti so zmenou stravovacích návykov – s presunom od konzumácie nasýtených tukov k nenasýteným, ktoré sú voči oxidácii oveľa citlivejšie.

Mechanizmus autooxidácie uhľovodíkového reťazca mastných kyselín:

Autooxidácia mastných kyselín je radikálová reťazová reakcia prebiehajúca v troch stupňoch – iniciačnom, propagačnom a terminačnom.

*Prvý stupeň – iniciácia* je reakcia štiepenia kovalentnej väzby uhlík – vodík v reťazci mastnej kyseliny za vzniku voľného vodíkového radikálu ( $H\bullet$ ) a voľného radikálu mastnej kyseliny ( $R\bullet$ ). Energiu potrebnú na štiepenie tejto väzby môže molekula kyseliny získať z rôznych zdrojov. Môže to byť tepelná energia (pečenie, smaženie, vyprážanie – táto zvýšená energia je potrebná hlavne pri štiepení pevnejšej jednoduchej väzby nasýtených mastných kyselín), žiarenie (viditeľné, UV, rádioaktívne), iný voľný radikál, alebo reakcia s kovmi.

**Druhý stupeň – propagácia** nastáva v dôsledku reakcie veľmi reaktívneho radikálu kyseliny ( $R\bullet$ ) s molekulou kyslíka, pričom vznikne peroxidový radikál ( $R-O-O\bullet$ ). Aj tento radikál je veľmi reaktívny a okamžite odštiepuje vodík z ďalšej molekuly mastnej kyseliny. Vzniká hydroperoxid ( $R-O-O-H$ ) a nový radikál mastnej kyseliny ( $R\bullet$ ). Tento stupeň autooxidácie sa môže mnohonásobne opakovať, preto autooxidáciu označujeme ako reťazovú reakciu.

**Tretí stupeň – terminácia** nastane v prípade zvýšenej koncentrácie vznikajúcich radikálov. Pri týchto podmienkach dochádza k vzájomnej reakcii dvoch radikálov ( $R\bullet + R\bullet = R-R$ ;  $R-O-O\bullet + R-O-O\bullet = R-O-O-R + O_2$ ;  $R\bullet + R-O-O\bullet = R-O-O-R$ ) a ku vzniku stabilného produktu, ktorý ukončí reťazovú reakciu autooxidácie.

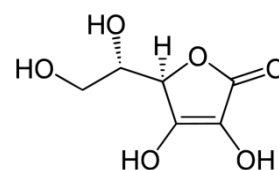
Účinok antioxidantu pri oxidácii mastných kyselín spočíva v jeho schopnosti reagovať s voľnými radikálmi autooxidačného reťazca, predovšetkým s peroxidovým radikálom ( $R-O-O\bullet$ ), pričom vznikne stabilný neradikálový produkt (napr. hydroperoxid  $R-O-O-H$ ). Radikálový zvyšok antioxidantu je pomerne stály a nie je schopný ďalej pokračovať v autooxidačnej reakcii. Úlohou antioxidantu je teda skrátenie autooxidačného reťazca a zvýšenie rýchlosti terminácie. To však znamená, že pri reakcii sa antioxidant postupne spotrebuje, takže nemôže autooxidáciu úplne zastaviť, iba ju spomaľuje.

Primárnymi produktmi autooxidácie sú hydroperoxydy a peroxydy mastných kyselín, ktoré samotné nemajú zásadný vplyv na senzorickú kvalitu tukov, ale ich oxidačné produkty vyvolávajú charakteristickú pachuť – tuchnutie tukov. Antioxidanty zabraňujú oxidácii vznikajúcich hydroperoxidov a peroxidov.

Podľa pôvodu rozdeľujeme antioxidanty na:

- prírodné (kyselina askorbová a jej soli, tokoferoly),
- syntetické (BHA, BHT, galáty).

**Vitamín C – kyselina L-askorbová** (E300) a jej soli askorbany (sodný E301, vápenatý E302) je prírodný antioxidant, ktorý má široké uplatnenie v konzervárenskej a kvasnej technológii, v technológii mäsa, tukov a cereálií. Prírodzene sa vyskytuje v potravinách rastlinného aj živočíšneho pôvodu. Najvýznamnejším zdrojom vitamínu C zo živočíšnych potravín je pečeň. Z potravín rastlinného pôvodu je to čerstvé ovocie a zelenina. Najvyššiu koncentráciu kyseliny L-askorbovej obsahuje ovocie *acerola* ( $17 - 6 \text{ g kg}^{-1}$ ) nazývaná aj barbadoská alebo západoindická čerešňa a *kakadu-slivka* ( $23 - 32 \text{ g kg}^{-1}$ ) plod stromu *Terminalia ferdinandiana* pôvodom z Austrálie. Bohatými zdrojmi C vitamínu sú aj šípky, čierne ríbezle, petržlenová vňať, rakytník. Tieto potraviny sa však nekonzumujú pravidelne ani v dostatočných množstvách, a preto väčší význam pre príjem vitamínu C majú potraviny, v ktorých je obsah vitamínu C iba priemerný, ale zato sa konzumujú pravidelne a vo väčšom množstve (napr. zemiaky).



**Vitamín E** predstavuje skupina viacerých látok, tzv. ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -, $\delta$ -)tokoferolov (E306-309). Najvýznamnejším lipofilným antioxidantom je  **$\alpha$ -tokoferol** (E307). Mechanizmus anti-

oxidačného účinku tokoferolov je podobný ako u iných lipofilných antioxidantov, t. j. reagujú s hydroperoxidovými radikálmi lipidov, pričom vznikajú hydroperoxydy a radikály tokoferolov. Vznikajúce radikály tokoferolov sú slabo reaktívne a nemôžu štiepiť ďalšie molekuly lipidov, čím sa preruší reťazová autooxidačná reakcia uhľovodíkového reťazca mastnej kyseliny. Vitamín E sa nachádza hlavne v potravinách rastlinného pôvodu, v menšej miere v živočíšnych potravinách a v niektorých kvasinkách a hubách. Najväčší obsah vitamínu E majú oleje z obilných klíčkov, menej rastlinné oleje – repkový, slnečnicový, sójový. V týchto potravinách sa obsah vitamínu E pohybuje v množstvách niekoľko sto až niekoľko tisíc mg kg<sup>-1</sup>. V ovocí a zelenine jeho obsah zvyčajne nepresahuje 10 mg kg<sup>-1</sup>. Živočíšne tuky obsahujú oveľa menej vitamínu E ako rastlinné oleje, iba niekoľko desiatok mg kg<sup>-1</sup>.

Antioxidačné účinky prejavujú aj niektoré rastlinné materiály, napríklad viaceré byliny a koreniny. Na predĺženie trvanlivosti potravín sa oddávna používal rozmarín alebo šalvia, ale tiež oregano, tymian, klinčeky alebo kurkuma. Tieto prírodné materiály obsahujú jednoduché fenoly, fenolové kyseliny a ich deriváty, flavonoidy, diterpény a ďalšie látky, ktoré vykazujú antioxidačné a antimikrobiálne účinky. Prírodné antioxidanty sa zvyčajne získavajú z rastlín vo forme extraktov, ktoré však majú obmedzené použitie, lebo môžu ovplyvniť vôňu a chuť potraviny, v ktorej boli použité.

K najčastejšie využívaným syntetickým antioxidantom zaraďujeme *butylhydroxyanizol* – BHA (E320), *butylhydroxytoluén* – BHT (E321) a *galáty* t. j. estery kyseliny galovej (propyl-, oktyl-, dodecylgalát E310-312). BHA sa používa na ochranu tukov obsahujúcich mastné kyseliny s kratšími reťazcami, t. j. rastlinných olejov (kokosového, palmového). BHT je účinnejší ako antioxidant živočíšnych tukov. Galáty sa v malých množstvách nachádzajú aj v niektorých potravinách rastlinného pôvodu, ale vzhľadom nato, že sú rozpustné nielen v tukoch ale aj vo vode, sú vhodné aj na stabilizáciu živočíšnych tukov. V praxi sa využíva predovšetkým propylgalát, ktorý je však pomerne nestály, a preto nevhodný pre tuky, ktoré sa používajú na smaženie, t. j. pri teplotách vyšších ako 190 °C.

Účinok antioxidantov sa zosilňuje pri použití viacerých z nich súčasne, tento jav sa označuje pojmom *synergizmus*. Napríklad galáty vykazujú synergizmus s BHA a BHT, BHA vykazuje synergizmus s BHT a vitamínom C. Všetky spomenuté syntetické antioxidanty vykazujú silnejší alebo slabší tzv. *carry-through efekt*, čo znamená, že ich antioxidačný účinok sa prenáša aj do produktu po konečnom tepelnom spracovaní potraviny. Synergický efekt vykazuje aj kombinácia vitamínov E a C.

Antioxidanty sú len jedným zo spôsobov ochrany potravín pred nežiaducou oxidáciou. Na jej oddialenie je účinné aj použitie ochranných obalov (s inertnou atmosférou alebo evakuovaných), prípadne zmrazovanie potravín.

Prídavok antioxidantov môže spomaľovať aj procesy starnutia ľudského organizmu (keďže ide v podstate tiež o radikálové oxidačné reakcie), vitamín E v tele tiež chráni vitamín A pred jeho oxidáciou.

## Látky upravujúce chuť a vôňu

Jedným z najvýznamnejších faktorov vo výžive človeka, ktorý ovplyvňuje druh a množstvo konzumovanej stravy a jej využiteľnosť ľudským organizmom, je senzorická – zmyslová akosť potraviny. Senzorická akosť potravín je daná prítomnosťou senzoricky aktívnych látok, t. j. látok, ktoré vnímame zmyslami čiže čuchom, zrakom, chuťou, prípadne hmatom. Vyvolávajú teda rôzne vnemy – čuchový, zrakový, chuťový, hmatový. Takéto vlastnosti látok označujeme spoločným pojmom *organoleptické vlastnosti*.

Organoleptické vlastnosti požívateľín vyvolané spoločným vnemom vône a chuti označujeme termínom *aróma*, vyvolané zrakovým vnemom termínom *farba* a hmatovým vnemom termínom *textúra*. Pod pojmom textúra sa rozumie *vzhľad a tvar* a mechanické vlastnosti, t. j. *konzistencia* potraviny.

Do tejto skupiny prídavných látok zaraďujeme:

- vonné a chuťové (aromatické) látky,
- náhradné sladidlá,
- okysľujúce látky (acidulanty) a regulátory kyslosti,
- horké a povzbudzujúce látky,
- intenzifikátory arómy.

### Vonné a chuťové (aromatické) látky

Pojmom *aromatické látky* označujeme látky pôsobiace na čuchové a (alebo) chuťové receptory človeka súčasne, t. j. látky, ktoré vyvolávajú komplexný (jednotný) senzorický vnem vône a chuti. Dnes sa často označuje aj anglickým termínom *flavour*.

Vonné a chuťové látky (aromatické látky) sú určené nato, aby potravine pridali chýbajúcu alebo málo intenzívnu arómu. Z hľadiska pôvodu ich rozdeľujeme na:

- *prírodné aromatické látky* – získavajú sa z prírodných surovín biotechnologickými postupmi,
- *aromatické látky identické s prírodnými* – získavajú sa syntetickými postupmi, ale svojím zložením zodpovedajú prírodným látkam,
- *umelé aromatické látky* – získavajú sa synteticky; ich zloženie je odlišné od prírodných aromatických látok.

Väčšina aromatických látok sa uplatňuje vo forme zmesí, ktoré sa delia na:

- *aromatické prípravky* – získavajú sa z požívateľín a ďalších materiálov rastlinného a živočíšneho pôvodu,
- *reakčné aromatické prípravky* – vznikajú reakciami rôznych látok zahriatím pri teplote do 180 °C,
- *dymové aromatické prípravky* – vznikajú pri údení potravín.

Potraviny, ktoré majú výlučne sladkú, slanú, kyslú alebo horkú chuť a tiež materiály, ktoré majú vlastnú arómu, ale na výrobu aromatických látok a prípravkov sa nepoužívajú, nepovažujeme za aromatické látky.

Vôňa potraviny zvyčajne nie je určená prítomnosťou jedinej látky – ide o komplexný vnem vyvolaný zložitou zmesou veľkého počtu vonných látok. Odhaduje sa, že množstvo rôznych vonných látok v požívatinách dosahuje hodnotu takmer 10 000. V potravinách sa bežne vyskytuje niekoľko sto vonných látok, na výslednej vôni sa však zvyčajne podieľa iba zopár tzv. kľúčových zložiek. Okrem týchto prirodzene sa v potravinách vyskytujúcich – *primárnych vonných látok*, môžu vznikať v potravinách aj tzv. *sekundárne vonné látky*, ako výsledok metabolizmu mikroorganizmov pri kvasných procesoch, alebo v dôsledku oxidácie a degradácie labilných zložiek potravín, prípadne ako produkty termických procesov pri technologickom spracovaní potravín. Z hľadiska chemického zloženia nachádzame vonné látky prakticky vo všetkých skupinách organických látok.

Citlivosť organizmu na intenzitu vône je rozdielna a závisí od fyziologického stavu, psychologických podmienok, patologických zmien a iných faktorov ovplyvňujúcich organizmus. Všeobecne platí, že vôňu citlivejšie vnímajú ženy, vnímanie sa výrazne znižuje s vekom človeka, pri rôznych ochoreniach alebo v období tehotenstva. Fajčiari tiež majú zníženú vnímavosť niektorých vôní. Dlhodobejší účinok na čuchový orgán vedie k adaptácii na danú vôňu, pričom vôňu prestávame vnímať. Toto znecitlivenie je však iba dočasné, po zmene prostredia a „neutralizácii čuchu“, môžeme danú vôňu opäť registrovať. Časť populácie trpí tzv. *čuchovou slepotou* (anosmia), čo je neschopnosť vnímať čuchové podnety.

Mierou intenzity vône, ktorá však závisí od prostredia, je *prah detekcie* (*detection threshold*) a *prah rozpoznania* (*recognition threshold*). Prah detekcie je prahová hodnota teda najnižšia koncentrácia vonnej látky, ktorú sme schopní zistiť čuchom. Prah rozpoznania je koncentrácia, pri ktorej vieme identifikovať kvalitu vonnej látky. Významnú úlohu v zmesiach vonných látok zohráva synergizmus a antagonizmus, t. j. zvýšenie a zníženie intenzity vône v dôsledku prítomnosti určitých látok. Napríklad vôňa (skôr zápach) kyseliny maslovej sa zintenzívňuje v prítomnosti kyseliny izovalérovej, naopak v prítomnosti kyseliny octovej sa jej intenzita znižuje.

Chuťové látky vyvolávajú chuťové vnemy prostredníctvom špecializovaných receptorov lokalizovaných v ústnej dutine, predovšetkým na jazyku. *Sladká* chuť je vnímaná na špičke jazyka, *slaná* na určitých častiach horného povrchu, *kyslá* na bokoch a *horká* na koreni jazyka a na mäkkom podnebí. Okrem týchto štyroch základných chutí reagujú chuťové receptory v celej ústnej dutine aj na ďalšie vnemy – *trpkú*, *štipľavú* a tzv. *umami* chuť. Umami – chuť kyseliny glutamovej a jej solí, je považovaná za piatu základnú chuť a opisuje sa ako plná, jemná, mäsová, prinášajúca pocit uspokojenia v ústach (umami v japončine znamená lahodná). Miera intenzity chuti sa vyjadruje podobne ako je to u vonných látok, teda prahovými hodnotami *detekcie* a *rozpoznania* (*detection threshold*, *recognition threshold*).

*Sladká chuť* sa bežne spája s cukrami, ktoré sa však navzájom líšia v jej kvalite a intenzite. Sladké sú monosacharidy, oligosacharidy, niektoré od nich odvodené alkoholy a tiež ďalšie zlúčeniny. Ako štandard pri senzorickom hodnotení sladkosti látok sa používa sacharóza, resp. jej 10 % roztok. Väčšina cukrov je však menej sladká ako sacharóza, niektoré nie sú vôbec sladké, dokonca môžu byť až horké. Tieto látky spolu s medom nezaraďujeme medzi aditíva, ale medzi tzv. výživové (nutričné) sladidlá, lebo sú zdrojom energie a majú teda výživovú hodnotu. Existujú aj zlúčeniny, ktoré majú celkom odlišnú štruktúru ako cukry a sú oveľa sladšie ako sacharóza. Tieto zlúčeniny patria medzi aditíva a zaraďujeme ich do skupiny náhradných sladidiel.

*Slaná chuť* je typická pre anorganické soli, hlavne halogenidy, sírany, fosforečnany, dusičnany, amónne soli a uhličitany alkalických kovov a kovov alkalických zemín. Najväčší význam pre prax má však chlorid sodný NaCl, ktorý sa vyskytuje prakticky vo všetkých potravinách, buď ako prirodzená súčasť alebo ako aditívum. Ľudský organizmus potrebuje sodík a chlór, z ktorých sa NaCl skladá na normálne fungovanie buniek a orgánov. Sodík je nevyhnutný pri udržiavaní primeraného množstva vody v tele, napomáha šíreniu nervových vzruchov a je potrebný pri svalovej kontrakcii.

Chlorid sodný (kuchynská soľ) sa do potravín pridáva z viacerých dôvodov:

- na dosiahnutie požadovaných organoleptických vlastností potravinárskych výrobkov a pokrmov,
- z dôvodu úpravy technologických podmienok výroby (napr. pri výrobe chleba a pečiva na stabilizáciu cesta pri mechanickom spracovaní, pri výrobe tavených syrov ako súčasť taviacich solí, pri výrobe údenín v mäsovom priemysle na zvýšenie rozpustnosti svalových bielkovín a ich emulgáciu),
- pri konzervovaní znižuje aktivitu vody v potravine, čím sa vytvárajú podmienky, pri ktorých sa zastavuje rast a rozmnožovanie nežiaducich mikroorganizmov,
- na reguláciu fermentačných procesov a potláčanie rastu nežiaducej mikroflóry (napr. pri kysnutí cesta, zrení syrov, kvasení kapusty a uhoriek).

Chlorid sodný je pre ľudský organizmus nevyhnutný, ale jeho nadbytok spôsobuje zdržiavanie vody v organizme, s čím súvisí zaťažovanie obličiek, srdca a krvného obehu. Pri niektorých ochoreniach (vysoký krvný tlak, opuchy) je potrebné dodržiavať neslanú diétu, pri ktorej sa NaCl nahrádza koreninami alebo inými soľami. Najčastejšie sa používa chlorid draselný KCl, ktorý svojimi technologickými a konzervačnými vlastnosťami najlepšie nahrádza chlorid sodný, ale z hľadiska chuťových vlastností môže vnášať do potraviny okrem slanej chuti aj chuť horkú. Používa sa preto v zmesiach aj s inými slanými látkami, ktoré korigujú horkú chuť. Takýmto spôsobom je však možné nahradiť iba časť kuchynskej soli v potravinách, jednak kvôli horkej chuti, ale aj z dôvodu, že zvýšený obsah draslíka nie je vhodný pre ľudí s poruchami obličiek. Potravinári hľadajú preto látky, ktoré by slanú chuť prítomnej soli zvýraznili. Ako najvhodnejší sa javí glutaman, prídavok ktorého umožňuje zníženie celkového obsahu sodíka v potravine až o tretinu.



Nositelmi *kyslej chuti* v potravinách sú väčšinou nedisociované alebo disociované formy organických kyselín, hlavne citrónovej a jablčnej, ale aj askorbovej, vínnej, mliečnej, octovej, propionovej. Kyslosť potravín súvisí s prítomnosťou hydroxóniových kationov  $H_3O^+$ , t. j. s hodnotou pH biologických sústav. Hodnota pH je veľmi dôležitý faktor, ktorý okrem sensorických vlastností potravín (chuť, vôňa, farba) ovplyvňuje aj oxidačno-redukčný potenciál sústavy, mnohé enzymatické a chemické reakcie, rast a rozmnožovanie mikroorganizmov. Na základe hodnoty pH rozlišujeme potraviny:

- veľmi kyslé – ich šťava má  $pH < 4,0$  (ovocie hlavne pred dozretím, kyslomliečne výrobky),
- málo kyslé –  $pH$  je v rozpätí 4,0 až 6,5 (čerstvá zelenina, mäso a mäsové výrobky, tvrdé sýry),
- nekyslé –  $pH > 6,5$  (čerstvé mlieko, vajcia).

*Horkú chuť* v potravinách majú mnohé prirodzene sa vyskytujúce organické zlúčeniny – niektoré aminokyseliny, peptidy, amíny a amidy, ketóny, dusíkaté heterocyklické zlúčeniny. Horké sú aj niektoré anorganické soli. Horká chuť sa zvyčajne prejavuje až pri vyšších koncentráciách. Určitý stupeň horkosti je pre niektoré potraviny žiaduci a typický (grapefruit, kakao, káva, pivo, tonikové nápoje), inokedy je horká chuť potravín považovaná za nežiaducu pachuť. Za štandard horkej chuti sa najčastejšie berie chinín alebo kofeín. Podľa pôvodu klasifikujeme horké látky na:

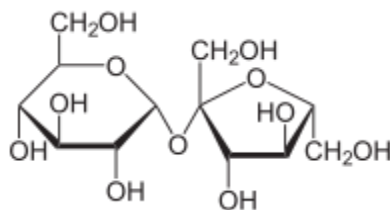
- prirodzene sa vyskytujúce v určitých potravinách,
- vznikajúce pri spracovaní a skladovaní potravín v dôsledku prebiehajúcich chemických a enzymatických reakcií,
- vznikajúce v dôsledku kontaminácie nežiaducimi mikroorganizmami,
- zámerne pridané ako aditíva.

*Trpkú (astringentnú) chuť* v ústach vyvolávajú niektoré polymérne fenolové zlúčeniny prítomné v potravinách rastlinného pôvodu, ktoré označujeme spoločným názvom triesloviny alebo aj taníny. *Triesloviny* ako prirodzené zložky potravín majú značný význam, lebo môžu podstatnou mierou ovplyvniť ich žiaduce alebo nežiaduce vlastnosti. Primeraná trpkosť sa požaduje napr. v červených vínach, v pive, čaji, káve alebo pri kakau. Nežiaducu trpkosť má nezrelé ovocie, napr. banány.

*Štiplavá chuť* je typická pre viaceré druhy korenín (paprika, korenie, zázvor, klinčeky) a ich zmesi (kari), tiež pre niektoré druhy zeleniny (chren, reďkev, reďkvičky, cesnak, cibuľa, horčica). Všeobecne známe štiplavé látky sú alkaloidy kapsaicín v paprike a piperín v korení alebo aminokyseliny allín v cesnaku a izoallín v cibuli.

## Sladidlá

**Cukor (sacharóza)** poskytuje pocit sladkosti a je zdrojom energie. Spája sa však s množstvom zdravotných problémov, vrátane kazenia sa zubov, príberania na váhe a nemôžu ju prijímať diabetici. Sladkosť všetkých iných sladidiel porovnávame so sacharózou. Sacharóza je disacharid, hneď v žalúdku sa rozkladá na glukózu a fruktózu. Fruktóza sa používa aj ako sladidlo pre diabetikov, pretože problém pre diabetikov predstavuje glukóza.



sacharóza

Zlúčenina	Relatívna sladkosť
Glukóza	0,74
Fruktóza	1,73
Laktóza	0,16
Sacharóza	1,00
Maltóza	0,33

Mnohé látky, ktoré majú OH skupiny na susediacich uhlíkoch, sú sladké (aj jedovatý etylénglykol, aj glycerín, používaný ako zvlhčovacie činidlo).

Zrejmu funkciou sladidiel je poskytovať sladkú chuť. Cukor má ale v potravinách množstvo ďalších funkcií:

- dodáva textúru pekárske výrobkom,
- udržiava vlhkosť koláčov,
- znižuje teplotu tuhnutia zmrzlín,
- je konzervačným prostriedkom v džemoch,
- zväčšuje objem likérov,
- zosilňuje ostrý pocit v nealkoholických nápojoch,
- dodáva objem pečeným výrobkom.

Náhradné sladidlá nedokážu poskytovať všetky tieto vlastnosti.

**Náhradné sladidlá** sú látky, ktoré sa svojím chemickým zložením často veľmi výrazne líšia od prirodzených (výživových) sladidiel – cukrov, ale svojou sladkosťou ich často mnohonásobne prevyšujú. Podľa pôvodu ich rozdeľujeme do nasledovných skupín:

- prírodné látky,
- syntetické látky identické s prírodnými (modifikované prírodné látky),
- syntetické látky.

Podľa spôsobu použitia rozdeľujeme náhradné sladidlá do dvoch skupín:

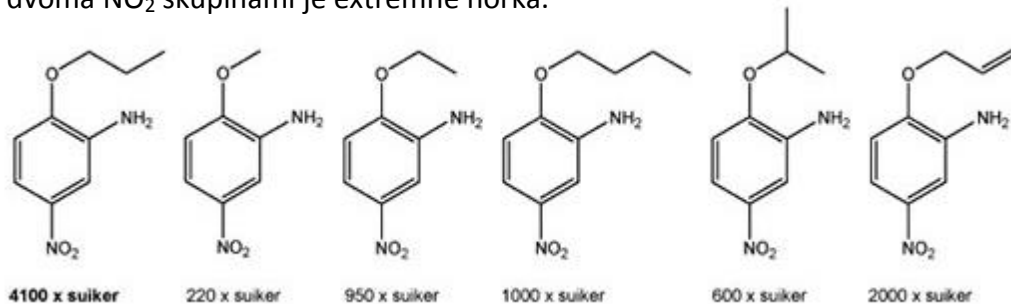
- objemové (výživové) sladidlá,
- intenzívne (nevýživové) sladidlá.

**Objemové sladidlá** sú z hľadiska chemického zloženia alkoholy cukrov, napr. *sorbitol* (E420), *manitol* (E421), *maltitol* (E965), *laktitol* (E966), *xylitol* (E967). Tieto sladidlá sú síce aj zdrojmi využiteľnej energie, ale poskytujú ju v menšej miere ako rovnaké množstvo sacharózy. Sú menej sladké ako sacharóza. Mohli by sme ich teda označiť ako

nízkoenergetické „light“ sladidlá, ktoré sa uplatňujú napr. pri výrobe pekárskeho výrobku s nízkym obsahom energie. Okrem toho viaceré z nich sú *nekariogénne* (nepodporujú zubný kaz), a preto sa používajú pri výrobe takých výrobkov ako je zubná pasta alebo ústna voda. Niektoré vo väčších množstvách pôsobia laxatívne (preháňajú).

Medzi *intenzívne* (nevýživové) *sladidlá* zaradujeme všetky ostatné prírodné, modifikované prírodné a syntetické látky ako je *acesulfám K* (E950), *aspartám* (E951), *cyklamáty* (E952), *sacharín* (E954), *taumatín* (E957) a ďalšie. Tieto látky predstavujú pomerne širokú skupinu rôznych chemických látok (peptidy, proteíny, glykozidy), ktoré poskytujú výraznú sladkú chuť bez energie. Vzhľadom nato, že sú oveľa sladšie ako bežné cukry, používajú sa v minimálnych množstvách hlavne ako stolové sladidlá a pri výrobe nápojov.

Sladidlo *P4000* 5-nitro-2-propoxy benzén amín a príbuzné zlúčeniny boli pripravené začiatkom 60. rokov v Holandsku P. Verkadem. Ich použitie ako sladidiel bolo zakázané pre možné toxické účinky. Zobrazené vzorce ukazujú, ako malá zmena štruktúry výrazne mení chuť danej molekuly. Zlúčenina, ktorá má oproti P4000 vymenené NO<sub>2</sub> a NH<sub>2</sub> skupiny, je bez chuti, s dvoma NO<sub>2</sub> skupinami je extrémne horká.

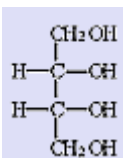
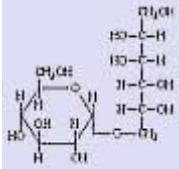
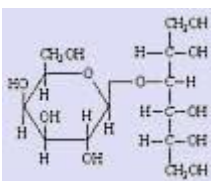
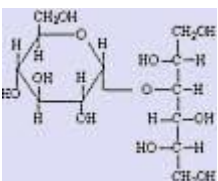
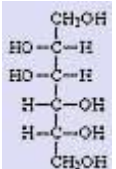
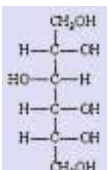
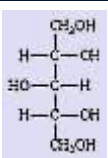


Z prírodných nevýživových sladidiel sa v potravinárskej praxi využíva *fylodulcin*, ktorý sa v prírode nachádza v listoch rastliny hortenzie (*Hydrangea opuloides*), používa sa na sladenie cukrárskeho výrobku a žuvačiek. Japonci ním sladia aj čaj. Rastlinný pôvod majú aj *glykozidy steviolu*, ktoré tvoria súčasť listov rastlín stévie (*Stévia rebaudiana Bertoni*). Táto rastlina pochádza zo Strednej a Južnej Ameriky, kde ju už po stáročia pestovali domorodci ako tradičné sladidlo do čajov a nápojov. Listy stévie obsahujú sladký steviozid a rebaudiozid A, zlúčeniny 200 až 300-krát sladšie ako cukor. Ako sladidlo do nápojov, cukrovínok a žuvačiek sa už dlhšiu dobu používa v ázijských krajinách, ale aj v USA, Austrálii a na Novom Zélande. V EÚ sú glykozidy steviolu schválené ako sladidlo od roku 2011.

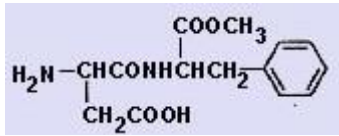
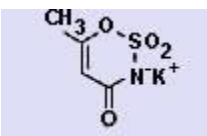
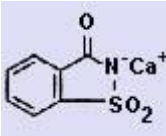
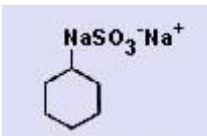
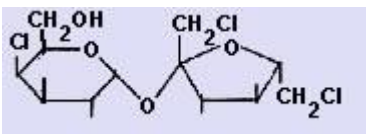
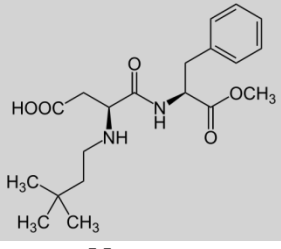
Zo skupiny syntetických (nevýživových) sladidiel sú všeobecne známe napr. aspartam, cyklamáty a sacharín. *Aspartam* je chemická zlúčenina – metylester dipeptidu s obsahom fenylalanínu. Vo vodných roztokoch, v kyslom prostredí a pri zvýšenej teplote hydrolyzuje, pričom ako konečné produkty vznikajú aminokyseliny asparágová a fenylalanín. Nie je preto vhodný pre pacientov s fenylketonúriou (vrodená metabolická porucha – hromadenie aminokyseliny fenylalanínu a jej derivátov v dôsledku nedostatočnej aktivity fenylaminoxidázy – dôsledkom sú poruchy mentálneho vývoja). Pod skupinový názov *cyklamáty* zaradujeme kyselinu cyklámovú a jej soli – cyklamát sodný a draselný. Vykazujú vedľajšiu horkú pachuť. Aj *sacharín* a jeho soli (sodná, draselná a vápenatá) vykazuje slabšiu kovovú a

horkú príchuť, ktoré je však možné maskovať laktózou alebo inými sladidlami. V takejto kombinácii má tiež zosilňujúci (synergický) účinok na sladkosť.

### Objemové sladidlá

Chemická štruktúra	Sladkosť	Opis
 <p style="text-align: right;"><b>Erytritol</b></p>	60% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Erytritol</b> je hydrogenovaná erytróza. Je len stredne rozpustný.
 <p style="text-align: right;"><b>Izomalt</b></p>	45% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Izomalt</b> je hydrogenovaná izomaltulóza. Je pomerne málo rozpustný.
 <p style="text-align: right;"><b>Laktitol</b></p>	35% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Laktitol</b> je hydrogenovaná laktóza. Je veľmi dobre rozpustný.
 <p style="text-align: right;"><b>Maltitol</b></p>	80% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Maltitol</b> je hydrogenovaná maltóza. Je veľmi dobre rozpustný.
 <p style="text-align: right;"><b>Manitol</b></p>	50% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Manitol</b> je hydrogenovaná glukóza. Je veľmi málo rozpustný.
 <p style="text-align: right;"><b>Sorbitol</b></p>	60% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Sorbitol</b> je hydrogenovaná glukóza. Je veľmi dobre rozpustný.
 <p style="text-align: right;"><b>Xylitol</b></p>	100% zo sladkosti cukru (sacharózy)	<b>Xylitol</b> je hydrogenovaná xylóza (drevný cukor). Sladkosťou sa vyrovná cukru. Je tiež veľmi dobre rozpustný. Je nekariogénny.

## Intenzívne sladidlá

Chemická štruktúra	Sladkosť	Opis
 <p><b>Aspartam</b></p>	200-krát sladší ako cukor	<p><b>Aspartam</b> je dipeptid, zložený z aspartovej kyseliny a fenylalanínu. Obe sú prírodnými látkami.</p> <p><i>Nevhodný pre fenylketonurikov.</i></p>
 <p><b>Acesulfam-K</b></p>	200-krát sladší ako cukor	<p><b>Acesulfam-K</b> nemá až takú dobrú chuť ako aspartam, ale zosilňuje chuť iných sladidiel (synergický efekt).</p>
 <p><b>Sacharín</b></p>	300-krát sladší ako cukor	<p><b>Sacharín</b> je syntetickým sladidlom asi 300 krát sladším než cukor. Vo veľkých koncentráciách nechutí dobre, sladkosť sa zosilňuje acesulfamom K.</p>
 <p><b>Cyklamát sodný</b></p>	30-krát sladší ako cukor	<p><b>Cyklamáty</b> nie sú až také sladké ako iné intenzívne sladidlá. Ani ich chuť nie je vo vyšších koncentráciách najvhodnejšia, vyhovuje len v zmesiach.</p>
 <p><b>Sukralóza</b></p>	600-krát sladší ako cukor	<p><b>Sukralóza</b> je modifikovaná sacharóza. Výsledkom toho je, že telo nie je schopné ju využívať na energiu a teda zatiaľ čo si ponecháva sladkosť cukru, „nemá žiadne kalórie“. Je tiež jedným z najsladších umelých sladidiel.</p>
 <p><b>Neotam</b></p>	7000 – 13000- krát sladší ako cukor	<p><b>Neotam</b> je derivátom aspartamu, pri jeho metabolizme sa neuvolňuje fenylalanín.</p> <p><a href="http://www.neotame.com/">http://www.neotame.com/</a></p> <p>Účinkuje aj ako zvýrazňovač chuti. V EÚ zatiaľ nie je povolený.</p>

Zaujímavosťou v histórii objavov týchto intenzívnych sladidiel je, že tri z nich – sacharín (1878), aspartam (1965) a aj sukralóza (1976) boli objavené náhodne, keď si príslušný pracovník olízal prsty obliate roztokom danej látky.

*Sukralóza* má mnoho predností: vyrába sa z prírodného cukru a tak aj chutí. Nespôsobuje zubný kaz, je odolná voči teplotným zmenám, takže sa dá používať aj pri varení a pečení, je vhodná pre deti, tehotné ženy i diabetikov (čo zatiaľ nevyvrátila žiadna štúdia). Nemá žiadne dokázané vedľajšie účinky, dobre znáša kyslé a suché prostredie. Bežne sa používa v nápojoch bez cukru, nízkokalorických jogurtoch či zmrzlínach a cereáliách. Obsahuje síce chlór, čo prekáža jej odporcom, tento je však viazaný kovalentne, takže sa neuvoľní. Na rozdiel od chlórovaných insekticídov je sukralóza nerozpustná v tukoch, takže sa nemôže hromadiť v organizme.

Stále bežnejšie je používanie zmesí sladidiel, čo výrazne zlepšuje ich vlastnosti a vďaka synergii znižuje ich potrebné množstvo.

Ďalšie informácie poskytujú tieto stránky:

<http://www.natvia.com>

<http://www.novasladiidla.cz> (cukor, sacharín, aspartam, erytritol, xylitol)

<http://www.agfoods.eu/sk/sladiidla-87>

<http://pdf.truni.sk/e-skripta/vczv1/index.htm>

<http://www.eufic.org/article/sk/artid/aspartame/> ČASOPIS FOOD TODAY 07/1999

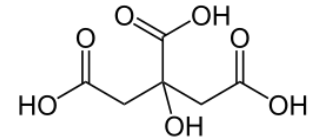
<http://primar.sme.sk/c/6744081/aspartam-cierna-ovca-medzi-slackymi-chutami.html>

<http://www.cas.sk/clanok/267628/potravinovy-postrach-aspartam-aky-je-verdikt-ucinkov-sladiidla-na-ludi.html>

## Okysľujúce látky (acidulanty) a regulátory kyslosti

Ako aditíva upravujúce kyslú chuť potravín sa využívajú organické a anorganické kyseliny, väčšinou identické s tými, ktoré sa prirodzene vyskytujú v potravinách. Úlohou *okysľujúcich látok* v potravinách, okrem tvorby kyslého chuťového vnemu je aj úprava hodnoty pH v potravine. Hodnota pH je mierou kyslosti alebo zásaditosti potraviny a súčasne dôležitým činiteľom pri zabezpečovaní neškodnosti a väčšej trvanlivosti potravín. Viaceré *acidulanty* majú antimikrobiálne účinky a plnia aj úlohu konzervačných látok (*kyselina octová* E260, *propiónová* E280). Môžu však pôsobiť aj ako aromatické látky (*kyselina jantárová* E363, *fumarová* E297), stabilizátory farby (*kyselina askorbová* E300, *citrónová* E330), látky podporujúce pôsobenie antioxidantov alebo emulgátorov (*kyselina vínna* E334, *jablčná* E296, *fosforečná* E338). Potláčajú tvorbu zákalov (*kyselina mliečna* E270), používajú sa na hydrolýzu proteínov (*kyselina chlorovodíková* E507).

Ďaleko najdôležitejšou, najúčinnnejšou a najpoužívanejšou kyselinou je *kyselina citrónová*. Používa sa v potravinárskych výrobkoch, nápojoch, ale aj vo farmaceutickom priemysle a poľnohospodárstve. Použitie kyseliny citrónovej a citranu sodného v potravinách a nápojoch zahŕňa:



- poskytnúť ostrosť v sýtených a nesýtených nápojoch a cukrovinkách,
- poskytnúť optimálne podmienky pre želatinovanie džemov, gélov, cukrovíniiek a zákuskov,
- poskytnúť optimálne podmienky pre stabilizáciu emulzií (tavené syry a mliečne produkty),
- zabrániť hnednutiu šalátov,
- v mrazených výrobkoch zvyšovať účinok antioxidantov a zabrániť ich kazeniu,
- obmedziť tepelné spracovanie konzervovaného ovocia a zeleniny,
- antioxidačné pôsobenie v tukoch a olejoch,
- ako konzervačná látka, pomocná látka a modifikátor textúry mäsových výrobkov.

*Kyselina fosforečná* je druhým najpoužívanejším okyslovadlom v potravinárskom priemysle. Za túto pozíciu a dôležitosť vďačí jedinému produktu – kole.

*Kyselina jablčná* má podobné využitie ako kyselina citrónová; uprednostňuje sa v nízkokalorických nápojoch, muštach a jablkových nápojoch. Jej nevýhodou je vyššia cena.

*Kyselina mliečna* sa široko používa pri výrobe cukrovíniiek, v konzervárenstve a ako surovina pri výrobe emulgátorov pre pekárske priemysel.

*Kyselina vínna* bola prvým regulátorom kyslosti používaným vo veľkých množstvách v potravinárskom priemysle. V mnohých aplikáciách bola nahradená kyselinou citrónovou. Najviac sa dnes používa ako surovina na výrobu emulgátorov (*DATEM diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides*). Ide o veľmi významné emulgátory, viažu proteíny a škrob, používané na zlepšenie trvanlivosti chleba.

*Kyselina octová* sa široko využíva najmä v konzervárenstve, pretože má bakterio-statické účinky.

*Kyselina fumarová* je regulátorom kyslosti s najvýraznejšou chuťou. Má obmedzené použitie pre malú rozpustnosť. Používa sa najmä v práškových pudingoch a nápojoch. Viac sa využíva pri výrovo krmiva pre zvieratá.

Okrem kyselín k acidulantom priradujeme aj aditíva, z ktorých kyseliny vznikajú pri tepelných operáciách alebo hydrolýzou. Ide predovšetkým o uhličitaný (sodný E500, draselný E501, amónny E503), ktoré sa používajú ako kypriace prípravky alebo pri výrobe šumivých nápojov.

Úlohou *regulátorov kyslosti* je úprava a udržiavanie kyslosti alebo zásaditosti (hodnoty pH) na určitej hladine potrebnej z dôvodu technologického spracovania, primeranej

chuti alebo mikrobiálnej bezpečnosti potraviny. Z hľadiska chemického zloženia sú to väčšinou soli kyselín s pufrujúcimi účinkami alebo alkalické látky. Aj tieto aditíva okrem svojej hlavnej úlohy plnia niektoré ďalšie funkcie. Napríklad *octan vápenatý* (E263) sa používa aj ako zahusťovadlo v zmesiach na plnky koláčov, do pudingových práškov a pod. Ako stabilizátory disperzných zmesí sa používajú di-, tri- a polyfosforečnany (E450-452). Hydroxid sodný (E524) sa používa tiež na neutralizáciu hydrolyzátov bielkovín, pri šúpaní ovocia a zeleniny, alebo pri odstraňovaní horkej chuti olív.

## Horké a povzbudzujúce látky

Horkú chuť majú mnohé organické a anorganické zlúčeniny prirodzene sa vyskytujúce v surovinách potravinárskeho priemyslu. Do kategórie horkých a povzbudzujúcich aditív sú zaradené a legislatívne povolené iba oktaacetylsacharóza a dva alkaloidy – kofeín a chinín. Tieto zlúčeniny nemajú priradené číslo E a ich prídavok do potravín je striktne regulovaný. *Oktaacetylsacharóza* sa hydrolyzuje na kyselinu octovú a sacharózu, ktoré sa metabolizujú bežným spôsobom, takže môže byť pridávaná v potrebnom množstve. Kofeín a chinín sú však alkaloidy a tie všetky vykazujú rôzny stupeň toxicity. Preto *kofeín* môže byť používaný ako aditívum iba v maximálnom množstve  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  k nealkoholickým nápojom a v nevyhnutnom množstve k liehovinám. *Chinín* je tiež povolený len pre nealkoholické nápoje v množstve maximálne  $75 \text{ mg kg}^{-1}$  a liehoviny v množstve max.  $300 \text{ mg kg}^{-1}$ . Pri použití týchto dvoch alkaloidov ako prídavných látok, musí byť na obale výrobku písomné upozornenie o ich prítomnosti, pretože napr. chinín môže u tehotných žien vyvolať potrat. Kofeín v denných dávkach menších ako  $3 \text{ mg kg}^{-1}$  pôsobí ako stimulant nervového systému a ako močopudná látka, pri vysokých dávkach však má nepriaznivé neuroendokrinné účinky.

## Intenzifikátory arómy

Intenzifikátory arómy sú látky, ktoré síce vlastnú arómu nemajú, ale ich prídavok zvýrazňuje alebo modifikuje pôvodnú arómu potraviny. Do tejto skupiny aditív patria kyselina glutámová (E620), gaunylvá (E626), inozínová (E630), ich soli glutamany (E621 – 625), guanylany (E627 – 629), inozinany (E631 – 633) a tiež vápenaté a disodné soli 5c-ribonukleotidov (E634 – 635).

Zvláštny význam má kyselina glutámová, resp. jej sodná soľ *glutaman sodný* – glutamát. Je nositeľom vlastnej chuti – *umami*, ktorá je považovaná aj za piatu základnú chuť. Glutamát je prirodzene sa vyskytujúca aminokyselina, ktorá je viazaná v bielkovinách, ale vyskytuje sa aj v neviazanej forme v bunkách aj v krvi. Voľný glutamát sa v potravinách vyskytuje v prirodzených koncentráciách od stotín po desatiny percent celkovej hmotnosti, vo zvýšenej miere hlavne v paradajkách, brokolici, hubách, v hrachu, v morských živočíchoch, vlašských orechoch, vo viacerých druhoch syrov. Ako aditívum sa glutamát používa v polotovarochoch, mrazených pokrmoch, koreninových zmesiach, šalátových dresingoch, v mäsových a rybích výrobkoch, ale predovšetkým v dehydratovaných polievkach a práškových dochucovadlách (vegeta). Napriek tomu, že bežne v priemere prijmeme stravou asi 10 g viazaného a



1 g voľného glutamátu, náš organizmus si produkuje asi päťkrát viac glutamátu, pretože ho potrebuje pre normálne fungovanie, hlavne dostatočnú aktivitu buniek. Materské mlieko obsahuje 22 mg glutamátu na 100 g, čo je až desaťkrát viac ako v kravskom mlieku. V porovnaní s kuchynskou soľou glutaman sodný obsahuje iba asi tretinu sodíka, čo umožňuje zníženie jeho obsahu v ich vzájomných zmesiach o 20 až 40 %, pričom slaná chuť zostáva zachovaná. Tento fakt zohráva dôležitú úlohu pri obmedzení príjmu sodíka u pacientov s neslanou diétou.

#### Obsah voľného glutamanu v potravinách (mg/100 g)

• Kravské mlieko	2	• Kuracie mäso	44	• Hrach	200
• Ryby (treska)	9	• Kačacie mäso	69	• Hroznová šťava	258
• Ľudské mlieko	22	• Zemiaky	102	• Čerstvá šťava z paradajok	260
• Vajcia	23	• Kukurica	130	• Vlašské orechy	658
• Bravčové mäso	23	• Ustrice	137	• Sójová omáčka	1 090
• Hovädzie mäso	33	• Paradajky	140	• Parmezán	1 200
• Ryby (makrela)	36	• Brokolica	176	• Rokfort	1 280
• Špenát	39	• Huby	180		

Všeobecne rozšírené výhrady voči používaniu tejto prídavnej látky súvisia s vedecky nepotvrdeným nepriaznivým účinkom glutamátu na ľudský organizmus. V minulosti sa prítomnosť glutamátu dávala do súvislosti s tzv. „syndrómom čínskej reštaurácie“, pretože po konzumácii čínskych jedál sa u niektorých jedincov objavovali príznaky alergickej reakcie, keďže v ázijskej kuchyni sa glutamát využíva už po stáročia. Mnohé vedecké štúdie potvrdili, že alergické reakcie po požití ázijskej stravy súvisia s inými zložkami tejto stravy (krevety, arašidy, koreniny, byliny). Práve pre odmietavý postoj verejnosti k tejto prídavnej látke, patrí glutaman sodný k najlepšie preskúmaným zložkám potravín. Existuje množstvo štúdií a vedeckých výsledkov, ktoré jednoznačne dospeli k záveru, že glutaman sodný je bezpečný pre dospelých aj deti.

## Látky upravujúce farbu

Biologickou funkciou farby v prírode je lákať alebo odstrašovať. Farebné látky (pigmenty) predstavujú v potravinárskej výrobe dôležité senzoricky aktívne látky, ktorých úlohou je:

- zvýrazniť prirodzenú farbu potraviny,
- zaistiť jednotnú farbu všetkých šarží daného produktu,
- nahradiť stratu farby potraviny počas spracovania, skladovania, vplyvom konzervačných látok alebo svetla,
- zafarbiť bezfarebnú potravinu.

Farebné látky delíme podľa pôvodu do troch hlavných skupín:

- prírodné,
- syntetické, identické s prírodnými,
- syntetické.

K *prírodným farbivám* zaraďujeme pigmenty prirodzene sa vyskytujúce v rastlinných alebo živočíšnych tkanivách, pigmenty rias, húb, lišajníkov a mikroorganizmov, prípadne farebné produkty, ktoré sa získavajú z prírodných surovín rôznymi technologickými postupmi, napr. karamel, sladový extrakt. K prírodným farbivám sa zvyčajne priradujú aj medňaté komplexy chlorofylov, aj keď sa v prírode nenachádzajú, alebo len v minimálnom množstve a farbivá syntetické, identické s prírodnými. *Syntetické farbivá identické s prírodnými* sa získavajú chemickými reakciami, ale ich štruktúra je totožná so štruktúrou prírodných farbív (napr. syntetický  $\beta$ -karotén).

Na základe štruktúry rozdeľujeme prírodné farbivá nasledovne:

- dusíkaté heterocyklické zlúčeniny – najvýznamnejšie z nich sú hemové farbivá odvodené od pyrolu, chlorofyly odvodené od porfyrínu a od indolu odvodené betalaíny,
- kyslíkaté heterocyklické zlúčeniny – predovšetkým antokyány patriace medzi flavonoidy,
- fenoly a od nich odvodené kurkuminoidy a chinóny,
- terpenoidy a z nich najvýznamnejšie karotenoidy.

Najdôležitejšími hemovými farbivami sú *myoglobin* červené farbivo svalových tkanív a *hemoglobin* farbivo červených krviniek. Význam hemových farbív súvisí predovšetkým s ich schopnosťou prenášať kyslík v živočíšnych tkanivách a s ich ďalšími biochemickými vlastnosťami napr. metabolizmom žľčovými kyselinami. Z hľadiska potravinárskej výroby sú tieto farbivá významné pri tepelnom spracovaní mäsa a výrobe mäsových výrobkov, kedy sa pri teplote vyššej ako 65 °C dochádza k ich denaturácii a rozpadu sprevádzanému zmenou farby. Pôvodne červené mäso sa varom mení na červenohnedé až šedohnedé. Nežiaducej zmeny farby pri tepelnom spracovaní sa zabraňuje prídavkom chloridu sodného v zmesi s dusitanom alebo dusičnanom sodným alebo draselným, pričom táto zmes pôsobí aj ako inhibítor rastu mikroorganizmov *Clostridium botulinum*. Niektoré špeciálne výrobky (tlačienka, krvavnice) sa prifarbuju sterilne odobratou bravčovou krvou, ale samotné hemové farbivá sa na prifarbovanie potravín nepoužívajú.

Fotosyntetizujúce zelené farbivá, nachádzajúce sa takmer vo všetkých vyšších rastlinách, machoch, riasach ale aj v niektorých baktériách, nazývame spoločným názvom *chlorofyly* (E140). V potravinách sa vyskytujú hlavne *chlorofyl a* a *chlorofyl b*, vyznačujú sa však pomerne vysokou nestabilitou, a preto ich rozšírenie ako potravinárskych farbív je obmedzené. Navyše získavanie chlorofylov ako chemických individuí (napr. chlorofylu *a*) z prírodných zdrojov je nákladné, preto sa v potravinárskej praxi využívajú v tukoch rozpustné zmesi zelených farbív nazývané *medňaté komplexy chlorofylov* (E141). Väčšina chlorofylov sa získava zo suchozemských rastlín, napr. žihľavy, lucerny alebo iných krmív.

Chlorofyly sú ako potravinárske farbivá všeobecne akceptované a používajú sa na farbenie cestovín, nápojov, cukroviniek, polievok, jogurtov a mrazených krémov.

*Betalány* sú potravinársky významné, vo vode rozpustné, rastlinné, červené, oranžové a žlté pigmenty. V prírode sa vyskytujú predovšetkým v červenej repe (cvikla), v rastline s názvom *líčidlo jedlé* a *líčidlo americké*, v plodoch kaktusov (z rodu *Opuntia*) a v malých množstvách aj v niektorých druhoch húb. Praktické využitie majú tieto farbivá pri potravinách s kratšou trvanlivosťou ako sú mliečne a mäsové výrobky (napr. hydínové párky), ale tiež v nealkoholických nápojoch a cukrovinkách. Šťava z líčidla sa v minulosti používala aj na prifarbovanie vína, čo sa však dnes považuje za falšovanie a je zakázané.

*Antokyány* (tiež antokyaníny) predstavujú najrozšírenejšiu a súčasne veľmi početnú skupinu rastlinných farbív. Vyskytujú sa v mnohých druhoch ovocia, zeleniny, v kvetoch a iných rastlinných materiáloch, ktorým dodávajú oranžovú, červenú, fialovú a modrú farbu. Hlavnými prírodnými zdrojmi antokyanínov sú vinič hroznorodý, maliny, slivky, jahody, jablká, hrušky, ríbezle, červené druhy egrešov, borievky, olivy, baklažány, červené odrody zemiakov, reďkvičky, červená kapusta a mnohé ďalšie. Ako potravinárske pigmenty sa antokyány používajú viac ako 100 rokov. Ich nevýhodou je, že sa dajú použiť iba v kyslých potravinách, pretože so stúpajúcou hodnotou pH prostredia strácajú na intenzite. V potravinárskej praxi sa najčastejšie používajú pigmenty získané z bobúľ hrozna alebo bazy. Využívajú sa aj antokyány izolované z červenej kapusty, kvetov ibišu lekárskeho, z plodov arónie čiernoplodej, tiež z červených pomarančov a ďalších rastlinných materiálov.

Kurkuma pravá (*Curcuma longa*) je tropická rastlina z čeľade d'umbierovitých, ktorá sa pestuje prevažne v Indii. Je hlavnou súčasťou korenia kari (curry) a extrakt z jej podzemku *kurkumín* (E100) sa využíva ako žlté potravinárske farbivo. Pri teplotách, ktoré sa bežne používajú pri spracovaní potravín, sú tieto farbivá stabilné. Na svetle a v prítomnosti vzdušného kyslíka postupne menia citrónovožltú farbu na oranžovú a v alkalickom prostredí sa rozkladajú na bezfarebné produkty. Kurkuma sa používa na farbenie mliečnych a pekárskeho výrobkov (zmrzlina, cukrovinky, suché zmesi) a tiež ako korenie do polievok a hlavne do jedál indickej kuchyne.

Od chinónu je odvodená veľká skupina žltých, červených, hnedých až čiernych farbív, ktoré sa vyskytujú v rôznych častiach vyšších rastlín, v lišajníkoch, riasach, hubách a baktériách. Vyskytujú sa aj v živočíšnych materiáloch ako súčasť tiel niektorých druhov hmyzu. Chinoidné pigmenty sa využívajú hlavne v kozmetickom a farmaceutickom priemysle. Ako potravinárske farbivo má najširšie uplatnenie *košenila – kyselina karmínová, karmín* (E120) zo skupiny antrachinónových farbív. Toto farbivo je živočíšneho pôvodu, získava sa z oplodnených samičiek červca nopálového parazitujúceho na niektorých druhoch kaktusov. Hlavnou farebnou zložkou košenily je kyselina karmínová, ktorej farba roztoku závisí od pH. V kyslom prostredí je oranžový, v mierne kyslom červený a v neutrálnom purpurový. Karmín je hlinitý alebo horečnatý lak kyseliny karmínovej na hydroxide hlinitom, ktorý sa používa pri farbení niektorých aperitívov (napr. vermutu), mäsových výrobkov, špeciálnych pekárskeho a cukrárskeho výrobkov, džemov a mliečnych výrobkov.

**Karotenoidy** sú jednými z najrozšírenejších lipofilných farbív nachádzajúcich sa v rastlinných aj živočíšnych tkanivách. Sú väčšinou žlté alebo oranžové, zriedkavejšie žltozelené a červené. Delia sa na dve hlavné skupiny:

- uhľovodíky – **karotény** (napr. lykopén,  $\alpha$ -karotén,  $\beta$ -karotén,  $\gamma$ -karotén),
- kyslíkaté deriváty karoténov – **xantofyly** (napr.  $\alpha$ -kryptoxantín,  $\beta$ -kryptoxantín, luteín, kapsantín, astaxantín, kantaxantín).

Zmesi rôznych karotenoidov sa vyskytujú v mnohých druhoch ovocia a zeleniny, ale aj v ďalších rastlinných a tiež v živočíšnych tkanivách. Všeobecne známy  $\beta$ -karotén je hlavným pigmentom napr. v mrkve alebo špenáte. V rajčinách, kde je hlavným farbivom lykopén (E160d), sa vyskytuje v menších množstvách. V červených druhoch papriky sa nachádza hlavne kapsantín (E160c), v zelených paprikách sú hlavnými farbivami okrem chlorofylov karotenoidy luteín (E161b) a  $\beta$ -karotén. Svetlooranžové sfarbenie surových rastlinných olejov má svoj pôvod v prítomnosti  $\alpha$ - a  $\beta$ -karoténu. Živočíchy nie sú schopné syntetizovať karotenoidy, ale prijímajú ich z rastlinnej potravy a ukladajú vo svojich tkanivách. Napríklad lipofilné xantofyly (luteín) a karotény ( $\beta$ -karotén) sú hlavnými pigmentmi hydínového tuku a vaječného žltka, červený pigment astaxantín je príčinou sfarbenia lososovitých rýb a kôrovcov (krabov, rakov, kreviet).

Prírodné karotenoidy získané z čerstvých, sušených častí alebo extraktov rastlín (mrkva, rajčiny, paprika, pomarančové šupky, šafrán) sa na farbenie potravín používajú oddávna. Karotenoidy sa používajú na farbenie rôznych druhov potravinárskych výrobkov – margarínov, syrov, jogurtov, zmrzlín, ovocných džúsov a štiav, dresingov, múky, cestovín, cukrárskych výrobkov a veľa ďalších. Z dôvodu ich širokého použitia nastala potreba výroby syntetických farbív identických s prírodnými. Najbežnejšími v praxi využívanými farbivami z tejto skupiny sú žlté a oranžové pigmenty  $\beta$ -karotén a jeho deriváty a červený kantaxantín (E161g). Tieto karotenoidy sa pridávajú do krmiva dojníc a hydiny na zabezpečenie požadovanej pigmentácie mlieka, mliečnych výrobkov, vajec a mäsa.

Veľká skupina karotenoidov sú prekurzory dôležitého vitamínu A. Tieto *provitamíny A* nazývame spoločným názvom **retinoidy**, najvýznamnejší z nich je  $\beta$ -karotén. Karotenoidy reagujú aj s voľnými radikálmi a pre výrazné antioxidačné vlastnosti sa používajú pri prevencii degeneratívnych procesov a ako antikarcinogénne látky.

**Syntetické pigmenty** predstavujú z hľadiska chemickej štruktúry rôznorodú a početnú skupinu látok (azofarbivá, nitrofarbivá, chinolínové, xanténové, idigoidné farbivá atď.). Podobne ako prírodné farbivá sú rozpustné v tukoch alebo vo vode a na základe fyzikálno-chemických vlastností majú kyslý, zásaditý alebo neutrálny charakter. Výhodou syntetických farbív oproti prírodným je ich intenzívnejšia a stabilnejšia farba a tiež fakt, že do potravín nevnášajú žiadne charakteristické vône a chute. Na základe prijatej legislatívy platí, že potravinárske syntetické farbivá sú v predpísaných koncentráciách zdravotne neškodné, napriek tomu je používanie niektorých obmedzené len na určité účely a v presne stanovených množstvách. Napríklad erytrozín (E127) sa môže používať iba pre koktejlové a

kandizované višne v maximálnom množstve  $200 \text{ mg kg}^{-1}$ , amarant (E123) v liehovinách a aperitívnych vínach v množstve  $30 \text{ mg kg}^{-1}$ , na povrchové vrstvy syrov je v nevyhnutnom množstve možné použiť litolrubín BK (E180). Na označovanie mäsa a mäsových výrobkov, nie však na prifarbovanie, sa používajú pigmenty allura červená AC (E129), brilantná modrá FCF (E133) alebo hnedá HT (E155).

Samostatnú skupinu, priradovanú k aditívam upravujúcim farbu potravín, tvoria *bielidlá*. Úlohou bielizí je upraviť intenzitu sfarbenia alebo úplne redukovať sfarbenie potraviny. Významné sú *oxid siričitý* a *siričitany* (E220-228), ktoré redukujú nežiaduce hnedé produkty enzýmových reakcií prebiehajúcich napr. pri sušení ovocia a zeleniny a pri spracovaní zemiakov. Používajú sa tiež pri bielení húb, orechov a výrobkov z rýb.

## Látky upravujúce textúru

Pojmom *textúra* sa označuje taká vlastnosť potraviny, ktorá vyvoláva u konzumenta hmatový (haptický) vnem v ústnej dutine alebo pri dotyku rukou. Mechanické vlastnosti textúry sa vyjadrujú termínom *konzistencia*, ktorý vyjadruje také fyzikálne vlastnosti ako pružnosť, tvárnosť alebo viskozita. Ďalšie mechanické charakteristiky textúry sa vyjadrujú opisnými pojmami ako tvrdosť, tuhosť, krehkosť, drobivosť, lámavosť, pastovitosť, riedkosť, chrumkavosť. Tvar, veľkosť a farba potraviny sa vyjadrujú termínom *vzhľad*.

Najvýznamnejšími aditívami upravujúcimi textúru potravín sú *zahusťovadlá*, *želatínujúce látky*, *emulgátory* a *stabilizátory*. Úlohou zahusťovadiel je zväčšovať objem a zvyšovať viskozitu potravín, želatínujúce látky vytvárajú gély a dodávajú tak potravinám tvar a štruktúru. Emulgátory sú povrchovo aktívne látky umožňujúce vznik emulzií. Stabilizátory sú niečo iné ako konzervačné látky. Stabilizátory udržiavajú fyzikálne charakteristiky a textúru výrobkov, zatiaľ čo konzervačné látky pomáhajú udržiavať mikrobiologickú kvalitu.

Väčšina zahusťovadiel a želatínujúcich látok patrí medzi polysacharidy alebo ich zlúčeniny. Ako potravinárske aditíva sa využívajú hlavne polysacharidy rastlín, morských rias a mikroorganizmov, polysacharidy živočíšneho pôvodu sa v potravinárstve uplatňujú v menšej miere.

Pektín spolu s celulórou, hemicelulórou a lignínom sú polysacharidy prevládajúce v ovocí a zelenine. Naproti tomu škroby sa v zrelom ovocí prakticky nenachádzajú, prevládajú v koreňovej zelenine, v okopaninách a v obilninách. Hodnotným zdrojom gúm sú semená určitých rastlín, napr. guarová guma, rohovník (svätojánsky chlieb), tarová guma.

Želatinujúce látky sa pridávajú do džemov a marmelád, do ovocných zložiek mliečnych a pekárskych výrobkov, do zákuskov, želé cukríkov, pudingov, do vegetariánskych (sójových) burgerov, párkov a pod., aby sa nerozpadli pri varení. Mnohé výrobky s nízkym obsahom cukru potrebujú želatinujúce látky alebo zahusťovadlá na uchovanie vzhľadu cukru v tradičnom výrobku, do nízkokalorických nápojov a tiež do mliečnych kokteíl. Stabilizátory sa pridávajú do zmrzlín a nanukov na zabránenie tvorby ľadových kryštálikov, do čokoládových mliečnych nápojov na zabránenie usadzovania sa kakaá, do nízkotučných

výrobných, do štiav, dressingov a nátierok – na zabránenie oddelenia oleja a vody, do jogurtových výrobkov s predĺženou trvanlivosťou na ochranu mliečnych bielkovín.

Použitie mnohých z týchto látok súvisí s tým, že sa pridávajú do výrobkov vyrábaných vo veľkom, ktoré musia mať často oveľa dlhšiu dobu trvanlivosti, než rovnaké výrobky pripravené doma pre vlastnú spotrebu.

Za tvorbu gélu zodpovedá pektín, zmes polysacharidov. Tvorbu gélu ovplyvňuje množstvo cukru a pH zmesi; najvhodnejšie je pH okolo 3,5. Niektoré druhy ovocia, ako ríbezle, egreše, citróny a kyslé pomaranče, majú vysoký obsah aj kyselín aj pektínu, takže hustnú ľahko. Zložitejšie je pripraviť džem z jahôd, malín alebo višní. Do takýchto džemov je potrebné pektín pridávať.

Pri príprave výrobkov so zníženým obsahom tuku je potrebné v nich chýbajúci objem nahradiť. Často sa to robí prídavkom vody a želatíny, zahusťovadla alebo stabilizátora, aby sa zachovala textúra.

Stabilizátory zlepšujú stabilitu zmesí (emulzií) zvýšením viskozity. Stabilizátory zvyšujú interakciu medzi makromolekulami prítomnými v emulzii, čím sa pre ne znižuje voľnosť pohybu a možnosť spájať sa.

Polysacharidy sa v potravinárskej praxi uplatňujú ako významné aditíva prispievajúce k formovaniu textúry, ale ovplyvňujú aj ďalšie organoleptické vlastnosti. Používajú sa ako plnidlá, zahusťovadlá, na zvýšenie viskozity výrobkov, ako stabilizátory disperzií, ako gélotvorné látky. S rastúcou výrobou tzv. „light výrobkov“, t. j. výrobkov so zníženým obsahom tukov a sacharózy, nadobudli na význame modifikované škroby a celulózy, rastlinné gummy a polysacharidy mikroorganizmov a morských rias.

**Škroby** sú zásobné polysacharidy rastlín. Nachádzajú sa v semenách, hľuzách a v koreňoch obilnín, strukovín a okopanín. Rastlinám slúžia ako pohotovostná zásoba glukózy, pretože väčšina prírodných škrobov je zmes amyulózy a amylopektínu (polysacharidy zložené z molekúl  $\alpha$ -D-glukopyranózy s rôznou konformáciou). Hlavnými zdrojmi škrobov u nás sú zemiaky, obilniny a kukurica. Pomerne veľa škrobu obsahujú semená hrachu a fazule. Ich využitie v potravinárskej praxi je mnohostranné. Používajú sa ako zahusťovadlá, plnidlá, želatínujúce látky, náhrada tukov, nosiče vonných látok, stabilizátory peny a emulzií, viažu vodu. Sú nevyhnutné pri výrobe modifikovaných škrobov a niektorých cukrov a ich derivátov. Okrem potravinárstva sa škroby uplatňujú v mnohých ďalších odvetviach priemyslu (krmovníctvo, kozmetika, farmaceutiká, papierenský, textilný, stavebný priemysel).

Najrozšírenejšou organickou zlúčeninou v prírode je **celulóza** (E460). Je to štruktúrny polysacharid, ktorý tvorí súčasť bunkových stien vyšších rastlín, ale nachádza sa aj v zelených riasach a hubách. Z chemického hľadiska je to makromolekulová polymérna látka tvorená D-glukózovými jednotkami. V potravinách predstavuje hlavný podiel tzv. nerozpustnej vlákniny, pričom jej množstvo je rôzne závislé od druhu potraviny. V ovocí a zelenine je približne 1–2 % celulózy, v obilninách a strukovinách 2–4 %. Najviac celulózy až 30–35 % obsahujú otruby. Celulóza a predovšetkým jej **modifikované formy** (E461–469) sa v potravinárskej praxi

používajú ako nekalorické zahusťovadlá a plnidlá, nosiče aróm, stabilizátory peny a emulzií. Pridávajú sa do pečiva na zvýšenie väznosti vody a na obmedzenie absorpcie tukov (napr. pri smažení), pri výrobe extrudovaných výrobkov a pod. Celulóza je surovinou pre karboxymetylcelulózu, metylcelulózu a mikrokryštalickú celulózu.

**Pektíny** (E440) sú polysacharidy rôznorodého zloženia, ktoré sa nachádzajú v stenách buniek a v medzibunkovom priestore pletív vyšších rastlín. Základná štruktúra pektínov je tvorená lineárnym reťazcom z 25 až 100 jednotiek D-galakturónovej kyseliny, ktorý je ukončený jednotkou pyranózy  $\alpha$ -L-ramnózy. Na hlavnom reťazci galakturónovej kyseliny môžu byť v bočných reťazcoch naviazané ďalšie cukry, čo umožňuje vznik rôznorodých pektínov, ktoré potom označujeme všeobecne ako pektínové látky. Pektíny sa nachádzajú prakticky vo všetkých druhoch ovocia a zeleniny aj keď v pomerne malých množstvách (okolo 1 %). Viac pektínových látok obsahujú jablká, slivky, ríbezle, egreše, rajčiny, mrkva a cukrová repa. V priemyselnej praxi sa pektíny získavajú zo šupiek citrusového ovocia a jablčných výlisov.

Pektíny sú príčinou tvrdosti nezrelého ovocia a zeleniny. Počas dozrievania, skladovania a spracovania postupne podliehajú enzýmovému a neenzýmovému rozkladu, pričom dochádza k mäknutiu plodov. Sú zodpovedné aj za konzistenciu sterilizovaného ovocia a zeleniny, za tvorbu zákalov niektorých štiav a zohrávajú dôležitú úlohu aj pri lisovateľnosti olejnin. V technologických postupoch sa využívajú v konzervárskom priemysle, pri lisovaní a čírení ovocných štiav a tiež v cukrovarníctve. Pektínové látky tvoria súčasť vlákniny, v ľudskom organizme ovplyvňujú metabolizmus glukózy a znižujú množstvo cholesterolu v krvi.

Rastlinné gummy sú silne hydrofilné, vo vode rozpustné polysacharidy rôznorodej štruktúry. Vytvárajú viskózne disperzie alebo roztoky, niekedy aj gély. **Tragant** (E413) sa používa ako zahusťovadlo, emulgátor a stabilizátor do šalátových zaliievok, zmrzliny, náplní do pečiva a pod. Získava sa z kríkov rodu *Astragalus* rastúcich v suchých horských oblastiach Iránu a Turecka. **Arabská guma** (E414) sa získava z akáciových stromov, ktoré sa vyskytujú hlavne v oblasti západnej Afriky. Existuje viac ako 100 akáciových gúm, ktoré sa však štruktúrou veľmi nelíšia. Obsahujú predovšetkým sacharidy (galaktózu, arabinózu, ramnózu) a urónové kyseliny (glukurónovú, metylglukurónovú). Arabská guma sa používa na stabilizáciu a emulgáciu rôznych potravinárskych sústav, napr. stabilizuje emulziu oleja vo vode. V cukrovinkách zabraňuje kryštalizácii cukru a vlhnutiu polevy, v zmrzlínach prispieva k jemnej konzistencii.

Najdôležitejšími predstaviteľmi potravinárskych polysacharidov pôvodom z morských rias sú **agary** (E406) a **karagénany** (E407, 407a). Sú to extrakty červených morských rias, ktoré rastú pozdĺž pobrežia južnej Afriky a Ameriky, ale aj severného Atlantiku a inde. Viaceré druhy sa pestujú aj na morských farmách. Základné štruktúrne jednotky agarov sú dve pyranózy –  $\beta$ -D-galaktóza a  $\alpha$ -L-galaktóza, ktoré sú pospájané do lineárneho polysacharidového reťazca s vysokou molekulovou hmotnosťou. Karagénany majú podobnú štruktúru, ale obsahujú iba jednu základnú štruktúrnú jednotku D-galaktózu. V potravinárskej výrobe sa tieto látky uplatňujú ako zahusťovadlá, gélotvorné látky, stabilizátory a emulgátory. Používajú sa do pekárskych výrobkov, pri výrobe džemov a želé, v cukrárskej výrobe, do

mliečnych, mäsových, rybacích a hydinových výrobkov, do nápojov. V ázijských krajinách sa agar používa nielen ako aditívum, ale aj ako samostatná potravina pri výrobe rôznych ochutených gélov a jedlých obalov.

Enzýmy mikroorganizmov a vyšších húb produkujú polysacharidy, nazývané aj bakteriálne gummy, ktoré pre svoje hydrokoloidné vlastnosti našli široké uplatnenie nielen v potravinárskom, ale aj vo farmaceutickom a inom priemysle. Pre potravinárske účely sú najvýznamnejšie *xantánová guma* (E415) a guma *gellan* (E418). Xantán (xantánová guma) je produkt baktérie rodu *Xanthomonas*. Hlavný reťazec tohto polysacharidu je tvorený glukózo-vými jednotkami, vedľajšie reťazce tvoria rôzne trisacharidy. Je výborným zahusťovadlom, stabilizátorom emulzií a ako gélotvorná látka. Bežne sa používa pri výrobe instantných polievok, omáčok a konzervovaných potravín. Gellan (gellanová guma) je heteropolysacharid baktérie *Pseudomonas elodea*. Tvorí gély veľmi ľahko, už za studena, a to ho zaraďuje medzi široko používané želatínujúce činidlá pre potravinárske (úprava textúry, stabilizácia peny a emulzií) aj nepotravinárske účely. Jeho použitie je rozšírené najmä v japonskej kuchyni.

## Emulgátory

Emulzia je disperzná sústava, tvorená dvoma nemiešateľnými kvapalinami, keď jedna kvapalina je rozptýlená (dispergovaná) v druhej. Existujú dva typy emulzií – olej vo vode (O/V) a voda v oleji (V/O). Emulgátory (E322-495) majú schopnosť emulzie stabilizovať, t. j. zabránia oddeľovaniu sa kvapalín do dvoch vrstiev znížením povrchového napätia na rozhraní oboch fáz. Lipofilná časť molekuly emulgátora interaguje s nepolárnymi molekulami oleja a hydrofilná časť s vodou. Emulgátor tak vytvára ochrannú bariéru, ktorá spojuje obe kvapaliny a emulziu tým stabilizuje.

Molekula emulgátora sa skladá z lipofilnej časti (zvyšok mastnej kyseliny) a hydrofilnej časti, ktorá je odvodená od rôznych polárnych zlúčenín. Podľa vlastností jednotlivých častí molekuly emulgátora poznáme emulgátory lipofilné a hydrofilné. Rozoznávame ich na základe *hodnoty HLB* (*Hydrophilic Lipophilic Balance*), ktorá sa pohybuje od 0 do 20. Látky s nízkou hodnotou HLB sa viac rozpúšťajú v olejoch, látky s vysokou hodnotou HLB vykazujú väčšiu rozpustnosť vo vode.

Surovinami pre tvorbu emulgátorov sú v prvom rade prírodné organické látky (rastlinné oleje – sójový a palmový) a živočíšne tuky (sadlo a glycerol), používajú sa aj organické kyseliny (mliečna, citrónová, octová a vínna) a polyoly ako sorbitol a propylénglykol.

Ďaleko najpoužívanejšími emulgátormi sú *lecitín* (E322) a *mono a diglyceridy mastných kyselín* (E471 – 472a-f). Termín lecitín sa používa pre zmes prírodných fosfolipidov, ktorých hlavným zdrojom je surový sójový olej. V menšej miere sa získava aj z ďalších rastlinných olejov a vajec. Monoglyceridy sa vyrábajú reakciou mastných kyselín s glycerolom. Touto reakciou sa získa zmes, obsahujúca asi 40 % monoglyceridov; táto zmes sa predáva alebo sa ešte ďalej koncentruje molekulovou destiláciou na 90-95 %. Väčšina iných emulgátorov sa vyrába esterifikáciou iných surovín (napr. kyselina mliečna s monoglyceridmi).



Emulgátory sú v potravinárstve veľmi rozšírené a okrem stabilizácie emulzií v potravinárskych výrobkoch majú mnoho ďalších aplikácií, napr. v pekárskom a tukovom priemysle, pri výrobe čokolády a cukroviniek atď.

Dôležitú úlohu zohrávajú pri príprave cesta z pšeničnej múky. Pružnosť (elasticitu) cesta zabezpečuje bielkovina glutén, ktorá má vláknitú štruktúru a počas prípravy cesta vytvára sieť. Ak sa v priebehu výroby (napr. pri miesení) táto sieť zoslabí, CO<sub>2</sub> vznikajúci pri kvasení unikne, čoho výsledkom je slabé nakypanie cesta a následné zníženie kvality chleba. Emulgátory s väčšími molekulami (E472e) interagujú s gluténom, čím zosilňujú jeho sieť.

Ak sa múka zmieša s vodou, sacharidy škrobu (amylóza a amylopektín) napúčajú a vytvárajú gél. Po čase však tieto škrobové zložky začínajú rekryštalizovať a vytláčajú z gélu vodu. Tento jav je známy ako *retrogradácia*, ktorá je zodpovedá (okrem iného) za starnutie chleba. Retrogradácia amylózy je rýchlejšia než retrogradácia amylopektínu. Niektoré emulgátory, napríklad monoglyceridy, vytvárajú komplexy s amylózou a tak spomaľujú retrogradáciu. Používajú sa teda ako prostriedky proti starnutiu chleba.

Pri spracovaní tukov sa emulgátory výrazne uplatňujú pri modifikácii kryštálov. Väčšina tukov kryštalizuje vo viacerých kryštalických formách – sú polymorfné. Pri rýchlom chladnutí vykryštalizujú vo svojej  $\alpha$ -forme, ktorá má najnižší bod topenia a je súčasne najmenej stabilná a skoro sa mení na stabilnejšie modifikácie (označované  $\beta$ , resp.  $\beta'$ ). Nové kryštály (keďže sú väčšie a drsnejšie) negatívne vplyvajú na textúru výrobku (napr. stužených margarínov z rastlinných olejov).

Sorbitan tristearát (E492) sa používa na zamedzenie vylučovania sa povlaku z náhrad kakaového masla na povrchu čokolády.

Dôvodom širokého využitia emulgátorov je snaha o príťažlivejší vzhľad výrobkov (zlepšuje sa ich štruktúra a textúra), pomoc pri spracovaní a príprave potravín a snaha o predĺženie čerstvosti výrobkov. V mnohých výrobkoch majú emulgátory aj konzervačné a antioxidantné vlastnosti. Funkčné vlastnosti emulgátorov často výrobcovi umožňujú širší výber surovín, čoho výsledkom je aj väčší výber rôznych variácií výrobku pre spotrebiteľa. Mnohé bežné výrobky by jednoducho vôbec neexistovali, napr. nízkotučné nátierky alebo zákusky bez tuku. Emulgátory umožňujú tiež znižovať finančné a materiállové náklady výroby bez zníženia výživovej hodnoty potraviny.

## Látky upravujúce biologickú hodnotu

Do tejto skupiny aditív zaraďujeme vitamíny, aminokyseliny, niektoré mastné kyseliny, vlákninu a iné biologicky významné látky, ktoré označujeme aj ako *výživové faktory* alebo *potravinové doplnky*. Mnohé z nich sa v potravinách uplatňujú nielen ako biologicky aktívna látka, ale súčasne plnia úlohu prídavnej látky, napr. ako farbivo (riboflavín) alebo antioxidant (vitamín C) a pod.

Úlohou potravinových doplnkov je:

- zabezpečiť výživovú hodnotu potravín (prídavok vitamínov do potravín),
- korigovať deficit výživovo cenných látok v potravinách (jodidovanie kuchynskej soli).

Vitamíny predstavujú bohatú skupinu látok s rôznou chemickou štruktúrou. V zásade ich rozdeľujeme do dvoch hlavných skupín podľa rozpustnosti:

- vo vode – hydrofilné (vitamíny skupiny B a vitamín C),
- v tukoch – lipofilné (vitamíny A,D, E, K).

Ich potreba pre organizmus je pomerne nízka, na druhej strane však sú nevyhnutné pre zabezpečenie normálnych fyziologických funkcií človeka. Hydrofilné vitamíny sa v organizme uplatňujú ako kofaktory rôznych enzýmov pri metabolizme základných živín, majú teda katalytické účinky. Lipofilné vitamíny sa zúčastňujú na mnohých ďalších biochemických reakciách (vitamín A zohráva dôležitú úlohu pri reakciách zrkového vnemu,  $\beta$ -karotén, t. j. provitamín A, má funkciu antioxidantu).

Hlavnými zdrojmi vitamínov sú predovšetkým základné potraviny ako mäso a mäsové výrobky, mlieko a mliečne výrobky, chlieb a cereálie, ovocie a zelenina. Vitamíny sú pomerne labilné zložky potravín, k ich stratám dochádza hlavne pri technologickom a kulinárskom spracovaní. Okrem toho v potravinách sa môžu nachádzať látky, tzv. antivitamíny, ktoré inhibujú účinok vitamínov a tým vyvolávajú prejavy deficitu príslušného vitamínu v organizme. Čiastočný alebo úplný deficit vitamínov, ale aj ich nadbytok, môže vyvolať poruchy biochemických reakcií v organizme a byť príčinou mnohých ochorení až úmrtia.

Uvedené dôvody vyvolávajú potrebu reštitúcie a fortifikácie potravín vitamínmi. Pod pojmom *reštitúcia* sa rozumie doplnenie obsahu vitamínov pri ich stratách na pôvodnú hladinu v surovine a pojem *fortifikácia* znamená prídavok, resp. obohatenie alebo zvýšenie koncentrácie vitamínu nad prirodzenú hodnotu z dôvodu vyššej fyziologickej potreby alebo pre inú príčinu.

Reštitúcia a fortifikácia sa využívajú aj v prípade esenciálnych minerálnych látok, ktoré musí organizmus prijať v potrave v určitom nevyhnutnom množstve na zabezpečenie dôležitých biologických funkcií (stavba biologických štruktúr, katalytické, regulačné, ochranné funkcie). K esenciálnym prvkom patria makroprvky Na, K, Mg, Ca, Cl, P a S, ale aj niektoré stopové prvky, napr. Se, Fe, I, Zn a iné. Väčšina týchto prvkov sa prirodzene vyskytuje v potravinách v určitých charakteristických množstvách, pri technologickom spracovaní ale môže dôjsť k ich výrazným stratám. Preto je potrebné ich nedostatok v potravinách doplniť (reštituovať). Pri nedostatočnom príjme esenciálnych minerálov je možné potraviny o potrebné prvky obohatiť (fortifikovať). Najčastejšie ide o vápnik a jód, ktoré sa pridávajú vo forme príslušných solí, oxidov alebo hydroxidov.

Aminokyseliny sa nachádzajú v potravinách voľné alebo viazané v peptidoch a bielkovinách. Niektoré voľné aminokyseliny majú dôležité biologické účinky (hormóny), ale väčšina z nich je menej významná vzhľadom nato, že sa v potravinách vyskytujú iba v malom

množstve. Na druhej strane aminokyseliny výrazne ovplyvňujú organoleptické vlastnosti potravín, hlavne chuť, ale aj vôňu a farbu.

Ľudský organizmus nie je schopný syntetizovať si všetky potrebné aminokyseliny, a preto ich musí získavať iba z potravy. Tieto aminokyseliny nazývame *esenciálne* a väčšinu z nich prijímame v strave v dostatočnom množstve. Aminokyseliny, ktorých je v potravinách relatívne menej vzhľadom na dennú potrebu človeka, nazývame limitujúcimi. Tieto *limitujúce* aminokyseliny potom určujú výživovú hodnotu stravy, a preto sa niekedy potraviny nimi obohacujú. Za limitujúcu aminokyselinu sa najčastejšie považuje lyzín, kvôli jeho zníženému obsahu v obilninách a rastlinných proteínoch všeobecne. Pridávajú sa aj metionín a cysteín pre nízke obsahy v mäsových a mliečnych bielkovinách, treonín a triptofán kvôli nižším obsahom v bielkovinách pšenice, raži, kukurice a ryže. Nedostatok limitujúcich aminokyselín sa sleduje aj v krmivách poľnohospodárskych zvierat, lebo môže znamenať zníženie ich úžitkovosti. Esenciálne aminokyseliny sa teda bežne používajú ako aditíva krmných zmesí v množstvách od 0,05 do 0,2 %.

## Ďalšie prídavné látky

V potravinárskej výrobe sa používa celý rad ďalších aditív s rôznymi účinkami a vlastnosťami. Veľkú skupinu rôznorodých látok predstavujú *pomocné látky*. Patria k nim napr. prostriedky proti spekaniu, penotvorné látky, odpeňovacie látky, látky číriace, ale aj látky tvoriace zákaly, baliace a vytlačacie plyny (propelanty) atď.

Sušené mlieko, strúhaný syr, práškový cukor, zeleninové práškové prípravky, prášky do pečiva, koláče v prášku, práškové polievky, mleté korenie, sušené vajcia, soľ, kakaový prášok a mnohé ďalšie sypké potraviny sú upravené pomocou *prostriedkov proti spekaniu (protihrudkujúce látky)*. Tieto látky môžu významne ovplyvniť proces spracovania. Hlavnou príčinou tvorby nežiaducich hrudiek prípadne spekania sypkých materiálov je vlhnutie. Voda, obsiahnutá v čiastočkách prášku má tendenciu migrovať na povrch, čím sa čiastočky stávajú vlhkými alebo sypké materiály absorbujú vlhkosť zo vzduchu. Dotýkajúce sa čiastočky môžu navzájom reagovať a to môže viesť k neželateľným zmenám v chemickom zložení pôvodného výrobku a k tvorbe hrudiek alebo zlepcov. Príčinou spekania môže byť aj tlak. Prášky s plastickými vlastnosťami sa pod tlakom deformujú a spájajú. Ktorákoľvek látka, pridávaná do prášku, ktorá redukuje počet kontaktov častíc prášku alebo modifikuje ich účinok, funguje ako látka proti spekaniu. K najčastejšie používaným látkam s týmito vlastnosťami patrí oxid kremičitý ale aj siričitan vápenatý, hlinitokremičitan sodný, fosforečnan vápenatý. Prírodnými prostriedkami proti spekaniu sú mastenec, kaolín, zemiakový škrob, mikrokryštalická celulóza.

*Peny* sú disperzné sústavy podobné emulziám. Sú to heterogénne sústavy tvorené plynom rozptýleným vo forme drobných bublínok v kvapalnej fáze. Veľké množstvo potravinových emulzií je aerovaných, obyčajne vzduchom alebo oxidom uhličitým, aby sa pena vytvorila. Stabilita peny sa zabezpečuje povrchovo aktívnymi látkami tzv. *penotvornými činidlami*. Ako penotvorné činidlá sa správajú niektoré polysacharidy, bielkoviny alebo

saponíny prirodzene sa vyskytujúce priamo v potravinách a potravinárskych surovinách. Ako penotvorné aditíva sa používajú aj mnohé iné látky napr. primárne alkoholy, glycerol a jeho estery. Peny ovplyvňujú textúru pekárenských výrobkov, cesta, krémov, šľahačky, zmrzliny; tvoria sa na povrchu nápojov. Vznikajú tiež pri šľahaní vaječného bielka, kedy súčasne dochádza ku koagulácii prítomných bielkovín a tvorí sa tuhá pena.

Na druhej strane tvorba peny (penenie) môže byť pri výrobe viacerých druhov potravín (ovocné sirupy a koncentráty, limonády, rastlinné oleje, extrakty kávy a čajov) nežiaducim javom. Na zabránenie tvorby peny, alebo zníženie penivosti sa používajú *odpeňovacie látky*, napr. estery polyoxyetylénorbitany a silikónové oleje.

Na odstraňovanie zákalov (*čírenie*) pri výrobe piva, vína alebo ovocných štiav sa používa želatína, bentonit, tanín, kyselina fytoová alebo niektoré enzýmy. Naopak na *tvorbu zákalov*, napr. pri výrobe nealkoholických nápojov (napr. z citrusových plodov) alebo zmrzliny sa používajú rastlinné gummy a oleje. *Mazadlá a uvoľňujúce látky* sa pridávajú do výrobkov alebo na ich povrch prípadne na povrch výrobných zariadení, aby sa zamedzilo prilepovaniu výrobkov na obaly, zuby, výrobné zariadenia a aby sa s nimi lepšie manipulovalo. Na tieto účely sa používajú oleje, lecitín, škrob, monoacylglyceroly alebo kremičitan horečnatý.

*Baliace plyny*, napr. dusík, sa používajú na zabezpečenie inertnej atmosféry balených výrobkov, čím sa dosahuje predĺženie ich trvanlivosti (mletá káva). *Propelanty* sú látky, najčastejšie plyny (oxid dusný), ktoré sa používajú na vytlačenie potraviny z obalu, prípadne umožňujú vznik peny (šľahačka).

### **Kontrolné otázky**

Čo chápeme pod pojmom potravinárske aditíva?

Čo chápeme pod pojmom cudzorodé látky v potravinách?

Akým spôsobom sa hodnotia prídavné látky v potravinách?

Čo znamená pojem „prijateľný denný príjem“ látky? V akých jednotkách sa vyjadruje?

Aké sú najstaršie metódy konzervovania potravín?

Čo je úlohou konzervačných prostriedkov v potravinách?

Akou látkou sa konzervujú sušené marhule a víno?

Na konzerváciu čoho sa používajú dusitaný?

Aká konzervačná látka sa pridáva do trvanlivých mäsových výrobkov?

Aká je funkcia antioxidantov v potravinárskych výrobkoch?

Čo sa označuje ako synergický efekt?

Kombinácia ktorých antioxidantov vykazuje synergický efekt?

Koľko chutí rozoznáva človek?

Aké druhy prírodných sladidiel poznáte?

Prečo sa glutaman sodný nepovažuje (v primeranom množstve) za škodlivú látku?

Aké sladidlá sa používajú v „žuvačkách bez cukru“?

Ktorý prírodný sacharid môžu konzumovať diabetici?

Aké intenzívne umelé sladidlá poznáte?

Ktoré z umelých sladidiel boli objavené náhodou?

Prečo treba niektoré potravinárske výrobky okysľovať?

Do ktorých potravinárskych výrobkov sa pridáva kyselina fosforečná?

Aké sú dôvody pridávania farbív do potravinárskych výrobkov?

Aké prírodné farbivá (z akých surovín) sa používajú v potravinárstve? Uvedte aspoň tri príklady.

Aká je funkcia zahusťovadiel a želatinujúcich látok v potravinárskych výrobkoch?

Aká je funkcia stabilizátorov v potravinárskych výrobkoch?

Aká látka sa pridáva na zahusťovanie lekvárov?

V akom prostredí lepšie stuhnú džemy (v kyslom alebo v zásaditom)?

Aká je funkcia emulgátorov v potravinárskych výrobkoch?

Aká je funkcia emulgátorov v pekárskych výrobkoch?

Ktoré látky sa používajú na zlepšenie výživovej hodnoty potravín?

Čo sa označuje ako reštitúcia a fortifikácia potravín?

Aké druhy aditív sa pridávajú do potravinárskych výrobkov kvôli uľahčeniu spracovania?

Čo sa pridáva do práškového cukru, aby sa dobre sypal?

---

## 7. Polyméry, plasty

Polyméry predstavujú osobitnú skupinu *makromolekúl*, v štruktúre ktorých sa opakujú rovnaké stavebné jednotky – *monoméry*. Tieto názvy boli vytvorené z gréckych základov:

*Poly* = mnoho, *meros* = časť, *makros* = veľký, dlhý, *monos* = jeden

Názov polymér navrhol v roku 1833 **J. J. Berzelius**. Opisoval ním organické zlúčeniny, ktoré mali rovnaký empirický vzorec, ale líšili sa celkovou molekulovou hmotnosťou. Väčšiu z nich Berzelius nazval polymér menšej zlúčeniny. Aby bolo jasné, v čom je táto definícia nedostatočná: Podľa nej by glukóza ( $C_6H_{12}O_6$ ) bola polymérom formaldehydu ( $CH_2O$ ).

Polyméry vznikajú z monomérov *polymerizáciou*. Rozlišujeme dva typy polymerizácie:

Pri *adičnej polymerizácii* polymér obsahuje všetky atómy monoméru. Monomér vtedy obsahuje aspoň jednu nenasýtenú väzbu.

Pri *kondenzačnej polymerizácii (polykondenzácii)* sa časť molekuly monoméru z neho pri polymerizácii odštiepuje. Najtypickejším príkladom je polyesterifikácia.

Podľa toho, či polymér vznikol polymerizáciou jedného alebo viacerých monomérov, rozlišujeme *homopolyméry* (–M–M–M–M–M–M–M–) a *kopolyméry* (BS, ABS kaučuky).

Vlastnosti polyméru závisia aj od toho, aká je dĺžka reťazca a tiež od toho, či je reťazec *lineárny* alebo *rozvetvený*. Jednotlivé reťazce môžu byť aj *zosieťované*. Termosety a elastoméry sú tvorené zosieťovanými polymérmi.

*Syntetické plasty* – v stredoeurópskych krajinách pôvodne nazývané *umelé hmoty* (z nemeckého názvu *Kunststoffe*) – jednoznačne predstavujú materiály 20. storočia. Prvý syntetický plast – *bakelit* – prišiel na trh v roku 1909. Následne došlo k syntéze veľkého množstva nových polymérov, ktoré nahradili väčšinu dovtedajších materiálov (kovy, drevo, sklo, koža), a to ako v predmetoch každodennej domácej potreby, tak aj v priemysle a najnovších technológiách.

### Prírodné polyméry

Mnohé prírodné materiály sú tvorené makromolekulami, v ktorých sa tiež opakujú monoméne jednotky. Najrozšírenejšími prírodnými polymérmi sú:

<b>Celulóza</b>	(polysacharid z $\beta$ -glukózových jednotiek – $C_6H_{10}O_5$ –)
<b>Škrob</b>	(polysacharid z $\alpha$ -glukózových jednotiek – $C_6H_{10}O_5$ –)
<b>Nukleové kyseliny</b>	(DNA, RNA (–cukor–(báza)–fosfát–))
<b>Bielkoviny</b>	(polyméry z aminokyselín –NHCH(R)CO–)

Teda prírodnými polymérmi sú aj bavlna, vlna, hodváb, vlasy, nechty, latex, šelak, rohovina, korytnačí pancier, jantár, ...

V roku 1823 Macintosh začal z pogumovanej bavlny vyrábať pršiplášte. V roku 1850 bol medzi prístavmi Dover a Calais natiahnutý prvý podmorský telegrafický kábel. Izolovaný bol *gutaperčou*.

## Polosyntetické polyméry

V roku 1862 na Veľkej medzinárodnej výstave v Londýne bol predstavený *Parkesine*, predchodca celuloidu. Celuloid je z roku 1869. Vznikol nitráciou celulózy:

Celulóza +  $\text{HNO}_3$  → *nitrát celulózy*, zmäkčovaný etylalkoholom a gáfrom → *celuloid*

Prvými výrobkami z celuloidu boli biliardové gule, kde celuloid nahradil slonovinu, potom hrebene, ktoré dovtedy boli z rohoviny. V roku 1885 získal George Eastman Kodak patent na výrobu fotografického filmu. Z celuloidu sa vyrábali aj výstuže košeľových golierov, detské hrkálky a najmä pingpongové loptičky, ktoré sa používali od roku 1899 až do Olympijských hier v Londýne 2012. Nitrát celulózy je veľmi horľavý (používa sa tiež ako bezdymový pušný prach). Celuloid sa preto nahradil inými materiálmi, napr. filmy sa vyrábajú z *octanu celulózy*.

Ďalšími polosyntetickými plastmi sú *celofán*, *viskóza* (1892, od roku 1910 sa vyrábali z viskózy pančuchy), *šlak* (gramofónové platne od roku 1898), *vulkanizovaný kaučuk (ebonit)*. *Kazeín*, plast vyrobený z mlieka bol patentovaný v roku 1899.

## Syntetické polyméry

Prvým syntetickým polymérom bola fenolformaldehydová živica, pripravená v roku 1909. Keďže jej vynálezcom bol Leo Baekeland, dostala meno *bakelit*.

Nasledoval priam raketový nástup ďalších plastov – polyetylén (1931), polymetylmetakrylát (1933), nylon (1935), polystyrén (1937), polyakrylonitril (1940), polyetylén-tereftalát (1941), polytetrafluóretylén (objavený 1938, vyrábaný od 1943), melamínová živica (1947), atď. V roku 1948 sa objavila na trhu prvá dlhohrajúca vinylová gramofónová platňa. PVC (polyvinylchlorid) bol vyrobený v Nemecku už pred vojnou a volali ho igelit. Do Československa prišli „igelitové tašky“ až v 50. rokoch – ale tie už neboli z PVC, ale z polyetylénu. Stále moderné pružné polyuretánové vlákno *Lycra* vynašli už v roku 1949.

Päťdesiate roky začali používaním polyetylénových tašiek a rozšírením nekrčivých polyesterových látok, následne sa objavil penový polystyrén, kopolymér ABS, HDPE, polypropylén, polykarbonáty. Ďalší vývoj priniesol akrylové farby, silikónové implantáty, kevlar, PET fľaše (1973), „plastové okná“ z PVC (1979). V 80. rokoch bolo už používanie plastov také rozšírené, že bolo potrebné zaviesť recyklačné symboly (1988).

Hlavnou surovinou pre výrobu plastov je *ropa*. Z hľadiska budúcnosti je preto veľmi nevhodné, že viac než 90 % ropy sa používa ako palivo. Na výrobu plastov idú iba 4 % ropy.

## Vlastnosti plastov

Vlastnosti plastov sú dané nielen vlastnosťami samotných polymérov. Významne ich ovplyvňujú aj pridávané aditíva (plastifikátory, stabilizátory, plnivá, antioxidanty, farbivá, ...).

### Molárna hmotnosť polymérov

Poznať dĺžku polymérnych reťazcov v materiáli je veľmi dôležité. Zmena dĺžky reťazcov termoplastu zmení jeho konečné vlastnosti a ovplyvní ako ľahko sa bude dať po roztavení tvarovať.

„Opakujúcou sa jednotkou“ v polyméri môže byť monomér alebo skupina monomérov. Počet opakujúcich sa jednotiek v polymérnom reťazci sa označuje ako *stupeň polymerizácie*. Ak je molárna hmotnosť opakujúcej sa jednotky napr.  $60 \text{ g mol}^{-1}$  a reťazec alebo polymér má 1000 takýchto jednotiek, molárna hmotnosť bude asi  $60\,000 \text{ g mol}^{-1}$ . Stanovenie molárnej hmotnosti je formou stanovenie dĺžky reťazca v danom materiáli.

Molárna hmotnosť plastov je zvyčajne v rozmedzí  $10\,000$  až  $1\,000\,000 \text{ g mol}^{-1}$ . Plasty s veľkou molárnou hmotnosťou sa tepelne a tlakom ťažko spracovávajú. Molárna hmotnosť okolo  $200\,000 \text{ g mol}^{-1}$  predstavuje hranicu spracovateľnosti. Niektoré špeciálne plasty, ako polyetylén s veľmi vysokou molárnou hmotnosťou UHMW-PE, ktorého molárna hmotnosť je 3 až 6 miliónov  $\text{g mol}^{-1}$ , sa spracovávajú špeciálnymi postupmi.

Molárna hmotnosť ovplyvňuje aj *kryštalinitu polymérov*, a to nepriamo úmerne – čím je väčšia, tým nižší je stupeň kryštalinity a kryštalické oblasti sú nedokonalejšie.

### Kryštalické a amorfné polyméry

Kryštalické polyméry sú tvorené molekulami usporiadanými na sebe, čím vytvoria dlhé vlákna, amorfné polyméry pozostávajú z náhodne orientovaných molekúl. Kryštalické polyméry vytvárajú dobré umelé vlákna, zatiaľ čo amorfné polyméry vytvárajú dobré elastoméry. Polyamidy kryštalizujú vďaka paralelným reťazcom a silným vodíkovým väzbám medzi karbonylmi a aminoskupinami.

Polyméry nemôžu byť 100 %-ne kryštalické (inak by sa pre vysoko organizovanú štruktúru nedali taviť). Väčšinou sú polyméry semi-kryštalické látky s maximálne 80 % kryštalinity. Amorfné polyméry nemajú zrejme usporiadanie medzi molekulami a dajú sa prirovnáť k mise so špagetami. Medzi amorfné plasty patria polystyrén, PVC a ataktický polypropylén. Prítomnosť polárnych skupín ako karbonylu vo vinylových polyméroch tiež obmedzuje kryštalizáciu. Polyvinylacetát, všetky polyakryláty a polymetakryláty sú príklady na prítomnosť karbonylovej skupiny, výsledkom ktorej je amorfný polymér. Polyakrylonitril je výnimkou, keďže obsahuje karbonylovú skupinu a predsa je kryštalický. Existujú aj polyméry, ktorých niektoré časti sú kryštalické a iné amorfné, napr. v strečovom vlákne *Lycra* (na výrobu plaviek a športových odevov).



Stupeň kryštalinity sa dá ovplyvniť dobou kryštalizácie. Rozvetvené polyméry majú nižší stupeň kryštalinity – čo sa dá vidieť pri porovnaní rozdielov medzi polyetylénmi – rozvetveným LDPE a kryštalickejším HDPE.

Vlastnosti kryštalických a amorfných plastov	
väčší kryštalický podiel	väčší amorfný podiel
vyššia tepelná odolnosť	nížšia tepelná odolnosť
ostrejší bod topenia	postupné mäknutie až roztopenie
nepriehľadnejší	priesvitnejší / priehľadnejší
viac sa zmršťuje pri chladení	menej sa zmršťuje pri chladení
menšia pevnosť pri nízkych teplotách	vyššia pevnosť pri nízkych teplotách
vyššia rozmerová stabilita	menšia rozmerová stabilita
nížšia plasticita	vyššia plasticita

### Teplota skleného prechodu $T_g$

je významným parametrom pre mnoho termoplastov. Nad touto teplotou je polymér elastický a pevný. Pod ňou je tvrdý a krehký. Napr. automobilové pneumatiky musia mať  $T_g$  nízku, plasty nahrádzajúce sklo musia mať  $T_g$  vysokú. Na znižovanie  $T_g$  sa používajú *plastifikátory*.

### Vláknovorné vlastnosti polymérov

Mnohé syntetické vlákna majú vlastnosti ešte lepšie ako prírodné vlákna. Najmä čo sa týka trvácnosti, ošetrovania a ceny. Polyamidy tak nahrádzajú hodváb, polyesterové tkaniny neplesnivujú ako bavlna a nevyžadujú žehlenie). Priadza z akrylových vlákien nahrádza vlnu, pritom sa teplom nezráža, nenapádajú ju mole a nevyvoláva alergické reakcie.

### Základné rozdelenie plastov

Všetky plasty rozdeľujeme podľa ich vlastností na tri skupiny.

*Termoplasty* pri zvýšenej teplote vratne mäknú až prechádzajú do tekutého stavu. V takejto kvapalnej forme sa potom spracovávajú. Medzi termoplasty patria polyetylén, polypropylén, polyvinylchlorid, polytetrafluóretylén, polystyrén, polykarbonáty, polyamidy, polyetylén-tereftalát, polymetylmakrylát, ABS a mnohé iné nové plasty. Môžu mať kryštalickú i amorfnú štruktúru.

*Termosety* majú len jednu príležitosť na skvapalnenie a vytvarovanie. Po vytvorení už pri zvýšenej teplote nemäknú, netopia sa – ostanú tuhé. Najvýznamnejšími termosetmi sú formaldehydové živice a polyuretány.

V súčasnosti chemici dokážu rozhodovať, či daný materiál bude termoplastom alebo termosetom. Hlavný rozdiel medzi nimi totiž spočíva v tom či polymérne reťazce zostanú po vytvarovaní (odliatí, vyľisovaní) lineárne a oddelené (ako špagety) alebo či podľahnú chemickej zmene a zosieťujú sa. Všeobecne, zosieťovaný materiál je termoset a jeho tvar sa nedá meniť. Pokroky v polymérnej chémii umožňujú pripraviť stále viac výnimiek z tohto pravidla. Existuje napr. aj termoplastický polyuretán (TPU).

*Elastoméry* sú plasty, ktoré sú pružné – po stlačení a uvoľnení tlaku sa vrátia do pôvodného tvaru. Medzi elastoméry patria kaučuk a guma (v angličtine sú pod jedným názvom *rubber*). Plasty sa stávajú elastickými po zosieťovaní jednotlivých reťazcov, obsahujúcich dvojité väzby.

## Adičné polyméry – termoplasty

Ide o najväčšiu skupinu plastov. Používajú sa už takmer 80 rokov. Všeobecný vzorec monoméru pre väčšinu z nich je  $H_2C=CHR$ . Presný názov skupiny  $H_2C=CH-$  je etenyl, všade ju však poznáme ako *vinyl*.

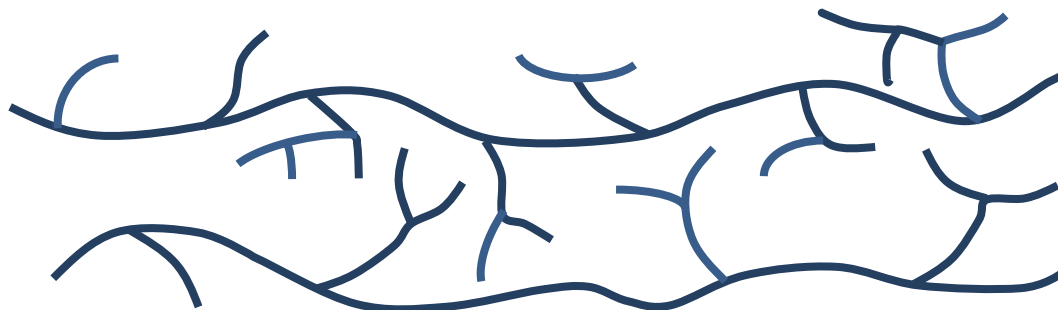
R	vzorec monoméru	monomér	polymér	jednotka polyméru	označenie polyméru
H	$H_2C=CH_2$	etén (etylén)	polyetylén	$-(H_2C-CH_2)_n-$	PE
Cl	$H_2C=CHCl$	vinylchlorid	polyvinylchlorid	$-(H_2C-CHCl)_n-$	PVC
$CH_3$	$H_2C=CHCH_3$	propén (vinylmetán)	polypropylén	$-(H_2C-CHCH_3)_n-$	PP
OH	$H_2C=CHOH$	vinylalkohol	polyvinylalkohol	$-(H_2C-CHOH)_n-$	PVAL
$C_6H_5$	$H_2C=CHC_6H_5$	vinylbenzén (styrén)	polystyrén	$-(H_2C-CHC_6H_5)_n-$	PS
$OCOCH_3$	$H_2C=CH-OCOCH_3$	vinylacetát	polyvinylacetát	$-(H_2C-CH-OCOCH_3)_n-$	PVAC
CN	$H_2C=CHCN$	vinylkyanid (akrylonitril)	polyakrylonitril	$-(H_2C-CHCN)_n-$	PAN
$HC=CH_2$	$H_2C=CHCH=CH_2$	butadién	polybutadién	$-(H_2C-CH=CH-CH_2)_n-$	B
$(CH_3)COO$ $CH_3$	$H_2C=C(CH_3)COO-CH_3$	metylmetakrylát	polymetylmetakrylát	$-[CH_2-C(CH_3)(COO-CH_3)]_n-$	PMMA

Adičná polymerizácia prebieha ako radikálová polymerizácia katalyzovaná najčastejšie Ziegler-Nattovými katalyzátormi pri vysokých tlakoch a teplotách.

## Polyetylén (PE)

Podľa podmienok polymerizácie sa získava polyetylén s rôznou štruktúrou, ktorá spôsobuje jeho rôznu hustotu. Polyetylény vykazujú výbornú chemickú odolnosť, výborné tepelnoizolačné vlastnosti a neabsorbujú vlhkosť. Majú nízky koeficient trenia. Najprv bol vyrobený rozvetvený polyetylén, ktorý má menšiu hustotu, preto sa označuje LDPE. Neskôr sa pomocou Ziegler-Nattových katalyzátorov podarilo zabrániť rozvetveniu polymérneho reťazca a pripraviť polyetylén s vysokou hustotou HDPE.

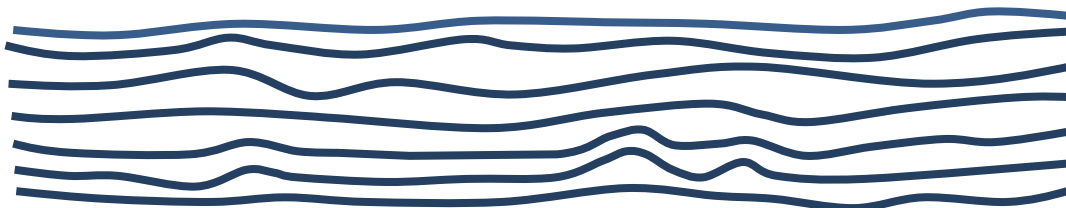
**LDPE** (*low density PE*) – polyetylén s nízkou hustotou. Ide o *rozvetvený polymér* s množstvom postranných reťazcov, ktoré bránia molekulám zbaľiť sa tesne k sebe a vytvoriť kryštalickú štruktúru. LD-polyetylény sú voskové ohybné plasty s nižšou teplotou topenia ako HDPE (pri teplote okolo 120 °C). LDPE sú aj transparentnejšie oproti HDPE. V roku 1949 sa začali v USA predávať výrobky firmy *Tupperware*, vyrobené z LDPE.



LDPE sa používa na výrobu fólií na balenie potravín, tašiek, filmov, poľnohospodárskych fólií, na izoláciu elektrických káblov, výrobu rúr, dutých nádob (bandasiek, sudov, fľašiek).

Hranicou na odlíšenie HDPE a LDPE je hustota  $0,940 \text{ g cm}^{-3}$ .

**HDPE** (*high density PE*) – polyetylén s vysokou hustotou. Ide o *lineárny polymér* s molekulami usporiadanými tesne pri sebe, čím sa vytvára usporiadaná kryštalická štruktúra. HD-polyetylény sú tvrdé a majú preto dobrú pevnosť v ťahu. Ich teplota topenia je 130 °C.



HDPE sa používa sa na výrobu rúr, prepraviek na fľaše, pečivo a pod., vrchnákov na plastové fľaše, veľkoobjemových nádob, fliaš a jemných fólií (mikrotén).

**LLDPE** (*linear low density PE*) tvorený kopolymerizáciou etylénu s vyššími rozvetvenými alkénmi (napr. 4-metyl pent-1-én). Postranné reťazce bránia tesnému zbaleniu vlákien. Používa sa na výrobu fólií na skládky odpadov alebo do odpadkových košov a zmršťovateľných fólií na balenie potravín.

**UHMWPE** (PE s veľmi vysokou molárnou hmotnosťou) sa používa na výrobu protéz v medicíne, radarových nosov lietadiel a pancierovej ochrany vozidiel. Je najodolnejším plastom oproti opotrebeniu spomedzi všetkých plastov. Má veľmi nízky koeficient trenia a samomastiace vlastnosti.

Najnovšie nepriestrelné vesty sa vyrábajú z polyetylénu **Dyneema**, ktorý je 15-krát pevnejší než oceľ a o 40 % pevnejší ako *Kevlar* (polyaramidové vlákno používané na tieto účely). Preto postačuje 5 mm hrubá vesta.

**PEX** (*cross-linked polyethylene*) sa po zosieťovaní stáva elastickým.

## Polypropylén (PP)

Ide o tuhý plast, odolávajúci vlhkosti, olejom a rozpúšťadlám. Keďže má teplotu topenia až pri teplotách 160 – 170 °C, polypropylénové výrobky sa dajú sterilizovať parou a preto sa z neho vyrábajú jednorazové injekčné striekačky. Používa sa tiež na výrobu súčiastok a dielcov automobilov (napr. aj nárazníky), práčok a vysávačov, podrážok a podpätkov topánok, kufrov, skriň na autobatérie, obalových fólií, izolačných fólií do kondenzátorov. Z polypropylénu sa vyrábajú aj textilné vlákna na bielizeň a odevy, laná, vlákna na výrobu kobercov a nábytkových poťahov. Plastové príbory, téglíky a tanieriky sú najčastejšie z polypropylénu alebo z polystyrénu.

## Polymetylpentén (PMP)

Transparentný, veľmi ľahký (0,83 g cm<sup>-3</sup>) plast, teplotne stály do 148 °C, ale veľmi krehký. Vyrábajú sa z neho nádoby do mikrovlniek, zariadenia na spracovanie potravín a pre lekárske účely.

## Polystyrén (PS)

Výroba polystyrénu vychádza z benzénu a etylénu. Vzniknutý etylbenzén dehydrogenuje na platine na vinylbenzén. Posledným stupňom syntézy je polymerizácia.

Najbežnejším použitím polystyrénu sú jednorazové poháriky, taniere, príbor, obaly na CD a DVD, súčiastky pre chladničky a mrazničky, hračky, fotografické potreby, lekárske zariadenia. Osobitnou formou je *penový polystyrén* – obalový, izolačný a dekoračný materiál.

*Húževnatý polystyrén* (*High impact polystyrene*, HIPS) sa používa na výrobu súčiastok pre automobilový a letecký priemysel, skriniek na rádiá a televízory, telefóny, kancelárske stroje, obalový materiál.

## Akrylonitril butadién styren (ABS)

Styrén je tiež jedným z monomérov kopolyméru **ABS**, ktorý sa používa v interiéroch lietadiel, v počítačových monitoroch, tlačiarňach, klávesniciach a v spotrebnej elektronike. Jeho nevýhodou je, že absorbuje vlhkosť.

## Polytetrafluóretylén (PTFE)

Polytetrafluóretylén  $-\text{[CF}_2\text{-CF}_2\text{-]}_n$  bol objavený náhodou – ale v súlade s porekadlom, ktoré tvrdí, že náhoda praje pripravenému. 26-ročný Roy Plunkett pracoval pre spoločnosť DuPont na vývoji plynov, ktoré by mohli slúžiť ako chladiace plyny v mrazničkách. Jedným z nich bol tetrafluóretylén. 6. apríla 1938 zistil, že z tlakovej fľaše, ktorú zabudol na noc odložiť do chladničky a v ktorej mal byť tetrafluóretylén, nevychádza žiaden plyn. Keďže hmotnosť fľaše sa ale nezmenila, látka z nej neunikla. Pri potrasení bolo počuť, že sa v nej pohybujú nejaké tuhé telesá. Plunkett fľašu rozrezal a našiel v nej bielu voskovitú tuhú látku – polytetrafluóretylén. Spoločnosť DuPont si látku dala patentovať ako **Teflon**. PTFE poznáme dnes aj pod názvami **Gore Tex** alebo **Dyneon**.

PTFE je takmer nereaktívny – keďže ide o nasýtený uhlíkovodík obsahujúci len pevné C–C a C–F väzby. Má veľmi nízky súčiniteľ šmykového trenia. Má veľmi vysoké povrchové napätie, preto na ňom látky nepriliehajú a väčšina kvapalín ho nezmáča. Je nehorľavý. Dá sa bezpečne používať do teploty 260 °C (rozkladá sa až pri približne 400 °C). Je odolný aj voči mrazu až do –200 °C. Fyziologicky je úplne indiferentný.

Teflon sa použil už v projekte Manhattan pri vývoji atómovej bomby na ochranu proti korózii pri delení izotopov uránu. Významnú úlohu zohral v americkom kozmickom programe. Najznámejší je ale z použitia ako povrchu nepriľnavých kuchynských nádob. Chemická odolnosť teflonu sa využíva v chemických aparatúrach, potrubiach, tesniacich krúžkoch. Nízke trenie sa využíva pri výrobe ložísk a tiež „nožičiek“ počítačových myší. V elektrotechnike sa používa ako izolačný materiál. V medicíne sa využíva jeho vysoká chemická stálosť, životnosť a znášateľnosť v tkanivách na výrobu implantátov. Vyrábajú sa z neho dentálne nite alebo povrch projektilov.

V roku 1969 americký chemik Bob Gore objavil nové využitie PTFE. Mechanickou expanziou sa mu podarilo vytvoriť pórovitú membránu, ktorá sa v súčasnosti vyžíva na mnohých odevoch a obuvi. Gore-Tex-ové implantáty sa používajú aj v medicíne – pri operáciách srdca, ciev, očnej rohovky alebo hernie. Používa sa aj na povrchy umelých kĺbov. Existujú aj teflonové mazadlá na údržbu zbraní.

S teflonom sú spojené len dve nevýhody. Pri jeho výrobe sa používa karcinogénna, bioakumulatívna a toxická kyselina perfluóroktánová. Pri vysokých teplotách (v plameni) sa teflon rozkladá. Produkty rozkladu sú jedovaté a len veľmi ťažko odbúrateľné, preto sa v danom prostredí akumulujú.

## Polyvinylchlorid (PVC)

Polyvinylchlorid je jedným z najrozšírenejších plastov vo svete. Vyvinula ho v 30. rokoch minulého storočia nemecká spoločnosť IG Farben. Preto označenie igelit pôvodne patrilo mäkkému PVC. Keďže táto firma vyrábala aj plyn Cyklon B pre koncentračné tábory, po vojne musela svoje meno zmeniť. V Československu sa meno igelit potom prenieslo na polyetylén.

PVC sa vyrába tak, že z acetylénu a chlorovodíka sa vyrobí monomér *vinylchlorid*, ktorý sa následne polymerizuje. PVC je lacný, vykazuje dobrú chemickú odolnosť a pevnosť ako aj odolnosť voči UV žiareniu.

Použitie PVC je veľmi rozmanité a výrazne závisí od pridávaných látok, najmä zmäkčovadiel (plastifikátorov). Ako zmäkčovadlá sa používajú rôzne ftaláty. Ich druh a množstvo určujú vlastnosti výsledného plastu. Používanie nízkomolekulových ftalátov dnes v Európe nie je povolené. Často sa preto stáva, že sa detské hračky posielajú naspäť výrobcom do Číny.

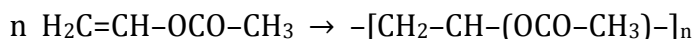
Z nemäkčeného PVC (ktorý sa v Československu zvykol nazývať *novodur*) sa vyrábajú rúry (najmä na vodovodné a odpadové potrubia) a najmä rámy okien. Mäkčený PVC sa nazýval *novoplast* a vyrábali sa z neho nafukovacie lopty a hračky pre deti. Z PVC sa vyrábajú aj ochranné rukavice, plášte a prezuvky do dažďa, koženka, podlahové krytiny, fólie alebo v niektorých krajinách aj fľaše na nápoje.

Hlavné nebezpečenstvo pri používaní PVC tkvie v jeho postupnej degradácii na vinylchlorid, ktorý je karcinogénny. Degradácia PVC je urýchľovaná na svetle.

### **Polyvinylidénchlorid PVDC**

Polyvinylidénchlorid PVDC  $(\text{CH}_2\text{CCl}_2)_n$  je známy ako **Saran**. Vyrábali sa z neho zmraziteľné potravinárske fólie. Dnes sú z LDPE.

### **Polyvinylacetát (PVAC)**



Surovinami na výrobu PVAC sú acetylén a kyselina octová (alebo etylén a kyslík a kyselina octová). Polyvinylacetát je kvapalným polymérom. Používa sa na výrobu lepidiel, tmelov (*Slovilax*, *Duvilax*), náterových látok (*latexové farby*) a omietkových zmesí.

### **Polyvinylalkohol (PVAL)**

Polyvinylalkohol sa vyrába metanolýzou polyvinylacetátu v kyslom alebo zásaditom prostredí. Ide o polymér s hydrofilným povrchom. Môže byť kvapalný aj tuhý. Vyrábajú sa z neho rúrky a hadice pre dopravu pohonných hmôt, syntetický škrob, lepidlá, pojivo do betónu (*Sloviol* Fortischem Nováky, *Duviol* Duslo Šaľa), polarizačné filtre a nosiče liekov.

### **Polyakrylonitril (PAN)**

Surovinami na výrobu akrylonitrilu sú propylén, amoniak a kyslík. Používa sa na výrobu syntetických vlákien, parochní, ale aj obalových materiálov. Je tiež jedným z kopolymérov v ABS kaučukoch. *Akrylové vlákna* sú polyméry, obsahujúce aspoň 85 % propenonitrilu (akrylonitrilu). Komonoméry zlepšujú farbitelnosť polyméru. Akrylové vlákna sú pevné, oteruvzdorné a pružné. Dobre odolávajú počasiu, škvrnám, chemikáliám, hmyzu a hubám.

## Polymetylmetakrylát (PMMA)

Polymetylmetakrylát poznáme asi najviac pod bežným názvom *plexisklo*. Surovinou na jeho výrobu je izobutén. Bol prvým široko používaným priehľadným plastom (polykarbonát bol vynájdenný neskôr). Preto aj obdobie najširšieho používania má už za sebou. Výhodou plexiskla oproti sklu je najmä oveľa nižšia hustota (len 1,19 g/cm<sup>3</sup>). Je lacnejšie, dá sa ohýbať a lepiť, je odolnejšie proti nárazom. Jeho nevýhodou je nižšia chemická odolnosť a menšia tvrdosť (ľahko sa poškrábe). Odolnosťou proti poveternostným vplyvom predstihuje PMMA všetky bežné termoplasty.

Používa sa na kupoly a okná lietadiel, štíty motocyklov, inkubátory, kompaktné disky, fototechniku (šošovky), svietidlá, kryty na zadné svetlá áut, protetický materiál (kosti, srdcové chlopne), bowlingové gule. Tvorí tiež základ akrylových farieb (sú to vodné suspenzie).

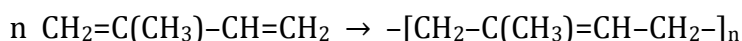
Z polyakrylátu sodného sú *superabsorbenty* do detských plienok a dámskych vložiek.

**Polyhydroxyetylmetakrylátový gél** HEMA použil profesor Otto Wichterle na výrobu kontaktných šošoviek.

Profesor **Otto Wichterle** bol (popri nositeľovi Nobelovej ceny J. Heyrovskom) asi najvýznamnejším českým (vtedy československým) chemikom 20. storočia. Otto Wichterle sa dožil takmer 85 rokov, napriek veľkému množstvu patentov nezbohatol a zaslúženej úcty sa dočkal až po roku 1989. Jeho život bol plný zvrátov, profesor Wichterle ale nikdy nezatrpkol, najmä preto, že žil stále pre svoj výskum. Prvú aparatúru na výrobu kontaktných šošoviek vytvoril doma s použitím detskej stavebnice Merkur. Známý je jeho výrok: „*Pestovať vedu je nesmierne vzrušujúce a zábavné. Človek sa cíti absolútne slobodný.*“

## Elastoméry – kaučuky

### Prírodný kaučuk – polyizoprén



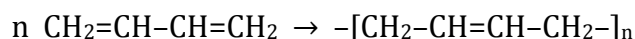
*Prírodný kaučuk* (*latex*) je cis-izomér, trans-izomér je *gutaperča* (tuhá sivá látka z inej palmy; kedysi sa používala na povrch golfových loptičiek). *Syntetický polyizoprén* sa vyrába z izoprénu, získaného z ropy.

Z kaučuku sa vulkanizáciou vyrába *guma*.

*Vulkanizácia* je zosieťovanie makromolekúl polyizoprénu cez dva atómy síry. Zlepší sa tým nielen tvrdosť a pevnosť kaučuku, ale kaučuk získa aj *elasticitu*. Do gummy na pneumatiky sa pridávajú aj ďalšie látky, najmä uhlík (sadze) a antioxidanty. Ďalšia vulkanizácia vedie k tvorbe *ebonitu* – krehkej tuhej látky.

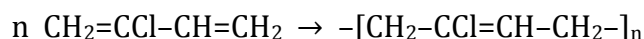
## Syntetické kaučuky

### Polybutadién



Polybutadién má menšiu pevnosť a neodoláva benzínom a olejom. Používa sa na hnacie remene (v autách, práčkach a pod.), lepidlá a povrchové vrstvy, aditíva do tuhých polymérov (napr. PS) na zvýšenie pevnosti.

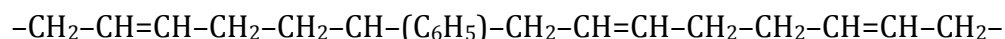
### Polychloroprén (neoprén)



Polychloroprén lepšie odoláva benzínom a olejom než iné elastoméry. Používa sa na povrchy káblov, priemyselné hadice a pásy, podpätky, pneumatiky, lepidlá, rukavice, odevy do vlhka, potápačské odevy, teplovzdušné balóny.

### Styrén-butadiénový kaučuk

Styrén-butadiénový kaučuk je príkladom *kopolyméru*, vytvoreného z viacerých rozličných monomérov, v tomto prípade styrénu (25 %) a butadiénu (75 %).



Je odolnejší voči oxidácii a abrázii (otru) než prirodzený kaučuk, ale jeho mechanické vlastnosti sú horšie. Keďže obsahuje dvojité väzby, dá sa vulkanizovať. Tvorí asi tretinu produkcie elastomérov a používa sa najmä na výrobu pneumatík, ale aj podrážok, lepidiel a spodnej vrstvy tkanín (napr. kobercov).

### Elastoméry ako súčasť farieb

Elastoméry sa používajú ako súčasť farieb a náterov. Farba obsahuje tri základné zložky: *pigment*, *pojivo* a *rozpúšťadlo*. Elastoméry fungujú ako pojivo, t. j. zložka farby, ktorá v nej vytvrdne a vytvorí spojitý film. Farba vyrobená s elastomérmi je odolná voči rozkladu. Ako pojivo sa používajú rôzne polyméry. Najbežnejšie latexové farby majú častice polyméru rozptýlené vo vode a teda nepotrebujú obsahovať organické rozpúšťadlo (a štetky a valčeky na farbu sa dajú umyť mydlom a vodou).

### Umelý kaučuk z prírodných surovín

*EPDM (etylén-propylén-dién monomér)* predstavuje prvý vysokovýkonný kaučuk na svete, vyrobený nie z ropy, ale z čisto prírodných produktov. Gumová zmes na baze etylénu sa vyrába z odpadu zo spracovania cukrovej trstiny v Brazílii. Výhodou nového materiálu je predovšetkým fakt, že pri zachovaní všetkých excelentných vlastností EPDM, ako sú nízka hustota, vysoká odolnosť voči teplu, oxidácii, chemikáliám a poveternostným vplyvom, sa vyrába z obnoviteľnej suroviny rastlinného pôvodu. Okrem pneumatikárskeho priemyslu sa EPDM hojne používa aj pri úprave plastov, na izoláciu káblov či v stavebníctve. Aj keď bude



nová zmes spočiatku o čosi (cca 10 %) drahšia ako EPDM z ropy, zaváži predovšetkým celkový prínos v podobe nižšej produkcie CO<sub>2</sub> pri výrobe a fakt, že s predpokladaným rastom cien ropy a jej nedostatkom je využitie EPDM na báze biosurovín rozhodne tá úspornejšia alternatíva [Revue priemyslu 5 (10), 26 – 28 (2011)].

## Kondenzačné polyméry

Pri kondenzačnej polymerizácii (polykondenzácii) sa časť molekuly monoméru pri polymerizácii odštiepuje. Napr. z 6-aminohexánovej kyseliny HOOCCH<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> sa odštiepuje voda za vzniku polyamidu:



## Polyamidy (PA)

Polyamidy sú skupinou polymérov, ktoré môžu vznikať polykondenzáciou i polymerizáciou. Ich základný reťazec je tvorený peptidickými väzbami. Polyamidy (nylon, silon, ...) sú známe najmä ako vlákna (na výrobu odevov, padákov, lodných plachiet, kobercov a tiež rybárskych vlasov alebo zubných kefiek). Sú ale aj veľmi pevným konštrukčným materiálom s nízkym koeficientom trenia. Vyrábajú sa z nich napr. podložky pod skrutky na železničné podvaly.

Nylon bol názov prvého polyamidu (polyamid 6.6), vyrobeného v USA. Názov nylon nebol patentovo chránený, preto sa zaužíval ako spoločné pomenovanie pre polyamidové vlákna. NYLON vraj vznikol zo slov **New York** a **LON**dýn. V Nemecku a v Československu vyrobené polyamidy mali trochu iné zloženie (polyamid 6, polykaprolaktám) a nazývali sa *perlon*, resp. *silon* (československým vynálezcom silonu bol profesor **Wichterle**; jeho výroba sa rozbehla po vojne v Žiline). Reklama na nylonové vlákno tvrdila, že je *jemné ako pavučina, pevné ako oceľ*.

*Nylonové pančuchy* pred vyše sedemdesiatimi rokmi vyvolali revolúciu v móde. Do Európy sa dostali hneď po 2. svetovej vojne. Vedúcim výskumného tímu, ktorý vyvinul nylon, bol Wallace Hume **Carothers**. Pred nylonom Carothers vynášiel aj syntetický kaučuk *chloroprén* (*neoprén*). Carothers sa slávy nyloniek nedožil, pretože podľahol depresii a v apríli 1937 (po smrti svojej sestry, ale niekoľko mesiacov pred narodením svojej dcéry) spáchal samovraždu – otrávil sa kyanidom draselným.

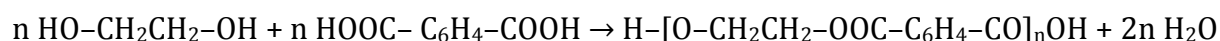
## Polyaramidy (polymérne aromatické amidy)

Polykondenzáciou benzén-1,4-dikarboxylovej (tereftalovej) kyseliny s 1,4-diaminobenzénom vznikol KEVLAR – ohňovzdorné, ohybné, ľahké a extrémne pevné vlákno (5-krát pevnejšie ako oceľ s rovnakou hmotnosťou). Nahradilo oceľové kordy pneumatík, vyrábajú sa z neho nepriestrelné vesty, ochranné rukavice, skafandre pre astronautov, bubny. Jeho pevnosť vyplýva zo štruktúry a zo spôsobu, akým sú lineárne molekuly držané pokope vodíkovými väzbami.

<http://www.lbl.gov/MicroWorlds/Kevlar/>

## Polyetyltereftalát (PET)

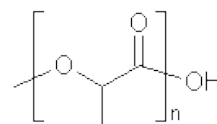
Polyester je kondenzačný kopolymér vytvorený z molekúl s alkoholovou a karboxylovou funkčnou skupinou. Najbežnejší polyester polyetyltereftalát (PET) je vytvorený z etylénglykolu (etándiol) a kyseliny tereftalovej



PET sa používa predovšetkým ako vlákno (83 %) na odevy (polyesterový hodváb; na Slovensku *slotera*) a výplne (vankúše, vetrovky) a na kord v pneumatikách. Asi 10 % sa používa na obaly – fľaše na jednorazové balenie nápojov. Zvyšných 7 %, tvoria fólie: röntgenové a fotografické filmy, magnetofónové a video pásky. Z PET sa vyrábajú aj elektroizolácia, ozubené kolesá a ložiská.

## Polymliečna kyselina (PLA)

**PLA** *polylactic acid* je termoplastický polyester vyrobený z kukurice. Ide o biodegradabilný plast (aj z FCHPT STU v Bratislave). Obalové materiály vyrobené z PLA sa v prírode do dvoch týždňov bez stopy rozložia.



Polymliečna kyselina, polyglykolová kyselina (PGA) a ich kopolyméry sú najpoužívanejšími syntetickými rozložiteľnými polymérmi v medicíne.

## Fenol-formaldehýdové živice

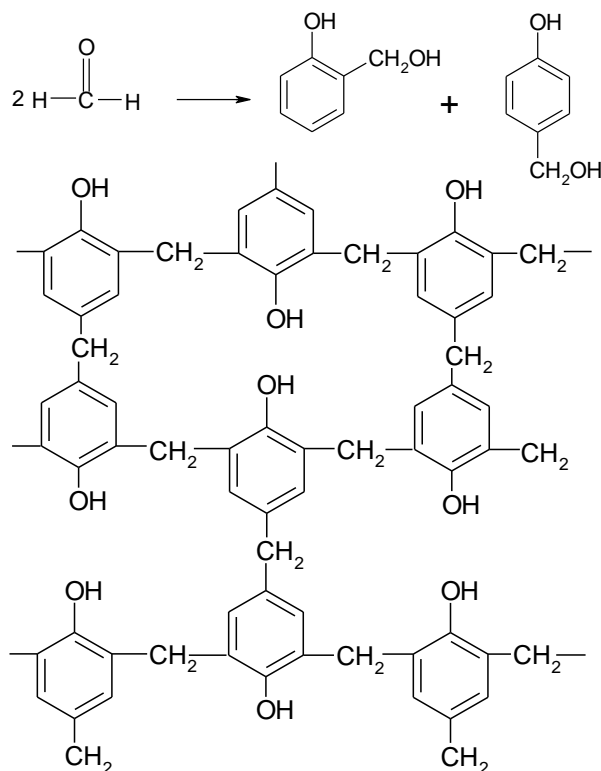
Prvým syntetickým polymérom bol *bakelit* (Leo Baekeland, 1909).

Výroba prebieha v dvoch krokoch. Prvým je adícia formaldehydu na benzénové jadro fenolu (v polohe 2 alebo 4) druhým je polykondenzácia s odštiepením molekuly vody (vodík z benzénového jadra a OH skupina z alkoholu). Vznikne zosieťovaná makromolekula, z ktorej sa voda vypudí teplom. Vznikne tak tuhý plast, ktorý sa nedá vratne taviť – *termoset*.

Bakelit má pevnú trojrozmernú štruktúru podobnú diamantu. Má preto vysokú teplotu topenia (skôr sa rozkladá), je veľmi nerozpustný a nereaktívny a má dobré tepelno- a elektroizolačné vlastnosti.

Ťažko sa spracováva a je tmavý.

Použitie: (najmä v minulosti) elektroinštalácia (vypínače, zásuvky), povrchy pracovných stolov, tepelné štíty nosov raket.



Z histórie bakelitu: <http://veda.sme.sk/c/4332978/leov-bakelit-je-neznicitelny.html>

Podobne vznikajú aj ďalšie polykondenzačné termosety (označované aj spolu ako aminoplasty):

### Močovino-formaldehydové živice

Použitie: najmä lepidlá drevotrieskových dosiek, elektroinštalácia.

### Melamino-formaldehydové živice

Melamín sa získava z močoviny. Tieto materiály sú odolné voči teplu, svetlu a vlhku. Sú bezfarebné, dobre absorbujú farbivá. Vyrába sa z nich ľahký piknikový riad, kuchynské pracovné dosky (vnútro je lacnejšie fenol-formaldehydové, povrch melamino-formaldehydový).

Oba typy sa používajú na impregnáciu papiera (na spevnenie) a textílií (bavlny, vlny, viskózy proti zrážaniu sa) a ako ionexy v kolónach na prípravu demineralizovanej vody.

## Polykarbonáty (PC)

Polykarbonáty sú polykondenzačné termoplasty číre ako sklo a dostatočne pevné. Ich názov vyplýva z toho, že v ich štruktúre sa opakuje  $\text{CO}_3$  skupina:  $-\text{[O-CO-O-C}_6\text{H}_4\text{-C(CH}_3\text{)}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{]}_n\text{-}$

Používajú sa na výrobu nepriestrelných okien, ochranných prílb a štítov, ochranných okuliarov, kompaktných diskov, sterilizovateľného náradia. Zmes PC a ABS vytvára pevný plast používaný v automobiloch a telách mobilných telefónov.

## Polyuretány

Polyuretány sú adičné termosety so štruktúrou podobnou nylonu. Vyrábajú sa exotermickou reakciou polyolov s polyizokyanátmi. Opakujú sa v nich jednotky

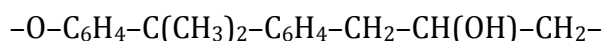


Lineárne polyuretány sú elastické, zosieťované sú tuhé a pevné. Ich použitie je široké:

- elastické tkaniny (*Lycra*),
- penové kaučuky vo vankúšoch, matracoch a čalúnenom nábytku,
- izolácia mrazničiek a chladničiek, tepelnoizolačné peny na strechy,
- kolieska korčúľ, podrážky najmä športovej obuvi,
- jeden z najpoužívanejších plastov v automobiloch,
- lepidlá.

## Epoxidové živice

Vytvárajú vynikajúce nátery. Používajú sa na ochranu oceľových potrubí a armatúr proti korózii. Tvoria aj vnútorný povrch plechových konzerv, najmä pri kyslých potravinách (paradajky). Vyrábajú sa z nich aj silné lepidlá. V ich štruktúre sa opakujú jednotky



Epoxidové lepidlá bývajú zvyčajne dvojzložkové, po zmiešaní dochádza k zosieťovaniu polymérnych reťazcov a veľmi pevnému spoju.

## Kompozitné materiály

Kompozitné materiály pozostávajú z dvoch principiálnych zložiek: matrice a výstuže.

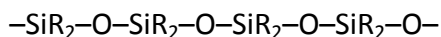
Vyrábajú sa z veľmi silných vlákien (sklenených, grafitových, keramických, kevlarových) spojených v polymérnej matrici zvyčajne z termosetového kondenzačného polyméru (polyester, epoxidová alebo fenolformaldehydová živica), ktorý ich chráni pred rozbitím. Úlohou matrice je podporovať vlákna, niesť náklad medzi susednými vláknami a určovať tvar materiálu.

Najbežnejším kompozitnými materiálmi sú polyesterové živice zosilnené sklenými alebo uhlíkovými vláknami. Využívajú sa v športovej výstroji ako tenisové rakety, člny, tvarované kreslá, panely automobilov.

Niektoré kompozitné materiály majú silu a tvrdosť oceľových, aj keď vážia iba zlomok z ich váhy. Výhodou niektorých je aj nulová teplotná rozťažnosť.

## Silikóny

Silikón je polymér, založený na striedaní atómov kremíka a kyslíka



Keďže kremík netvorí násobné väzby, silikóny sa vyrábajú polykondenzáciou.

V jednoduchých silikónoch R predstavuje uhľovodíkovú skupinu (metyl, etyl alebo butyl). Silikóny môžu byť lineárne, cyklické alebo zosieťované. V závislosti od dĺžky reťazca a stupňa zosieťovania môžu byť oleje alebo mazadlá, kaučukovité látky alebo tuhé živice.

Silikóny sú tepelne stále a odolné voči väčšine chemikálií (okrem aromatických rozpúšťadiel (toluén, xylény)), UV-žiareniu a ozónu. Sú vynikajúce vodovzdorné materiály a majú výborné elektroizolačné vlastnosti.

Silikónové oleje sa používajú ako hydraulické kvapaliny a mazadlá, iné silikóny sa využívajú pri výrobe tmelov, leštiacich prostriedkov (na autá a topánky) a vodovzdorných materiálov (plachiet, dáždnikov, pršiplášťov, ale aj tehál, cementu a umelého kameňa). Používajú sa tiež ako prísady na uvoľňovanie plastov z foriem, na výrobu rôznych tesnení (sú ohybné do  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a dopravníkových pásov v potravinárstve.

Silikóny sa používajú aj na výrobu umelých ľudských orgánov a implantátov (uši, nos, srdcové chlopne, dialytické membrány v umelých obličkách, hadičky na transfúziu krvi), ako aditíva do kozmetických prípravkov, protipenivé prísady, nepriľnavé povrchy a nádoby na pečenie.

## Plasty a móda

Plasty sa uplatnili aj v oblasti módy. V súčasnej dobe už dokážu nahradiť prírodné kožušiny, kože i semiš tak, že sú nerozoznateľné od prírodných a sú aj trvanlivejšie. Náhradu prírodných zvieracích materiálov imitáciami z plastov privítali najmä ochrancovia zvierat. Najväčšiu výhodu umelých materiálov predstavuje ich cena, ktorá je oveľa nižšia než cena prírodných materiálov. Umelé materiály sa tiež oveľa jednoduchšie ošetrujú (kožušiny sa dajú vyprať, kožené alebo semišové výrobky utrieť vlhkou handričkou, semišové dokonca odpudzujú škvrny). Umelú kožušinu nenapadnú mole.

Umelé materiály poskytujú módnym návrhárom takmer neobmedzené možnosti, pretože umožňujú používať farby, ktoré neexistujú v prírode a tak ponúkať jedinečné textúry a vzory.

*Umelé kožušiny* sú vyrobené z **akrylových vlákien** a dnes sú už vzhľadom a hmatom nerozoznateľné od pravej kožušiny zvierat. Dnes už dosahujú aj rovnaké tepelnoizolačné vlastnosti.

*Umelá koža* vyrobená z **polyuretánu** má vzhľad a dojem prírodnej usne a dá sa využiť takmer rovnako. Je trvanlivá a odolná voči deformácii a popraskaniu. Na rozdiel od prírodnej kože si umelá koža zachováva svoju farbu mnoho rokov. Všestrannosť plastov umožňuje širokú škálu farieb a textúr, dokonca reliéfy krokodílej alebo hadej kože. Umelá koža je tiež dobrou voľbou pre domáce krajčírky, pretože sa ľahšie strihá a šije než pravá koža.

*Umelý semiš* je vyrobený z **polyesterových mikrovlákien**, votkaných do tenkej, mäkkej, ale veľmi pevnej plastovej textilie. Je trvanlivejší ako prírodný semiš, ktorý sa vyrába z jemnej spodnej časti zvieracej kože a ľahko sa roztrhne.

## Hospodárenie s odpadmi

Plasty sa stali extrémne lacným obalovým materiálom – a čo je lacné, to si ľudia nevážia. Preto sa plastové tašky a fľaše nielenže povalujú všade, ale dokonca sa v oceánoch vytvorili obrovské plávajúce plastové „ostrovky“. Preto v poslednej dobe mnohé štáty vydali zákaz používania plastových tašiek. Samotné plasty však za nevychovanosť spotrebiteľov nemôžu.

Vzhľadom nato, že mnohé polyméry sú recyklovateľné a súčasne nie sú rozlíšiteľné svojím vzhľadom, bolo už v roku 1988 zavedené ich označovanie trojuholníkmi zo šípok. Súčasťou značky je označenie

materiálu, z ktorého je obal vyrobený. Toto označenie môže byť zobrazené ako číslo v trojuholníku šípok, ako skratka pod trojuholníkom šípok, alebo kombináciou oboch spôsobov. V tabuľke na nasledujúcej strane sú uvedené všetky pridelené čísla, resp. skratky látok a to nielen pre plasty, ale aj iné recyklovateľné materiály.



Číselné označenie	Písomný znak – skratka	Materiál
<b>Plasty</b>		
1	PET	polyetylén tereftalát
2	HDPE	polyetylén s vysokou hustotou
3	PVC	polyvinylchlorid
4	LDPE	polyetylén s nízkou hustotou
5	PP	polypropylén
6	PS	polystyrén
<b>Papier a lepenka</b>		
20	PAP	vlnitá lepenka
21	PAP	hladká lepenka
22	PAP	papier
<b>Kovy</b>		
40	FE	oceľ
41	ALU	hliník
<b>Drevo</b>		
50	FOR	drevo
51	FOR	korok
<b>Textil</b>		
60	TEX	bavlna
61	TEX	vrecovina, juta

<b>Sklo</b>		
70	GL	bezfarebné sklo
71	GL	zelené sklo
72	GL	hnedé sklo
<b>Kompozity</b>		C / *
* označenie prevažujúceho materiálu, napr. Tetrapak škatuľa na džús: hlavná zložka papier (PAP), ďalej vrstva polyetylénu (PE) a vrstva hliníka (ALU), označenie bude: C / PAP		
80		papier a lepenka / rôzne kovy
81		papier a lepenka / plasty
82		papier a lepenka / hliník
83		papier a lepenka / cínový plech
84		papier a lepenka / plast / hliník
86		papier a lepenka / plasty / hliník / cínový plech
90		plasty / hliník
91		plasty / cínový plech
92		plasty / rôzne kovy
95		sklo / plasty
96		sklo / hliník
97		sklo / cínový plech
98		sklo / rôzne kovy

**Tabuľka:** Číselné označenie recyklovateľných materiálov.

Predchádzať hromadeniu plastov v prírode – či už rozhádzaných alebo na skládkach odpadu sa dá ich dôsledným ukladaním do príslušných kontajnerov na triedený odpad. Iným spôsobom je používanie obalov z biologicky rozložiteľných materiálov. Z plastov je takýmto materiálom polymliečna kyselina.

Ani recykláciu nie je možné robiť za každú cenu. Pri zvažovaní, či daný materiál zbierať a poselať na recykláciu, je treba zvažovať náklady na zber, dopravu, triedenie a samotné zhodnotenie, vrátane dôsledkov použitej dopravy na životné prostredie. V niektorých prípadoch môže byť odvoz do najbližšej spaľovne alebo na skládku z celospoločenského hľadiska najlacnejšou a najpriateľnejšou verziou. Pri určitých materiáloch je treba spotrebiteľov motivovať k recyklácii aj finančne alebo zákonom. Ide o predmety, ktoré keď sa stanú odpadom, predstavujú riziko pre životné prostredie. Príkladom sú elektrické batérie alebo žiarivky. Sú aj predmety, ktoré je potrebné recyklovať, pretože obsahujú zložky, ktoré sa stávajú nedostupnými. Ide napríklad o prístroje, obsahujúce prvky vzácnych zemín.

**Degradovateľné polyméry** by mali vyriešiť problémy, ktoré spôsobujú spotrebiteľia svojou neporiadnosťou. Môže ísť o polyméry

- fotodegradovateľné (rozpadajúce sa na slnku): fotodegradabilný LDPE,
- vodorozpustné: polyvinylalkohol a
- syntetické biorozložiteľné (majú zabudované granuly škrobu).

**Biodegradovateľné plasty** sú polyméry, ktoré sa faktormi životného prostredia ako slnečné svetlo, zmeny teploty alebo účinkom mikroorganizmov úplne rozložia na oxid uhličitý, metán, vodu, biomasu a anorganické zlúčeniny za aeróbnych alebo anaeróbnych podmienok a účinku živých organizmov.

Syntetické polyméry, ktoré sa prirodzene rozkladajú v tele na neškodné produkty (napr. *kopolymér PLA/PGA* alebo *polykaprolaktám*) sa používajú aj vo farmaceutickom priemysle pri tvorbe liekových foriem – na transport liečiva na miesto určenia a tiež na tvorbu ortopedických implantátov, ktoré sa po čase majú v tele rozložiť.

Medzi biologicky rozložiteľné plasty patria aj polyvinylalkohol a polyvinylacetát. Ako **biopolyméry** sa označujú polyméry tvorené a následne aj rozložiteľné mikroorganizmami.

## Nové druhy plastov

Plasty sú síce najmä materiálom 20. storočia, ale ich vývoj napreduje aj v novom tisícročí. Nasledujúca tabuľka uvádza skratky a mená nových plastov:

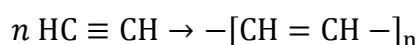
CPVC	Chlórovaný polyvinylchlorid	PCTFE	Polychlórt trifluóretylén
ECTFE	Etylén-chlórt trifluóretylén	PCTG	Glykolom modifikovaný PCT kopolymér
ETFE	Etylén-tetrafluóretylén	PEEK	Polyéteréterketón
EVA	Etylén-vinyl acetát	PEI	Polyéterimid
FEP	Fluorovaný etylén propylén	PES	Polyétersulfón
LCP	Polymérny kvapalný kryštál	PETG	glykolom modifikovaný polyestertereftalát
LLDPE	Lineárny LDPE	PFA	Perfluoroalkoxy
MDPE	Polyetylén so strednou hustotou	PI	Polyimid
MFA	Polytetrafluóretylén-perfluórmetylvinyléter	PMP	Polymetylpentén
PAEK	Polyaryléterketón	POM	Polyoxymetylén (acetál, paraformaldehyd)
PAES	Polyarylétersulfón	PPE	Polyfenylén éter, modifikovaný
PAI	Polyamid-Imid	PPS	Polyfenylén sulfid polyfenylsulfón
PAR	Polyarylát	PSU	Polysulfón
PAS	Polyarylsulfón	PTFE	Polytetrafluóretylén
PB	Polybutylén	PTMT	Polytetrametyléntereftalát
PBT	Polybutyléntereftalát	PVDF	Polyvinylidénfluorid
PC	Polykarbonát	PVF	Polyvinylfluorid
PCT	Polycyklohexyléndimetylén tereftalát	SAN	Styrén-akrylonitril
PCTA	PTA a CHDM Kopolyester	SMA-PC Blends	Styrén maleic anhydrid a polykarbonát
		TPE	Termoplastický elastomér

Boli tiež vytvorené ľahké konštrukčné materiály pevnejšie ako oceľ. Veľká pozornosť sa venuje náhradám orgánov a tkanív: umelé kosti, ktoré stimulujú rast nových kostí; umelé pľúca a srdcia, polymérne kvapalné kryštály. Vývoj sa venuje aj novým lepidlám.

Problémom v budúcnosti môže byť nedostatok surovín, pretože väčšina plastov sa vyrába z ropy.

### Vodivé polyméry

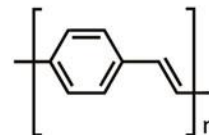
*Polyacetylén* bol objavený v roku 1970. Rozloženie dvojitých väzieb umožňuje pohyb elektrónov pozdĺž reťazca a teda prenos elektrického prúdu. Vodivé plasty (ako všetky vodiče) sú nepriehľadné.





Lineárne, veľmi dobre konjugované reťazce, napr. poly(tiofenylény) alebo poly(fenylénetinylény), vykazujú v smere reťazca vodivosť porovnateľnú s kovovými vodičmi. Za objav a rozvoj konjugovaných polymérov („organických kovov“) bola v roku 2000 udelená Nobelova cena za chémiu.

*Poly(p-fenylén vinylén)* PPV je diamagnetický polymér s nízkou vodivosťou. Používa sa ako vodivá vrstva v organických svetlovyžarujúcich diódach (**OLED**) a v súčasnosti aj v organických solárnych článkoch. PPV je dobrým donorm elektrónov pretože má nízku elektrónovú afinitu a ionizačnú energiu.



### Polymérne kvapalné kryštály

Polyméry sú súčasťou kvapalných kryštálov, ktorých najširšie použitie predstavujú LCD – obrazovky z kvapalných kryštálov. Kvapalné kryštály budú predstavené v rámci poslednej kapitoly o nových materiáloch a technológiách.

### Zaujímavé odkazy:

<http://www.matnet.sav.sk/> MatNet Slovensko – sieť pre oblasť materiálov a technológií.

<http://www.modernplastics.com/>

<http://www.vusapl.sk/> (Vusapl Nitra: kompozity a recyklácia plastov)

<http://www.bpf.co.uk/Plastipedia/default.aspx> (najväčšia encyklopédia o plastoch)

<http://www.lbl.gov/MicroWorlds/Kevlar/>

<http://plastics.americanchemistry.com/Education-Resources>

<http://plasticmakeitpossible.com/>

### Kontrolné otázky

Čo je to polymér?

Uvedte príklady prírodných polymérov.

Čo je celuloid? Prečo sa už nepoužíva na filmy do kín?

Na čo popri filmoch sa používal celuloid?

Čo je surovinou na výrobu väčšiny syntetických plastov?

Aké polyméry označujeme ako termoplasty?

Ako sa odlišujú termoplasty a termosety?

Čo sa označuje ako teplota skelného prechodu?

Ako sa líši adičná polymerizácia od kondenzačnej polymerizácie?

V čom spočíva rozdiel medzi polyetylénmi HDPE a LDPE?

Uveďte príklady na použitie polyetylénu.

Uveďte príklady na použitie polypropylénu.

Uveďte príklady na použitie polystyrénu.

Uveďte vlastnosti a príklady na použitie polytetrafluóretylénu.

Uveďte príklady na použitie polyvinylchloridu.

K čomu dochádza pri starnutí výrobkov z PVC?

Uveďte príklady na použitie polyvinylacetátu.

Uveďte príklady na použitie polyvinylalkoholu.

Uveďte príklady na použitie polymetylmetakrylátu a iných akrylátov.

Aké vlastnosti získa kaučuk vulkanizáciou? Čo je vulkanizácia?

Aké polyméry označujeme ako elastoméry?

Aké druhy kaučukov poznáte? Kde sa najviac používajú?

Aké umelé vlákna poznáte?

Uveďte príklady na použitie polyamidov.

Ktoré plasty sa pripravujú polykondenzáciou?

Aké druhy polykondenzačných termosetov (polykondenzátov) poznáte?

Uveďte príklady na využitie polykondenzačných termosetov.

Uveďte príklady na použitie polyetyléntereftalátu.

Uveďte príklady na použitie polykarbonátov.

Uveďte príklady na použitie polyuretánov.

Čo je to kopolymér? Uveďte príklady.

Čo sú to kompozitné materiály?

Čo sú to silikóny? Aké majú vlastnosti a kde sa používajú?

Aké biodegradovateľné plasty poznáte?

Aký je váš názor na recykláciu plastov?

---

## 8. Energia, palivá

Na úvod kapitoly o energii a palivách si zopakujeme niekoľko základných poznatkov o energii. Energia je definovaná ako *schopnosť konať prácu*. Z toho vyplýva, že bez dodania energie nie je možné konať prácu. Presne toto tvrdí aj *1. zákon termodynamiky*. Jedna z jeho formulácií znie: *Nie je možné zostrojiť stroj, ktorý by bez dodávania energie konal prácu*. Inou formuláciou je: *Vnútoraná energia izolovanej sústavy je konštantná*.

Energia je jednou z najvšeobecnejších fyzikálnych veličín. Patrí medzi stavové veličiny – t. j. v každom stave má fyzikálna sústava určitú hodnotu energie. Je extenzívnou veličinou, t. j. keď sa sústava delí, rovnako sa delí aj hodnota energie. Prejavuje sa v rôznych formách. Najčastejšie sa stretávame s mechanickou energiou a to buď kinetickou alebo potenciálnou. Pomerne často sa stretávame s pojmom *tepelná energia*, aj keď taká forma energie vlastne neexistuje. V rámci termodynamiky je definovaný pojem *vnútoraná energia* – ako súčet všetkých foriem energie vnútri sústavy. Môžeme síce hovoriť, že oceány sú obrovskou zásobárňou tepelnej energie, ale energiu vo forme tepla je možné získať len jej prenosom z teplejšej sústavy do chladnejšej.

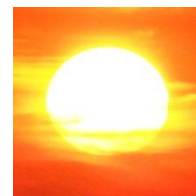
*Tepló* a tiež *práca* nie sú formami energie, ale *sú to formy prenosu energie*. Tepló môže prechádzať len zo sústavy teplejšej (t. j. s vyššou teplotou) do sústavy s nižšou teplotou. Naopak sa to nedá – čo je v súlade s tým, čo tvrdí *2. zákon termodynamiky*: *Nie je možné, aby tepló prechádzalo z chladnejšieho telesa na teplejšie*.

Druhý zákon termodynamiky má veľmi mnoho formulácií, jedna z najstručnejších hovorí, že *dostupnosť energie neustále klesá*. Iná jeho formulácia znie: *Nie je možné zostrojiť periodicky pracujúci stroj, ktorý by odoberal tepló z tepelného zásobníka (ohrievača) a menil by ho na rovnocennú prácu*. Účinnosť tepelného stroja teda nemôže byť nikdy jednotková a väčšinou je veľmi nízka.

*Všetky deje v prírode prebiehajú samovoľne v smere zvyšovania neusporiadanosti sústavy (t. j. v smere zvyšovania jej entropie) a v smere znižovania jej potenciálnej energie*.

Z uvedeného vyplýva, že neustále potrebujeme nejaký zdroj energie.

Najväčším zdrojom energie (više 99 %) pre Zem je Slnko. Slnko je veľkým jadrovým reaktorom, ktorý neustále premieňa vodík na hélium s výkonom  $4 \cdot 10^{26}$  W. Zem odtiaľ získava  $1,73 \cdot 10^{17}$  W, čo je výkon 115 miliónov jadrových elektrární. Za tri dni získa Zem zo Slnka energiu, rovnú celým našim zásobám fosílnych palív.



Z dopadajúceho žiarenia sa 30 % odrazí, takmer polovica sa zmení na tepló a asi 23 % slnečného žiarenia poháňa kolobeh vody v prírode – vyparuje vodu zo zeme a oceánov.

## Fosílna palivá – uhlie, ropa a zemný plyn

Ako palivo sa používajú látky, ktoré ľahko horia a uvoľňujú pri tom veľké množstvo energie. Pri horení – reakcii s kyslíkom sa tieto látky oxidujú. Sú to teda látky v redukovanej forme.

Horieť nemôžu látky, ktoré majú maximálny počet väzieb s kyslíkom (alebo inými elektronegatívnymi prvkami ako Cl, Br). Ako palivo sa teda dajú použiť napr. vodík  $H_2$ , uhlík C, oxid uhoľnatý CO, metán  $CH_4$ , oktán  $C_8H_{18}$ , sacharóza  $C_6H_{12}O_6$ . Horieť nemôžu oxid uhličitý  $CO_2$ , voda  $H_2O$ , chlorid uhličitý (tetrachlórmetán)  $CCl_4$ , chlorovodík HCl.

Horenie je vždy *exotermická reakcia*. V termodynamike (a jej súčasti – termochémii) sa využívajú tabuľky štandardných spaľovacích entalpií. Spaľovacia reakcia je reakcia danej látky s kyslíkom.

*Štandardná spaľovacia entalpia* je entalpiou reakcie 1 mólu danej látky (v jej „štandardnom stave“) s kyslíkom za vzniku „konečných produktov horenia“, t. j. už uvedených látok, ktoré ďalej nehoria –  $H_2O(l)$ ,  $CO_2(g)$ ,  $SO_2(g)$ ,  $N_2(g)$ . Keďže reakčné entalpie sa udávajú pre teplotu 25 °C, v rovniciach sa udáva kvapalná voda.

V technickej praxi (a vo fyzike) sa častejšie hovorí o *výhrevnosti* palív. Vzťahuje sa na ich jednotkovú hmotnosť (prípadne u plynov na jednotkový objem za normálnych podmienok) a produktom nie je kvapalná voda, ale vodná para.

*Odhadované zásoby a ročná spotreba fosílnych palív (prepočítané na milión  $m^3$  ropy)*

Palivo	Zásoby	Ročná spotreba
Uhlie	462 612	2 891
Ropa	164 804	4 001
Zemný plyn	163 312	4 160
Spolu	790 728	9 254

Neobnoviteľné zdroje energie sa spotrebúvajú veľmi rýchlo – až 90 % z nich sa vyčerpalo v priebehu posledných 300 rokov. Už v tomto storočí sa pravdepodobne ropa a zemný plyn stanú tak vzácnymi a drahými, že sa nebudú využívať ako palivá; zásoby uhlia pri súčasnej spotrebe vystačia tak na 300 rokov. Na druhej strane sa stále nachádzajú nové ložiská a tiež nové spôsoby ťažby, takže odhady, kedy sa dané zásoby minú, sa stále predlžujú.

Pri hodnotení efektívnosti nových zdrojov energie sa používa ako ukazovateľ tzv. **EROEI** – *Energy Returned on Energy Invested* – pomer množstva využiteľnej energie získanej z daného zdroja energie k množstvu energie, ktorú je potrebné vynaložiť na získanie energie

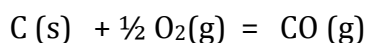
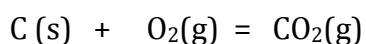
z tohto zdroja. Pokiaľ je tento pomer rovný alebo menší ako 1, zdroj energie nemôže byť použitý ako primárny zdroj energie a stáva sa „energetickou výlevkou“.

$$EROEI = \frac{\text{využitelná energia zo zdroja}}{\text{vynaložená energia}}$$

Ide o bezrozmernú veličinu, ktorej medznou hodnotou je 1. Pri tejto hodnote získame z daného zdroja (technológie, paliva, ...) toľko energie, koľko do neho vkladáme. Z daného spracovania energie sa predpokladá energetický zisk, ktorý by (v uvažovanom časovom horizonte, po ktorý bude trvať) pokryl investovaný čas, prácu ľudí do tejto činnosti zapojených, prípadnú sanáciu životného prostredia (napr. refundáciu ľudí bývajúcich v blízkosti ložiska) a ďalšie, takže pri  $EROEI \leq 1$  (v niektorých prípadoch i nad 1) nemá zmysel daný energetický proces vôbec rozbehnúť.

## Uhlie

Uhlie je zmesou organických látok (ktoré horia) a anorganických látok (ktoré zostávajú v popole). Hlavným prvkom v uhlí je uhlík, jeho obsah určuje aj kvalitu uhlia ako zdroja energie. Dokonalým spaľovaním uhlíka dostávame  $\text{CO}_2$  a vodu, v menšom množstve sa pri horení uhlia tvoria aj  $\text{CO}$  a sadze – čo je nezreagovaný uhlík



Kvalita uhlia sa hodnotí najmä podľa obsahu uhlíka.

*Približné zloženie (v hmotnostných %) a energetický obsah jednotlivých druhov uhlia*

Druh uhlia	Uhlík	Vodík	Kyslík	Dusík	Síra	Energetický obsah (MJ/kg)
Drevo (na porovnanie)	50	6	43	1	0,05	–
Rašelina	60	6	33	2	0,3 – 0,5	14,7
Hnedé uhlie	69	5	25	1	0,4	23
Čierne uhlie	88-89	5	5-15	1	0,7 – 4,0	36
Antracit	95	2-3	2-3	stopy	0,6 – 0,8	35,2

Zdroj: *Chemistry for Changing Time*

Uhlie vzniklo z rastlín, ktoré na zemi rástli pred menej ako 600 miliónmi rokov v teplom období s bujnou vegetáciou. Odumreté rastliny, ktoré boli pochované pod vrstvami bahna a vody bez prístupu kyslíka sa rozkladali len čiastočne. Pod silnejúcim tlakom sa celulózové molekuly rozkladali a uvoľnili sa z nich nízkomolekulové zlúčeniny bohaté na vodík a kyslík, čím sa v nich zvyšoval obsah uhlíka.

Uhlie sa čistí *flotáciou*, založenou na rozdieloch v hustote (hustota uhlia je asi  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ , prítomných skál  $2,5 \text{ g cm}^{-3}$  a pyritu, ako hlavného zdroja síry v uhlí  $5,0 \text{ g cm}^{-3}$ ).

Spaľovanie uhlia je spojené so znečisťovaním životného prostredia, keďže často obsahuje 2 až 6 % zlúčenín síry. Odstraňujú sa pridávaním oxidu vápenatého pri spaľovaní pričom vzniká sadra.

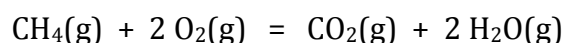
Uhlie sa dá meniť na ušľachtilejšie druhy plynných a kvapalných palív, čím sa jeho cena zvyšuje. Pri zahrievaní bez prístupu vzduchu sa prchavejšie zložky uvoľňujú a uhlie sa mení na koks – takmer čistý uhlík, používaný vo vysokých peciach. Prchavé produkty tvorí *koksárenský plyn* (obsahuje najmä vodík, metán a oxid uhoľnatý; používa sa ako palivo) a *uholný decht*, ktorý je zdrojom organických zlúčenín.

V minulosti sa ako palivo používal aj *svietiplyn* vyrobený z uhlia. Jeho hlavnými zložkami sú vodík, zmes uhľovodíkov a oxid uhoľnatý, ktorý mohol tvoriť až 20 % objemu. Svietiplyn sa používal v domácnostiach na kúrenie a varenie a v mestách na svietenie v plynových lampách. Pri používaní svietiplynu v domácnostiach dochádzalo pri zhasnutí plameňa k tragédiám spôsobeným otravou oxidom uhoľnatým. Svietiplyn sa na Slovensku v 70. rokoch 20. storočia nahradil zemným plynom.

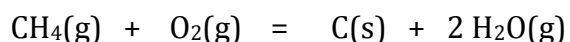
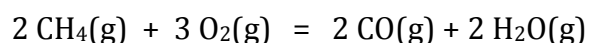
## Zemný plyn

Zemný plyn je najčistejším z fosílnych palív. Je zmesou uhľovodíkov, v ktorej má najväčšie zastúpenie metán (60 – 90%); prítomný je aj etán, propán, bután, pentán. Ako nečistoty zvykne obsahovať zlúčeniny síry a dusík.

Zemný plyn horí čistým plameňom na  $\text{CO}_2$  a vodu:



Spaľovanie pri nedostatku kyslíka môže viesť k tvorbe oxidu uhoľnatého alebo sadzí:



Väčšina zemného plynu sa spotrebuje ako palivo. Je však tiež významnou chemickou surovinou (napr. výroba metanolu a iných zlúčenín  $\text{C}_1$ ; etán → etén → PE).

Najväčšie zásoby zemného plynu sú v štátoch bývalého Sovietskeho Zväzu.

Život na planéte Zem prebieha už státisíce či milióny rokov v krehkej rovnováhe mnohých protichodných dejov. Človek do nich výrazne zasiahol až v posledných dvoch storočiach. Jedným z najčastejšie spomínaných vplyvov človeka je nadmerné vypúšťanie „skleníkových plynov“ do atmosféry. Ide o plyny, ktoré v atmosfére absorbujú slnečné žiarenie a zohrievajú tak atmosféru a prispievajú najmä ku globálnemu otepľovaniu. Z hľadiska dlhodobých klimatických zmien by sa však naša planéta mala postupne dostávať do nasledujúcej „ľadovej doby“. Môže sa stať, že práve vysoká koncentrácia skleníkových

plynov v atmosfére môže nástupu ľadovej doby zabrániť:

<http://veda.sme.sk/c/6209649/novu-dobu-ladovu-zastavia-emisie.html>

Skleníkovým plynom nie je len produkt horenia – oxid uhličitý, ale aj základná zložka zemného plynu – metán. Globálne otepľovanie hrozí rozmrazením pôdy veľkých oblastí Sibíri, z ktorej by sa do ovzdušia mohlo uvoľniť obrovské množstvo metánu.

### **Frakovanie – nebezpečná metóda na získanie lacnejšieho plynu**

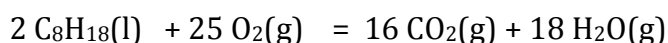
Bridlicový plyn je druh zemného plynu, ktorý obsahuje prevažne metán a nachádza sa vo veľkých hĺbkach (1,5 až 6 km) v geologických celkoch zložených z ílovitej bridlice. Ílovitá bridlica je usadená hornina, ktorá sa skladá zo zhutneného kalu, ílu a iných jemne zrnitých hornín. Je krehká, ľahko sa láme a je nepriepustná. Proces, ktorý sa pri jeho ťažbe využíva, sa nazýva hydraulické štiepenie (*hydraulic fracturing*) alebo frakovanie. Ide o vertikálne a horizontálne vrtanie do veľkých hĺbok, pričom sa do vrtu natlačí zmes vody a granulovaných látok, napríklad piesku a rôznych chemikálií. Veľkým tlakom sa bridlicový útvar rozbije a z jeho pórov sa vytiahne plyn. Na povrch sa okrem neho vracia aj odpadová voda znečistená použitými aj prirodzene sa vyskytujúcimi chemikáliami, vrátane ťažkých kovov.

Frakovanie tak na jednej strane prispieva k zníženiu cien zemného plynu a ropy, súčasne je však metódou, ktorá môže výrazne zhoršiť životné prostredie nielen v oblastiach jeho použitia. Pri ťažbe dochádza k uvoľňovaniu časti plynu do ovzdušia. Boli zaznamenané prípady kontaminácie spodných vôd, ale aj lokálnych zemetrasení.

(<http://www.gaslandthemovie.com/whats-fracking>)

## **Ropa**

Ropa je mimoriadne zložitou kvapalnou zmesou organických zlúčenín, najmä uhľovodíkov, ktoré veľmi dobre horia (napr.):



Na rozdiel od uhlia, ropa je živočíšneho pôvodu, pravdepodobne z tuku mikroskopických oceánskych živočíchov. Ropa má hnedočieru farbu a charakteristický zápach. Je ľahšia ako voda. Ťaží sa ropnými vrtmi z ložísk pod zemským povrchom.

Ropa sa delí frakčnou destiláciou na základe rôznych teplôt varu. Dá sa z nej získať viacero frakcií: (pozri aj <http://science.howstuffworks.com/environmental/energy/oil-refining.htm>)

## Typické ropné frakcie

Frakcia	Typický rozsah uhľovodíkov	Približný rozsah teplôt varu (°C)	Typické použitie
Plynová	CH <sub>4</sub> až C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	pod 40	palivo, surovina na výrobu plastov
Benzínová	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> až C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	40 – 200	palivo, rozpúšťadlá
Petrolejová	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> až C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	175 – 275	nafta, letecký benzín, kúrenie, krakovanie na benzín
Vykurovací olej	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> až C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	250 – 400	priemyselné vykurovanie, krakovanie na benzín
Mazací olej	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> a vyššie	nad 300	mazadlá, vazelína
Zvyšok	C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> a vyššie	nad 350	parafín, asfalt

**Krakovanie**

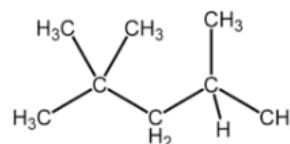
Krakovanie predstavuje štiepenie väčších molekúl, najmä s cieľom získania benzínov, ale aj iných nízkomolekulových zlúčenín, ktoré sú surovinami pre mnohé látky (plasty, pesticídy, herbicídy, parfémy, lieky proti bolesti, antibiotiká, antidepresíva, detergenty, ...). (*Ropa v Slovnafte*: Visions 2011/4; [www.visions.sk](http://www.visions.sk))

**Benzín a nafta****Oktánové číslo benzínov**

Automobilové benzíny sú tvorené zmesou mnohých uhľovodíkov – rozvetvených i lineárnych alkánov, aromatických uhľovodíkov, alkénov, cykloalkánov i cykloalkénov. Typické alkány sú od C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> po C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>.

Automobilový benzín v zmesi so vzduchom sa v motore stlačí a zapáli iskrou sviečky. Nesmie sa však zapáliť skôr. Ak táto zmes vybuchne skôr, než je piest vo valci motora v krajnej polohe, prejavuje sa to tzv. *kľapaním* motora. Zistilo sa, že z tohto hľadiska sú výhodnejšie rozvetvené uhľovodíky.

Na hodnotenie kvality benzínov bolo v roku 1927 navrhnuté *oktánové číslo*. Hodnota 100 bola prisúdená *izooktánu* (2,2,4-trimetyl pentán (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), hodnotu 0 dostal *heptán* CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>. Benzín s oktánovým číslom 95 sa správa v motore rovnako ako zmes heptánu a izooktánu, v ktorej je 95 % izooktánu.



Samotný benzín (ako zmes rôznych spomínaných uhľovodíkov) môže mať nepostačujúcu hodnotu oktánového čísla. Zvýšiť hodnotu oktánového čísla benzínu sa dá:

- izomerizáciou nerozvetvených alkánov (za tepla, katalyzované H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, AlCl<sub>3</sub>),
- alkyláciou (napr. adícia propánu na izobutén),



- tetraetylolovom  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  (1 ml na 1 l benzínu zvýšil oktánové číslo o 10 a viac); olovo je jedom pre ľudí i pre automobilové katalyzátory – preto sa už dávno nepoužíva,
- katalytickým reformovaním  $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 4 \text{H}_2$ ,
- použitím iných látok namiesto tetraetylolova: MTBE (metyltercbutyléter), metanol, etanol, tercbutylalkohol. Étery zlepšujú spaľovanie (znižujú obsah CO), majú ale nižší energetický obsah. MTBE je vo vode rozpustný, takže v prípade havárie cisterny s benzínom môže znečistiť spodné vody (je hodnotený ako potenciálny karcinogén).

### Cetánové číslo nafty

Nafta – palivo pre dieselové motory – sa hodnotí *cetánovým číslom* (cetán = hexadekán  $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ ). Nafta (zmes vyšších uhľovodíkov než obsahuje benzín – od  $\text{C}_9$  do  $\text{C}_{20}$ ) sa v motore musí vznietiť sama (bez použitia zapaľovacej sviečky). Nafta nemusí obsahovať rozvetvené uhľovodíky (ideálnym palivom sú lineárne alkány  $\text{C}_{13}$  –  $\text{C}_{18}$ ).

Cetánové číslo predstavuje objemový podiel cetánu a 1-metylnaftalénu  $\text{C}_{11}\text{H}_{10}$ , pričom ak by bol v palive len čistý cetán, malo by palivo číslo 100. Pritom samotný cetán sa v nafte nachádza iba v minimálnom množstve. Cetánové číslo sa v praxi zvyšuje pridávaním špeciálnych prísad, napríklad alkylnitrátov.

Cetánové číslo hovorí o vznetovej charakteristike nafty, konkrétne ide o oneskorenie zapálenia nafty po vstreknutí do valca (tyv. prietáh vznietenia). Čím vyššie je toto číslo, tým je zapálenie paliva rýchlejšie (resp., čím je nižšie, tým dlhšie nafte trvá, kým sa vznieti). Ani jeden z oboch extrémov nie je ideálny. Preto najvyššia hodnota cetánového čísla nemusí byť optimálnou. Ak sa palivo vznieti príliš rýchlo, začína horieť okamžite po vystrelení z trysky a môže nastať jej zanesenie neželanými usadeninami. Ideálny ale nie je ani opačný prípad, pretože ak je palivo „rozprášené“ príliš dlho, dochádza k jeho odparovaniu. Potom sa naraz vznieti väčšie množstvo odpareného paliva, ako je vhodné, čo spôsobí prudký vzostup tlaku v spaľovacom priestore motora. Dôsledkom je tvrdsí a hlučnejší chod motora, ale aj zhoršenie emisií.

V rámci Európskej únie platia pomerne prísne normy, ktoré stanovujú minimálne cetánové číslo na 51, ale prémiové produkty niektorých výrobcov dosahujú aj číslo od 58 do 65. V budúcnosti sa v záujme znižovania emisií ráta s ďalším zvyšovaním cetánového čísla a stavaním motorov tak, aby zvládali aj rýchlejšie vznietenie.

Nafta sa v poslednej dobe výrazne dopĺňa bionaftou. Táto sa získava reesterifikáciou rastlinných olejov alebo aj živočíšnych tukov. Tuky sú estery vyšších mastných kyselín s glycerolom. Pri výrobe bionafty sa glycerol zamieňa za metanol alebo etanol. Podpora pestovania rastlín pre výrobu biopalív (nielen bionafty ale aj etanolu z cukrovej trstiny alebo z kukurice) však vedie k zdražovaniu potravín v rozvojových krajinách.

Pre pohon automobilov sa okrem benzínu a nafty používajú aj iné palivá. Označujú sa skratkami **CNG** resp. **LPG**. *Zistite, čo skratky CNG, resp. LPG znamenajú, aké je zloženie týchto palív a kde sa používajú.* (compressed natural gas ( $\text{CH}_4$ ); liquified petroleum gas ( $\text{C}_4$ - $\text{C}_5$ ))

Raz za čas sa objavujú aj prevratné návrhy na nové zdroje energie pre automobily. Takým návrhom je použitie tóriového motora, t. j. motora, v ktorom by prebiehal rozpad rádioaktívneho tória. Jeden gram tória poskytuje toľko energie ako 28-tisíc litrov benzínu. Stačilo by len osem gramov na sto rokov štandardnej prevádzky vozidla. Základom by bol kompaktný tóriový generátor kombinujúci štiepnu reakciu, malý urýchľovač a laser. Ten by neprodukoval svetlo, tak ako je to bežné pre klasické lasery, ale vytváral potrebné teplo na zahriatie vody. Vytvorená para by následne poháňala klasickú turbínu a tá roztáčala elektrický generátor. Vyrobenou energiou by boli napájané trakčné elektromotory. Vytvorený prototyp dokázal zatiaľ vyrábať elektrinu pomocou lasera tridsať sekúnd.

## Elektrárne

Elektrická energia je najpohodlnejšou formou energie pre spotrebiteľa. Schémy a animácie fungovania jednotlivých typov elektrární sa dajú nájsť na <http://www.simopt.cz/energyweb/>.

### Tepelné elektrárne

Tepelné elektrárne spaľujú rôzne palivo – uhlie, vykurovacie oleje a zemný plyn. Palivo zohrieva vodu – vytvára sa para, ktorá roztáča parnú turbínu. Účinnosť tepelných elektrární je max. 40 % (vyššia je len ak slúži súčasne ako tepláreň). Parnú turbínu majú aj jadrové a slnečné tepelné elektrárne.

Tepelné elektrárne spaľujúce uhlie pracujú väčšinou v blízkosti uhoľných baní, keďže inak by v súčasnosti kvôli nákladom na dopravu nemohli konkurovať elektrárňam na plyn.

Z hľadiska dopravy, ako aj preto, že sa pritom odstraňujú síra a minerály, môže byť výhodné splynovanie a skvapalňovanie uhlia. Môže sa to realizovať takýmito postupmi: redukcia vodíkom na metán, redukcia vodnou parou na CO a vodík, reakcia s vodíkom na uhľovodíky alebo redukcia na metanol.

Spotrebu elektriny dnes musia najmä jej veľkí odberatelia presne plánovať. V elektrickej sieti sa musí neustále udržiavať rovnováha medzi produkciou a spotrebou elektriny. Problém môže nastať na oboch stranách – nielen pri neplánovaných odberoch, ale aj z dôvodu nerovnomernej produkcie, ku ktorej dnes výrazne prispievajú nové zdroje – veterné i solárne elektrárne. Ich produkcia totiž závisí od počasia.

Z tohto dôvodu sa dnes vyplatí budovať aj nové tepelné elektrárne. Význam jednoduchého paroplynového cyklu spočíva v tom, že ide o zdroj, ktorý sa využíva výlučne na výrobu špičkovej elektrickej energie. Takáto elektráreň väčšinu času nepracuje a nasadzuje sa len na vykrývanie okamžitého špičkového výkonu pri nedostatku energie v elektrizačnej sústave. Do desiatich minút musí byť schopná nabehnúť do plnej prevádzky.

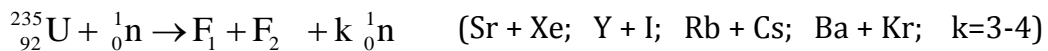
Tepelné zdroje dnes produkujú 40 % všetkej elektriny na svete, takže je jasné, že ľudstvo sa bez nich ešte dlho nezaobíde. Rovnako je nesporné, že je treba zastaviť nepretržitý nárast emisií skleníkových plynov a urobiť všetko pre ich stabilný pokles. Ľudskou činnosťou sa každoročne dostane do ovzdušia 45 miliárd ton oxidu uhličitého, pričom dve

tretiny idú na vrub energetiky a priemyslu. Tepelné elektrárne si z toho pripisujú 15 miliárd ton, čo je 39 % všetkých emisií CO<sub>2</sub>.

Najnovšie tepelné elektrárne sú budované tak, aby neprispievali k znečisťovaniu ovzdušia, dokonca ani tvorbou oxidu uhličitého. Elektráreň Boundary Dam v kanadskej provincii Saskatchewan ako prvá na svete zachytáva všetok oxid siričitý a 90 % oxidu uhličitého, ktoré vznikajú pri spaľovaní uhlia. Využíva pritom unikátnu technológiu separácie a ukladania uhlíka CCS. SO<sub>2</sub> sa využíva na výrobu kyseliny sírovej a zachytený CO<sub>2</sub> sa ukladá pod zem (môže sa aj využiť na vytlačanie zvyškovej ropy z podzemných ložísk).

## Jadrové elektrárne

Jadrové štiepenie je reakciou, pri ktorej sa jadro ostreľované neutrónmi štiepi na dve menšie jadrá (a uvoľňujú sa ďalšie neutróny, čím sa môže spustiť reťazová jadrová reakcia).



Prírodný urán je z 99 % tvorený izotopom 238, ktorý sa neštiepi. Urán-235 predstavuje len 0,7 %. Atómová bomba potrebuje až 90 % uránu-235 (alebo plutónium-239).

Jadrové štiepenie (na rozdiel od jadrovej syntézy) sa dá využiť na výrobu elektrickej energie. V jadrovej elektrárni prebieha síce rovnaká reakcia ako v atómovej bombe, ale ide o pomalé riadené uvoľňovanie energie z jadrovej reťazovej reakcie. Pomalý proces je výsledkom toho, že jadrové palivo obsahuje len okolo 3,5 – 5 % uránu-235 v porovnaní s ≈ 90 % v atómovej bombe.

Obohacovanie jadrového paliva je veľmi náročný a zdĺhavý proces. Využíva sa pritom malý rozdiel v hustote izotopov uránu. Urán sa musí previesť na fluorid uránový UF<sub>6</sub>, ktorý sublimuje pri 57 °C. Jeho tvorba aj vlastnosti sú dosť nepríjemné: Vychádza sa z elementárneho fluóru, ďalšími reaktantmi sú kyselina dusičná, amoniak i kyselina chlorovodíková. Samotný UF<sub>6</sub> je veľmi korozívnou zlúčeninou voči väčšine kovov. Súčasne sa musí udržať úplne suchý, pretože sa rozkladá v prítomnosti stôp vody.

Rýchle neutróny majú len malú šancu rozštiepiť urán <sup>235</sup>U, oveľa častejšie sa od neho len odrazia. V jadrovej elektrárni sa na spomaľovanie neutrónov používa tzv. *moderátor*. Neutrón sa najľahšie spomaľuje zrážkami s rovnako veľkými časticami, teda protónmi. Moderátorom sú preto látky obsahujúce veľké množstvo protónov – voda, ťažká voda (pri palive s nižším obsahom <sup>235</sup>U) alebo v starších reaktoroch aj grafit (pri neobohatenom uráne).

Za perspektívne sa považujú reaktory používajúce na štiepenie rýchle neutróny (FR, *Fast neutron Reactor*). Tieto reaktory nepotrebujú moderátor; chladičom v nich je roztavený sodík. Niektoré typy reaktorov produkujú plutónia viac, ako pri svojej prevádzke spotrebujú uránu. Takéto *množivé reaktory* (FBR, *Fast Breeder Reactor*) majú okolo aktívnej zóny plodivú obálku z ochudobneného uránu, v ktorej vzniká plutónium, ktorého zloženie je optimálne na ďalšie palivové využitie.

Reakcia je riadená (kontrolovaná) zasúvaním tyčí z bórovej ocele alebo z kadmia. **Absorbátory** bór a kadmium dobre absorbujú neutróny, takže tyče bránia neutrónom v účasti na reťazovej jadrovej reakcii. Rýchle neutróny zachytávajú aj jadrá  $^{238}\text{U}$ .

Veľkým problémom je možnosť premeny odpadu z jadrovej elektrárne na materiál pre jadrové zbrane.  $^{235}\text{U}$ , bombardovaný neutrónmi, sa mení na neštíepiteľné (ale rádioaktívne) dcérske produkty. Nakoniec je ho už nedostatočné množstvo na udržanie jadrovej reťazovej reakcie. Palivové tyče sa preto musia vymieňať približne po štyroch rokoch a stávajú sa jadrovým odpadom.

Jadrá neštíepiteľného (a veľmi koncentrovaného) uránu  $^{238}\text{U}$  pohlcujú neutróny a menia sa na plutónium  $^{239}\text{Pu}$  (neskôr až na  $^{240}\text{Pu}$ ). Ak sa palivové tyče vyberú už asi po troch mesiacoch ožarovania, dá sa z nich od iných produktov štiepenia (chemicky) oddeliť  $^{239}\text{Pu}$ . Prevádzka jadrových elektrární sa tak dá zneužiť na tvorbu látok, vhodných na použitie v jadrových zbraniach.

### Prednosti a riziká jadrových elektrární

Základnou výhodou jadrových elektrární je, že neznečisťujú životné prostredie – neprispievajú k tvorbe skleníkových plynov, ani kyslých dažďov. Rovnakou výhodou je obrovský obsah energie: 1 tabletká  $\text{UO}_2$  (5 g) poskytuje tepelnú energiu 13 500 MJ.

Rovnaké množstvo energie vo forme tepla ako z 1 tabletky  $\text{UO}_2$  sa dá získať z nasledovných hmotností (resp. objemu) fosílného paliva:

drevo	zemný plyn	čierne uhlie	minerálny olej
640 kg	360 m <sup>3</sup>	400 kg	350 kg

Problémom jadrových elektrární sú drahé bezpečnostné opatrenia, neporovnateľne prísnejšie oproti iným typom elektrární. Bezpečnosť vyžaduje záložné chladiace systémy. Veľké náklady vyžaduje aj budovanie skládok vyhoreného paliva.

Doterajšie havárie jadrových elektrární (najmä černobyľskej v roku 1986) boli spôsobené najmä zlyhaním obsluhy. V súčasnosti sú jadrové elektrárne konštruované tak, aby ich riadenie vylučovalo možnosť zlyhania ľudského faktora.

Dnes už aj niektorí z ochrancov životného prostredia priznávajú, že zníženiu emisií  $\text{CO}_2$  do ovzdušia sa dá zabrániť len budovaním nových jadrových elektrární.

## Obnoviteľné zdroje energie

Pod obnoviteľnými zdrojmi energie sa chápu neustále sa doplňujúce zdroje energie rôznej formy, ktorá je priamo alebo nepriamo čerpaná zo Slnka alebo z útrob Zeme. Ide teda o energiu solárnu, veternú, z biomasy, geotermálnych zdrojov, vodných zdrojov a oceánu.

<http://books.simopt.cz/cz/multimedialni-knihy>

## Slnčná energia

Slnko je jeden z najslubnejších zdrojov energie. Na Zem dopadne z našej hviezdy každú hodinu množstvo energie, aké ľudstvo spotrebuje za rok. Na svetovej energetickej produkcii sa však Slnko podieľa len 0,02 %. Z dopadajúcej slnečnej energie na Zem sa asi 30 % odrazí od atmosféry, oblakov a zemského povrchu späť do vesmíru. Približne 19 % žiarenia je pohltené a asi polovica dopadajúceho žiarenia dosiahne povrch Zeme, kde je absorbované pevninou a vodou svetových oceánov. V absorpcii a vyžarovaní tepla Zemou musí byť zachovaná rovnováha.

Primárne môžeme solárne systémy (t. j. systémy využívajúce slnečnú energiu) rozdeliť na pasívne a aktívne. Základným prvkom pasívnych solárnych systémov je vhodne orientovaná presklená plocha, ktorá do objektu prepúšťa slnečné žiarenie a zároveň obmedzuje spätné vyžarovanie. Využívajú teda princíp skleníkového efektu. Okrem klasických skleníkov sa pasívne solárne systémy využívajú pri stavbe nízkoenergetických budov.

Aktívne solárne systémy sa delia na dva druhy podľa základného spôsobu využitia žiarenia. Prvý druh využíva slnečné žiarenie na priamy ohrev teplotnosného média v termických kolektoroch, druhý typ prevádza slnečnú energiu vo fotovoltických článkoch priamo na elektrickú energiu.

Hlavnou výhodou slnečnej energie je jej nevyčerpatelnosť. Energia na Zem dopadajúceho slnečného žiarenia je taká obrovská, že aj v prípade masívneho využívania tohto zdroja sa nijako neohrozí biologicko-energetická rovnováha v prírode. Slnko žiari už takmer päť miliárd rokov a malo by vydržať ešte o niečo dlhšie. Pri využívaní slnečnej energie nedochádza k žiadnemu znečisťovaniu životného prostredia. Solárne systémy môžu mať vyššie investičné náklady, ich prevádzka je ale potom lacná.

### Solárne kolektory

Množstvo pohltenej energie sa dá zvýšiť veľmi jednoducho: solárny kolektor sa dá vytvoriť z načierno natretého kovu zakrytého sklom. Solárne kolektory aj v chladných severných oblastiach môžu ušetriť až 50 % nákladov na kúrenie a teplú vodu. (Inde sa navrhujú lesklé biele strechy na zmenšenie prehrievania miest v lete.)



Sústavy pre kúrenie a ohrev teplej úžitkovej vody sa väčšinou skladajú z troch častí: slnečného kolektoru absorbujúceho slnečnú energiu, akumuláčného systému s dostatočnou kapacitou a sústavy na prenos a rozvod tepla na potrebné miesta.

### Solárno-termálne elektrárne

Cestou k lepšiemu využitiu slnečného potenciálu je zvýšenie efektívnosti solárno-termálnych elektrární. Ich základom je slnečný svit sústredený pomocou sústavy otáčavých rovinných zrkadiel, *heliostatov*, ktoré sústreďujú slnečné svetlo do tzv. *slnečnej veže* umiestnenej v ohnisku sústavy zrkadiel.

Častejší typ elektrárni využíva *žľabový kolektor*, dlhé parabolické zrkadlo, ktoré sústreďuje slnečné svetlo na tmavý absorbér – rúrku naplnenú kvapalinou s vysokou tepelnou vodivosťou. Tá následne zohrieva vodu, ktorá sa odparuje a vznikajúca para rozkrúca turbínu v klasickom generátore. Efektívnosť zariadení je teda tým väčšia, čím teplejšia je cirkulujúca kvapalina.

V súčasnosti sa používajú oleje, ktoré možno zohriať až na teplotu 400 °C. V budúcnosti by sa však mohla teplota vyšplhať až na päťsto stupňov. Kľúčom je použitie soľnej zmesi namiesto olejov. Soli sa môžu nielen viac zahriať, ale sú aj výrazne bezpečnejšie. Zahriaty olej vytvorí v potrubí paru, ktorá je vysoko horľavá a zároveň pod veľkým tlakom. Oproti tomu roztavené soli sú nehorľavé a prakticky sa nevyparujú. V potrubí je tak len minimálny pretlak.

Slnečné elektrárne sú optimalizované na stredné osvetlenie, takže pri maximálnej intenzite vyrábajú viac tepla, než je ich turbína schopná zvládnuť. Prebytočnú energiu vtedy ukladajú do zásobníkov (napr. s roztavenými soľami), čo umožňuje, aby turbína pracovala aj v noci alebo za nepriaznivého počasia. Vďaka tomu je výkon dodávaný koncentračnou slnečnou elektrárnou oveľa vyrovnanejší, než pri elektrárnach fotovoltických. (Španielska žľabová elektráreň Andasol vďaka tomu pracuje až 7 hodín po západe Slnka.) Všetky koncentračné slnečné elektrárne sú v skutočnosti hybridné a pokiaľ nemajú dostatok energie zo Slnka, spaľujú zemný plyn alebo biomasu. Najväčšie termálne solárne elektrárne sú v dvoch štátoch – USA a Španielsku.

*Desertec* je projekt vybudovania sústavy solárno-termálnych elektrární v púštnych oblastiach na severe Afriky, ktoré by mohli v budúcnosti zabezpečiť všetky energetické požiadavky sveta. Stačí na to pokryť zrkadlami približne 90 000 km<sup>2</sup> púšte, čo je oblasť ani nie dvojnásobne väčšia ako Slovensko. Podľa Nemeckého vesmírneho centra pre potreby Európy bude postačovať plocha okolo 2 500 km<sup>2</sup>. Ďalších 3 600 km<sup>2</sup> treba rezervovať pre vysoko-napäťové energetické vedenia, ktoré budú elektrinu do Európy prenášať. Žľabové elektrárne však vyžadujú veľké množstvo chladiacej vody (porovnateľné s jadrovou elektrárnou), čo v púšťach nie je ľahké zabezpečiť. Vežové elektrárne majú spotrebu vody nižšiu.

### Solárne fotovoltické články

Sú vyrobené z kryštálov kremíka dopovaných atómami prvkov 15., resp. 13. skupiny (napr. As alebo In, resp. Ga alebo B) čím sa vytvoria polovodiče typu *n*, resp. *p* (s koncentráciou približne 1 ppm). Spojením kryštálov typu *n* a *p* môžeme dostať solárny článok, v ktorom fotóny vyrážajú elektróny z *n*-typu polovodiča a tieto sa cez obvod dostávajú do polovodiča typu *p*. Fotovoltické články podľa štruktúry a výrobnéj technológie sa delia na monokryštalické, polykryštalické a články na báze amorfného kremíka. Polykryštalické sa používajú najviac. Amorfné články môžu byť aj na báze iných prvkov, napr. kadmium-telurid, CIS (meď-indium-diselenid) a CIGS (meď-indium-gálium-diselenid). Solárne fotovoltické panely generujú jednosmerný prúd. Tento sa teda na výstupe z elektrárne musí zmeniť na striedavý.



Výkon solárnych článkov je asi  $140 \text{ W/m}^2$ . Účinnosť amorfných článkov je okolo 10 %, polykryštalických do 15 % a najdrahších monokryštalických do 20 %. 2000 ha pôdy by bolo treba na nahradenie jednej jadrovej elektrárne. V súčasnosti fotovoltaické elektrárne skôr zvyšujú cenu elektriny (pretože sa nezaobídu bez dotácií štátu na ich výstavbu). Ich problémom je obmedzenie činnosti v noci a závislosť od počasia. Pri dostatočnej podpore štátu by mohlo dôjsť k výraznému rozvoju budovanie fotovoltaických panelov na strechách rodinných domov.



Fotovoltaické panely spolu s novými svetelnými zdrojmi s nízkym príkonom (LED žiarovkami) umožňujú na mnohých miestach vybudovať „un plugged“ verejné osvetlenie parkov, dopravných značiek a pod.

## Veterné elektrárne

Veterné elektrárne nadväzujú na staršie zariadenia – veterné mlyny. Veterné mlyny (a turbíny s malými výkonmi) využívajú aerodynamický odpor, ktorý vytvára plocha vrtule mlyna. Väčšie a modernejšie turbíny vrtuľového typu pracujú na vztlakovom princípe. Listy rotora majú tvar aerodynamického krídla a sú obtekané prúdiacim vzduchom. Pri správnom nastavení listu vzniká na jednej jeho strane podtlak a na druhej pretlak v dôsledku rôznych rýchlostí prúdenia vzduchu. Pôsobením týchto tlakov vzniká vztlaková sila orientovaná kolmo voči smeru prúdenia vzduchu a otáčajúca celú vrtuľu veterného motora. Účinnosť vztlakových veterných turbín je 40 až 50 %. Výkon veterných turbín je úmerný tretej mocnine rýchlosti prúdiaceho vetra. Veterné turbíny pracujú pri rýchlostiach vetra od troch do 25 m/s; optimálnou hodnotou je okolo 15 m/s.



Prvé veterné elektrárne sa začali vyrábať pred tridsiatimi rokmi. Lopatky poháňajúce turbínu vtedy nepresahovali päť metrov a výkon elektrárne sa pohyboval okolo 30 kW. V súčasnosti majú najväčšie lopatky na svete dĺžku 80 metrov, čo sa rovná rozpätiu krídel Airbusu A-380 (najväčšieho lietadla súčasnosti). Trojica takýchto laminátových lopatiek rozkrúti elektrárňu s výkonom šesť megawattov, pričom na koncoch dosiahnu rýchlosť až 290 km/h. V posledných rokoch sa budovanie „veterných fariem“ presunulo z pevniny do morí. Napr. v Anglicku vo vzdialenosti 25 km od pobrežia v oblasti ústia Temže do Severného mora veterná farma *London Array* na ploche  $100 \text{ km}^2$  pozostáva zo 175 veterných turbín s výkonom po 3,6 MW. Celkový výkon farmy dosahuje 630 MW, čo sú dve tretiny výkonu dvoch blokov jadrovej elektrárne Mochovce. V súčasnosti sa pripravuje budovanie ešte väčších veterných fariem. V Dánsku produkujú veterné elektrárne vyše 33 % elektriny a predpokladá sa, že v roku 2020 pokryje vietor až polovicu spotreby elektriny.

Veterné elektrárne pri silnom vetre často produkujú nadbytočne množstvo elektrickej energie (ktorá spôsobuje problémy, pretože cez elektrizačné sústavy sa „tlačí“ až do oblasti strednej Európy). Aby neprišla nazmar, v budúcich rokoch sa budú na elektrárne napájať elektrolyzéry na výrobu kyslíka a vodíka z vody. Oba prvky majú široké uplatnenie v rôznych priemyselných odvetviach. Vodík možno napríklad využívať ako vysoko energetické palivo. Spolu s CO<sub>2</sub> sa používa aj pri výrobe rozličných chemikálií, napríklad kyseliny mravčej, oxidu uhoľnatého (alebo aj v ďalšom texte predstaveného *e-plynu*, obsahujúceho najmä metán). Tieto látky sa ďalej po spracovaní dajú využiť pri výrobe plastov, či ako palivo. Plánuje sa tiež využiť túto energiu na nabíjanie batérií pre elektromobily.

## Elektrina z mora

Aj pohyb vln a morské prúdy sa dajú využiť ako zdroj energie. Na rozdiel od veternej energie je energia získaná z mora k dispozícii pravidelne a predvídateľne. Takto vyrobený prúd možno preto využívať ako spoľahlivý základ elektrickej siete. Elektrárne poháňané morskými prúdmi fungujú rovnakým spôsobom ako klasické veterné turbíny – len s tým rozdielom, že sú pod vodou. Šestnásťmetrové rotory s hmotnosťou 27 ton pracujú s vysokou účinnosťou. Vo vode sa vďaka jej rádovo vyššej hustote ako má vzduch, vyrobí pri rovnakej rýchlosti hnacieho média oveľa väčšie množstvo elektriny. Najväčšia elektráreň poháňaná morskými prúdmi, ktorá momentálne pracuje vo svete, sa nachádza v Severnom Írsku a elektrickým prúdom zásobuje 1 500 domácností.

Zdrojom energie týchto elektrární môžu byť aj príliv a odliv, ktorých rozdiel na niektorých miestach dosahuje aj viac než 10 metrov.

Čím je vzdialenosť od rovníka väčšia, tým väčšia je aj energia morských vln. Prvá komerčná elektráreň postavená v Škótsku na ostrove Islay v roku 2000 využíva silu vln lámajúcich sa o pobrežie. Vlny vtekajú v pravidelnom rytme a s obrovskou silou do komory naplnenej vzduchom. Pri naplnení komory vodou dôjde k stlačeniu vzduchu, pri odlive vzduch opäť expanduje do uvoľneného priestoru. Pravidelne sa opakujúca kompresia a dekompresia vzduchu sa využíva na pohon špeciálnej Wellsovej turbíny, ktorá produkuje elektrický prúd. Od svojho vzniku dodáva elektráreň Limpet do miestnej siete 500 kW.

Ďalšiu možnosť získania energie z mora predstavuje využitie teplotného rozdielu medzi vrchnými a spodnými vrstvami vody. V uzavretom cykle sa ako médium používa amoniak, v otvorenom samotná morská voda. Arktická verzia využíva rozdiel medzi vodou pod ľadom s teplotou 2 °C a studeným vzduchom s teplotou až – 50 °C.



## Vodné elektrárne

Získavanie energie z vody môže byť významné aj pre krajiny bez prístupu k moru. Slovensko získava z vodných elektrární asi 30 % celkového výkonu vytvoreného na našom území. Prednosť vodných elektrární je najmä v tom, že sú bezpečné a neprodukujú žiaden odpad. A najmä sú schopné zapojiť sa do elektrizačnej sústavy (alebo sa z nej odpojiť) v priebehu



minúty. Na druhej strane aj budovanie veľkých priehrad sa môže spájať s lokálnymi spoločenskými a environmentálnymi rizikami (napr. zmeny lokálnej klímy, zamedzenie putovania rýb, zaplavenie území s výskytom chránených rastlinných alebo živočíšnych druhov, nutnosť vystahovania obyvateľstva a pod.).

Vo vodných elektrárňach sa na elektrickú energiu premieňa potenciálna i kinetická energia vody. Preto je výkon vodnej elektrárne úmerný výške spádu vody a jej rýchlosti. Najpoužívanejšie vodné turbíny (Peltonova, Francisova a Kaplanova) boli navrhnuté pred viac než 100 rokmi. Výber turbíny závisí na spáde a prietoku vody. Peltonova turbína je vhodná pre väčšie spády, Francisova a Kaplanova pre väčšie prietoky. Podľa spôsobu prevádzky sa vodné elektrárne delia na prietochné a akumulčné (s priehradou, používajú sa v čase špičkovej spotreby – najmä prečerpávacia, ktorá má až dve priehrady). *[Prečerpávacie vodné elektrárne sú aj na Slovensku – skúste zistiť, kde.]*

## Geotermálna energia

Geotermálna energia prísne vzaté nie je obnoviteľným zdrojom energie, keďže má pôvod v horúcom jadre Zeme. Vzhľadom na obrovské zásoby tejto energie ju však medzi takéto zdroje môžeme zaradiť. Teplota v strede Zeme dosahuje až šesťtisíc stupňov Celzia, rovnako ako na povrchu Slnka. Na povrchu sa prejavuje vulkánmi, horúcimi prameňmi a gejzírmami.

Geotermálne elektrárne produkujú ročne 60 TWh (terawatthodín) elektrickej energie. Potenciál je však oveľa vyšší a predpokladá sa, že do roku 2050 výkon takýchto elektrární stúpne na 1 400 TWh, pokryjú teda 3,5 % celosvetovej výroby elektrickej energie. Miesto na výstavbu geotermálnej elektrárne by malo spĺňať dve podmienky: vysoké teploty dosahujú do blízkosti zemského povrchu a v okolí existuje veľký dopyt po elektrine. Tieto podmienky spĺňajú západné pobrežie Spojených štátov, Indonézia, Filipíny, Grónsko a Keňa. Geotermálne elektrárne sú aj na Islande a na Novom Zélande. V strednej Európe možno dostatočne teplú vodu získať iba zložitými technológiami z veľmi hlbokých vrtov – ale aj na Slovensku sa plánuje vybudovanie takejto elektrárne na dolnom Považí.

Do horúcej vrstvy Zeme naplnenej vodou smeruje hĺbkový vrt. Voda tu má tlak 0,35 až 1,5 MPa. Voda prúdi cez vyvrtanú dieru na povrch buď v kvapalnom stave alebo vo forme pary. Na pohon turbíny a pripojeného generátora sa používa para s teplotou okolo 250 °C. Keď sa para schladí a skvapalní, pumpuje sa voda späť pod zem do horúcej zóny. Jednotlivé metódy výroby elektriny sa odlišujú podľa teploty vody na konkrétnom mieste. Pri nižších teplotách okolo 150 °C sa voda z podzemia používa na ohrev druhého uzavretého okruhu, do ktorého sa súčasne privádza organická kvapalina s bodom varu nižším ako má voda. Organická kvapalina sa zmení na paru, ktorá napokon poháňa vlastnú turbínu.

Konštruktéri geotermálnych elektrární musia rátať aj s iným nebezpečenstvom – zemetrasením. Horúca voda sa totiž približuje zemskému povrchu práve v miestach so zvýšenou vulkanickou aktivitou a v blízkosti tektonických zlomov. Aj napriek týmto ťažkostiam má geotermálna energia potenciál, aby sa pri vhodných podmienkach vyplatila – spája výhody konvenčných elektrární a obnoviteľných zdrojov. Na rozdiel od veterných a

solárnych systémov možno geotermálne elektrárne prevádzkovať po celý rok, slúžia preto aj ako vyrovnávacie zariadenia v kritických časoch.

## Biomasa

Biomasu predstavujú biologicky rozložiteľné frakcie výrobkov, odpadu a zvyškov z poľnohospodárstva (vrátane rastlinných a živočíšnych látok), lesníctva a príbuzných odvetví, ako aj biologicky rozložiteľné frakcie priemyselného a komunálneho odpadu, či kal z čistiarní odpadových vôd.

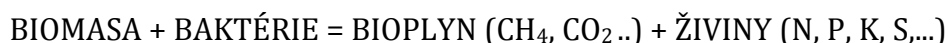
Stručnejšie povedané, biomasa je nefosílny biologický materiál. V energetike sa pod pojmom biomasa skôr rozumie rastlinný materiál využiteľný pre výrobu elektriny a tepla.

Rastliny na svoj rast pri fotosyntéze využívajú oxid uhličitý z atmosféry, vodu zo zeme a slnečnú energiu. Pri spaľovaní biomasy spätne získavame energiu uskladnenú v jej chemických väzbách. Zo vzdušného kyslíka a rastlinného uhlíka a vodíka vznikajú oxid uhličitý a voda. Spaľovanie biomasy má teda nulovú bilanciu CO<sub>2</sub>.

Poľnohospodárske odpady a zámerne pestované energetické rastliny sa využívajú tromi spôsobmi: na spaľovanie (slama, drevený odpad), na výrobu bioplynu (ekskrementy hospodárskych zvierat, zelená hmota, odpad z potravinárskych prevádzok) a na výrobu kvapalných biopalív (metylester repkového oleja MERO, bioetanol).

Drevná hmota sa dá využiť aj inak než priamym spaľovaním: fermentáciou na etanol, destiláciou bez prístupu vzduchu na metanol, bakteriálnym rozkladom na metán. Týmto sa síce znižuje účinnosť, ale zlepšuje možnosť prepravy.

Každá organická hmota po odumretí podlieha rozkladu, pri ktorom sa uvoľňuje *bioplyn*. Bioplyn neustále vzniká pri hnití, preto jeho využitie pre energetické účely predstavuje jeden z najekonomickejších spôsobov ekologického zneškodňovania odpadov. Bioplyn sa v súčasnosti účelovo získava hlavne zo skládok komunálneho a poľnohospodárskeho odpadu. Reakciu vzniku bioplynu je možné zapísať nasledovne:



Zloženie bioplynu závisí od vstupných surovín a podmienok jeho výroby; vo väčšine prípadov je však nasledovné: metán (55 – 70 %), CO<sub>2</sub> (30 – 45 %), sulfán (1 – 2 %), dusík a vodík (pod 1 %) a stopy CO a kyslíka. Bioplyn predstavuje hodnotné palivo a energia v ňom obsiahnutá je len asi o tretinu nižšia ako v zemnom plyne. Z tohto dôvodu sa dnes cielene vyrába, v špeciálne vybudovaných zariadeniach, vo viacerých krajinách (vrátane Slovenska). Podobne sa dá splynovaním dreva pripraviť „drevoplyn“, obsahujúci najmä CO a vodík (a cez polovicu dusíka, pretože splynovanie sa robí vzduchom).

Energetická bilancia (EROEI), vyjadrujúca pomer získanej a vloženej energie, je pre väčšinu biopalív pozitívna, čo platí aj pre drevoplyn. Drevoplyn je možné získať nielen z dreva, ale aj z viacerých iných surovín, ako je napr. slama, škrupiny z orechov alebo obilie. Potenciál získania drevoplynu z dreva alebo zo slamy je veľký. Pri pestovaní obilia je možné

z jedného hektára získať asi 6400 kg slamy. Keďže slamu je možné považovať za odpad pri produkcii obilia, nie je potrebné uvažovať energiu vloženú na jej pestovanie. V bilancii vystupuje len jej doprava a spracovanie, ktoré predstavujú asi 20,1 GJ/ha. Zisk energie je asi 57,1 GJ/ha, z čoho vychádza pozitívna energetická bilancia v pomere približne 2,8 : 1 (získaná/vložená energia).

Na určitých územiach sa vysádzajú *energetické plantáže*. Pestujú sa na nich rýchlorastúce dreviny na palivo. Ich účinnosť je len okolo 3 %, znižuje sa ešte dopravnými nákladmi. Predstavujú ale možnosť využitia máloproduktívnych poľnohospodárskych, ale aj iných plôch. V podmienkach Slovenska môže ísť o tieto rýchlorastúce dreviny: topoľ, vrba, pajasan, brest, ruža, jelša, lipa, lieska, jarabina, breza, smrekovec.

Elektrárne na biomasu používajú ako palivo priamo biomasu alebo z nej vyrobené upravené palivá. Najčastejšie ide o klasické parné elektrárne, mnohé spaľujú spolu uhlie a biomasu. Kvapalné a plynné biopalivá sa môžu spaľovať aj v piestových motoroch, ktoré potom roztáčajú elektrický generátor. Používajú sa ako kogeneračné jednotky (t. j. aj na výrobu tepla), resp. ako jednotky na vykrytie energetických špičiek počas dňa.

## Vodík

Vodík je najčistejším palivom, pretože produktom jeho spaľovania je voda. Dlhodobu sa pracuje na jeho použití ako automobilového paliva. Vodík je bežným vedľajším produktom chemickej výroby rôznych závodov, vrátane rafinérií. Napriek tomu sa autá na vodík stále nepoužívajú. Hlavným problémom je totiž potreba vybudovať sieť čerpacích staníc na vodík.

V súčasnosti sa v Nemecku plánuje aj iný postup: Začína čistou elektrinou získavanou z veterných elektrární postavených na severe Nemecka. Tá putuje do nového závodu, kde elektrinu využijú na elektrolýzu vody. Jej výsledkom bude okrem kyslíka čistý vodík. Tento sa použije na výrobu metánu reakciou s oxidom uhličitým. Takto vyrobené palivo volajú *e-gas*.

Keďže metán má veľmi podobné vlastnosti ako zemný plyn, možno e-gas distribuovať štandardným plynovým rozvodom a cez všetky čerpacie stanice na zemný plyn (CNG). Navyše ho môžu bez akýchkoľvek obmedzení používať všetky vozidlá s klasickým motorom, upravené na spaľovanie zemného plynu. Zapojenie CO<sub>2</sub> do výroby syntetického metánu prináša aj ďalšie výhody. Závod s kapacitou tisíc ton syntetického metánu bude ročne potrebovať 2,8 tisíce ton oxidu uhličitého. Odoberať ho bude z neďalekej prevádzky na výrobu bioplynu, kde CO<sub>2</sub> vypúšťajú ako odpad do ovzdušia.

## Potreba skladovania energie

Rozhodnutie vyspelých štátov prejsť na obnoviteľné zdroje energie a obavy zo zmien klímy vedú k vzniku nových technológií, aby sa obmedzili emisie skleníkových plynov. Videli sme však, že obnoviteľné zdroje sú závislé od vonkajších podmienok – vetra či slnka. V energetike sa tak otvára dopyt po novom type služieb – skladovaní energie (a tiež po už spomínanom budovaní špičkových zdrojov).

Najlepšie súčasné riešenie problému skladovania elektriny je pomerne staré – ide o prečerpávacie vodné elektrárne. Používajú sa od konca 19. storočia a energia sa v nich skladuje s využitím zemskej gravitácie, teda ako potenciálna energia vody v nádrži. V čase nízkeho dopytu čerpadlá vodu prečerpajú nad elektrárne, v čase vysokej spotreby sa potom preženie turbínami. Prečerpávací elektrárňou elektrinu dokáže uskladniť na veľmi dlhý čas s celkovou účinnosťou 60 až 75 %. Pri nízkej cene „nadbytočnej“ elektriny (niekedy dokonca zápornej) sú dnes veľmi výhodné aj ekonomicky.

Vhodných miest na takéto riešenie však nie je dosť, preto sa hľadajú ďalšie cesty. Nielen v Nemecku sa tak napríklad rozbehli projekty na vzkriesenie a radikálne omladenie inej starej technológie – skladovania v stlačenej vzduchu. Používa sa takisto ako prečerpávací elektrárňou od konca 19. storočia, ale veľmi sa neujala. V pôvodnej podobe je v podstate neúčinná, v reálnych podmienkach možno dosiahnuť len zhruba 25 % účinnosti. Stlačovaný vzduch sa totiž veľmi rýchlo zohrieva, a ak sa toto vznikajúce teplo nevyužije, stratí sa tak veľká časť energie vložená do procesu. Dnes sa však pripravujú, stavajú alebo sa už dokonca rozbehli projekty, ktoré skúšajú rôzne prístupy, ako využiť „odpadové“ teplo. Technológia by mohla v ideálnych podmienkach dosahovať účinnosť zhruba do 70 %. V takom prípade by už mohla byť ekonomicky výhodná.

Najnovší nápad americkej energetickej spoločnosti TESLA (s ktorým prišla na jar 2015) je ponúkať domácnostiam veľké akumulátorové batérie s kapacitou 10 kWh elektrickej energie. Pre firmy ponúka väčšie a drahšie zariadenia s desaťnásobnou kapacitou. Toto by umožňovalo spotrebiteľom výrazne znížiť náklady, pretože batérie by sa nabíjali v čase, keď je elektriny v sieti nadbytok a preto je lacnejšia. V období špičky by domácnosť využívala energiu z batérie.

## Budovanie inteligentných sietí

Závislosť Európskej únie na dovoze energie vzrástla v prvej dekáde 21. storočia na 53 %. V produkcii energie postupne prechádzame z veľkých elektrární na veľké množstvo malých obnoviteľných zdrojov. Ich použitie vyvolalo nové problémy, súvisiace s ich nestabilitou vyplývajúcou z toho, že Slnko nesvieti stále a vietor nefúka každý deň.

Jeden spôsob riešenia spočíva v budovaní nových špičkových zdrojov, t. j. elektrární, ktoré sú schopné v priebehu minút nabehnúť na plný výkon (a rovnako bezproblémovo sa dajú zo siete odpojiť). Takýmito zdrojmi sú paroplynové generátory alebo vodné elektrárne a to najmä prečerpávací, t. j. s dvoma nádržami.

Krajiny ako Slovensko majú tiež stále veľké rezervy v znižovaní spotreby – energetická náročnosť slovenskej produkcie je veľmi vysoká.

Hrozbu preťaženia alebo malého zaťaženia energetickej sústavy by mala v budúcnosti eliminovať inteligentná distribúcia. Jej princípom je obojsmerný tok energie. Spotrebiteľia energie sa stanú zároveň aj jej dodávateľmi, napríklad z práve nevyužívaných elektromobilov či solárnych mikroelektrární na strechách domov.

Táto koncepcia budovania *inteligentných sietí – smart grids* prinesie do energetiky revolučné zmeny (Visions 2011/3). Kým klasické chápanie energetiky uvažuje o kontrolovateľnej produkcii a nepredvídateľnej spotrebe, pri smart grids je to naopak. Časť výroby bude po väčšom zapojení obnoviteľných zdrojov nepredvídateľná a časť spotreby bude kontrolovateľná.

Budovanie inteligentných sietí je investične veľmi náročné, na druhej strane môžu veľmi výrazne prispieť k nevyhnutnej redukcii emisií oxidu uhličitého.

Bežným spotrebiteľom umožnia inteligentné siete napríklad odber elektriny v časoch, keď je lacná. Spotrebiče totiž budú priamo zo siete vedieť, aká je v danom okamihu cena elektriny a ponúknu svojmu majiteľovi možnosť zapnúť sa v čase, keď je cena najnižšia. Obdobie nízkej tarify bude tiež vhodné na dobíjane elektromobilov. Naopak, v čase vysokej spotreby (a vysokej ceny), sa bude časť energie čerpať z akumulátorov nabitých v čase nízkej tarify. Odhaduje sa, že úspory domácností môžu dosiahnuť 10 – 15 %.

Už v súčasnosti sa začínajú u spotrebiteľov montovať inteligentné merače, ktoré informujú dodávateľa o aktuálnom odbere nielen elektriny ale aj plynu, vody a tepla. Súčasne budú informovaní aj spotrebiteľia, resp. odber si bude môcť riadiť sám spotrebič – a umývačka riadu sa sama zapne v noci.

Zásadnou technologickou a ekonomickou zmenou bude transformácia rozvodných sietí. Väčšinu elektriny už nebude vyrábať niekoľko veľkých elektrární, ale mnoho stredných a malých zdrojov. Raz to bude pre ich vlastnú potrebu, inokedy ju budú dodávať do siete. Rozvodné siete, ktoré sú zatiaľ jednosmerné, sa budú musieť transformovať na viacprúdové obojsmerné magistrály. V priemyselne vyspelých krajinách sa mnohé budovy zmenia z čistých odberateľov energie na aktívnych účastníkov trhu s elektrinou, keď ponúknu vlastnú energiu na predaj. Dokonca aj z domácností sa stanú mikroelektrárne a budú sa podieľať na výrobe elektriny pomocou solárnych článkov a kombinovaných kotlov.

Decentralizácia výroby elektriny z vetra a slnka donúti pristúpiť ku koordinácii, t. j. spoločnému riadeniu činnosti mnohých malých producentov. V budúcnosti bude tiež nevyhnutné znížiť straty, ku ktorým dochádza pri prenose elektrickej energie na obrovské vzdialenosti. Elektrina prekoná z veterných fariem na oceánoch alebo slnečných elektrární v púšťach na ceste k spotrebiteľom tisíce kilometrov. Pri tradičných vysokonapäťových vedeniach prenášajúcich striedavý prúd však dochádza k veľkým stratám, preto sa pri distribúcii elektriny budú musieť využívať vysokonapäťové technológie prenosu jednosmerného prúdu (HVDC), pri použití ktorých sú straty oveľa menšie.

## Galvanické články – batérie, akumulátory

Galvanické články rôzneho typu používame každodenne ako zdroje jednosmerného napätia. Vo fyzike sa zvyknú deliť na primárne a sekundárne galvanické články. Po skončení samovoľného deja, t. j. po dosiahnutí rovnováhy, primárny článok už neposkytuje žiadne napätie a teda ani možnosť získať z neho elektrickú energiu. Hovoríme, že článok sa vybil.

Sekundárne galvanické články – *akumulátory* možno po vybití opäť nabiť. Článok sa pripraví vybitý a potom sa vonkajším napätím elektrolyzou „polarizuje“ – nabije. Od primárneho článku sa teda líši tým, že daná redoxná reakcia v ňom prebieha oboma smermi.

Podstata fungovania galvanických článkov je v tom, že v nich prebieha oxidačno-redukčná reakcia, ktorej hodnota rovnovážnej konštanty je veľmi vysoká. Súčasne je usporiadanie článku také, že reaktantom nedovoľuje prísť navzájom do styku, pretože inak by okamžite zreagovali. Polreakcie oxidácie a redukcie prebiehajú preto oddelene. Oba elektródové priestory sú však v kontakte a keďže rovnovážne reakcie týchto polreakcií sa výrazne odlišujú, v článku vzniká napätie.

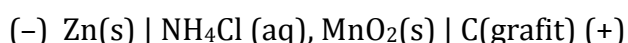
Na jednej elektróde – anóde – prebieha oxidácia, ktorou sa z reaktantov uvoľňujú elektróny. Táto elektróda sa teda nabije záporne. Druhej elektróde – katóde – elektróny chýbajú, pretože sa spotrebúvajú pri redukcii (napr. kationov z roztoku). Medzi elektródami takto vzniká napätie, ktoré sa tradične označuje ako *elektromotorické napätie* (EMN). Ak elektródy galvanického článku prepojíme kovovými vodičmi, elektróny prechádzajú z anódy týmito vodičmi cez zapojené spotrebiče na katódu.

## Primárne články

Najstarší použiteľný galvanický článok zostrojil v roku 1800 profesor fyziky pavijskej univerzity *Alessandro Volta* (svoje meno galvanické články ale nedostali po Voltovi, ale po anatómovi *Luigim Galvanim*). Tzv. *Voltov stĺp* pozostával z mnohých striedavo na seba navrstvených strieborných a zinkových doštičiek oddelených od seba plstou nasiaknutou 5%-ným vodným roztokom kyseliny sírovej. Takýto typ článku mal začiatkom 19. storočia neobyčajný význam, pretože to bol prvý zdroj, ktorý umožnil štúdium elektriny a jej účinkov. Elektrolytom v prvých článkoch bola kvapalina nedovoľujúca články prenášať a obmedzujúca ich použitie. Článkom s kvapalným elektrolytom sa hovorí články „mokré“, na rozdiel od článkov s nepohyblivým (netečúcim) elektrolytom, ktoré sa označujú ako „suché“.

V prvej polovici 19. storočia bolo navrhnutých mnoho kombinácií elektród a elektrolytov, z ktorých väčšina z nich má dnes len historický význam (napríklad vo fyzikálnej chémii najčastejšie spomínaný *Daniellov článok* pozostávajúci z medenej a zinkovej elektródy, ktoré sú ponorené v roztokoch svojich síranov).

V roku 1866 získal francúzsky železničný inžinier *George Léclanché* patent na novú, jednoduchú konštrukciu galvanického článku so zinkovou a uhlíkovou elektródou s vodným roztokom chloridu amónneho. Polarizácia kladnej elektródy bola odstraňovaná obklopením uhlíkovej tyčinky drťou z burelu a retortového uhlia, ktorá bola nasypaná do hlinenej preliatej nádoby. Tento článok bol dlhé roky najznámejším príkladom *suchého článku* (dnes už obsahuje elektrolyt vo forme pasty). Využíva sa ako zdroj jednosmerného prúdu s malým napätím. Možno ho znázorniť schémou



Napätie článku je asi 1,5 V. Jeho nevýhodou je pokles napätia s odoberaním prúdu spôsobený tvorbou  $\text{NH}_3(\text{g})$  a jeho krátka doba funkčnosti, pretože zinková elektróda reaguje s iónmi  $\text{NH}_4^+$ .

To, že galvanické články sa nazývajú *batérie* súvisí s významom slova *batéria*, ktorým je *súbor rovnakých, zvyčajne spojených predmetov*. Batériou je Voltov stĺp; v minulosti (pred približne 50 rokmi) sa najviac používala plochá 4,5 voltová batéria pozostávajúca z troch sériovo zapojených suchých článkov. Dnes sa na tento význam zabudlo a o batérii sa hovorí aj keď ide o jeden galvanický článok (ktorý sa pôvodne označoval ako monočlánok).

V čase, keď sa batérie začali používať v klasických fotoaparátoch, stávalo že sa obal suchého článku prederavil a elektrolyt z neho vytekol a poškodil fotoaparát. Vtedy sa začali používať alkalické batérie, u ktorých k vytečeniu nedochádza.

*Alkalické články* sú podobné ako klasické suché články; zinkový obal je pórovitý a pasta okolo uhlíkovej elektródy je alkalická (KOH). Dlhodobu patrili medzi najpoužívanejšie typy batérií v domácnostiach. Katódou je zmes chemicky alebo elektrochemicky pripraveného  $\text{MnO}_2$  a uhlíka. EMN pri izbovej teplote je 1,55 V. Sú drahšie ako bežné uhlíkovo-zinkové batérie, ich životnosť je ale niekoľkokrát vyššia a napätie článku vďaka zásaditému elektrolytu neklesá.

Malé „gombíkové články“ do kalkulačiek a hodínok pôvodne obsahovali ortuť ( $-\text{Zn}-\text{HgO}+$ ); ortuť bola neskôr nahradená  $\text{Ag}_2\text{O}$ .

## Sekundárne články – akumulátory

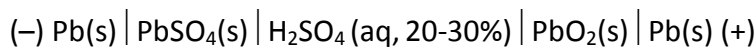
*Akumulátory*, resp. sekundárne galvanické články, sú také galvanické články, ktoré možno po vybití dodaním elektrickej energie (elektrolýzou) znovu nabiť. Pri nabíjaní sa dodáva elektrická energia, ktorá sa prebiehajúcimi reakciami medzi elektrolytom a elektródami mení na energiu chemickú. Pri vybíjaní sa chemická energia mení opäť na elektrickú, ktorá napája vybraný spotrebič. Cyklus nabíjania a vybíjania akumulátora sa môže mnohokrát opakovať.

Prvý akumulátor s olovenými elektródami navrhol roku 1859 francúzsky fyzik *Gaston Planté*. Tento typ akumulátorov sa po ďalšom vývoji a zdokonalení začal používať od roku 1868. V roku 1899 vyvinul švédsky fyzik *Waldmar Jungner* akumulátor s niklovou a kadmiovou elektródou, ktorý je dnes známy pod označením Ni-Cd. O dva roky neskôr získal *Thomas Alva Edison* patent na akumulátor s niklovou a železnou elektródou, tzv. Ni-Fe akumulátor. Použitie akumulátorov je veľmi široké – od automobilov cez elektrické vozíky až po hračky alebo mobilné telefóny. V súčasnosti sú najpoužívanejšími akumulátormi olovené a nikel-metalhydridové (Ni-MH).

*Olovený akumulátor* je najstarším a dodnes najpoužívanejším typom; s napätím 1,85 – 2,1 V. V praxi sa využíva akumulátorová batéria, ktorá pozostáva zo šiestich rovnakých článkov spojených spolu do série. Keďže pri vybíjaní batérie sa spotrebúva kyselina sírová, stav akumulátora sa zisťuje meraním hustoty elektrolytu alebo svorkového napätia pri

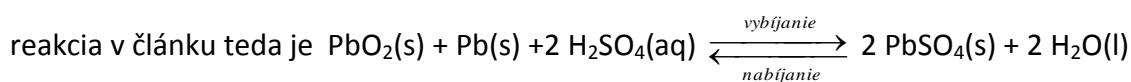
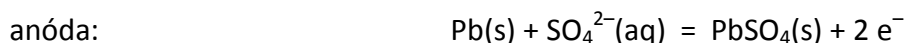
zaťaženie. Olovený akumulátor je náročný na údržbu a musí sa udržiavať v nabitom stave. Pri nízkych teplotách jeho kapacita klesá (napr. pri teplote  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  klesne len na štvrtinu).

Olovený akumulátor možno vyjadriť schémou



Anódu tvorí mriežka vyplnená poréznym olovom a katódu tvorí mriežka vyplnená  $\text{PbO}_2$ . Obidve elektródy sú ponorené do elektrolytu, ktorým je vodný roztok  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Pri vybíjaní akumulátora prebiehajúce deje vystihujú nasledovné chemické rovnice:



Elektródy sa pokrývajú vrstvičkou nerozpustného síranu olovnateho. Kapacita akumulátora je tým väčšia, čím väčší je povrch elektród a množstvo látok schopných premeny. Napätie pri vybíjaní sa udržiava dlho na 2 V na článok. Pri poklese EMN pod 1,85 V sa musí akumulátor znova nabiť, čo znamená obrátenie normálnej elektrochemickej reakcie pôsobením vonkajšieho napätia na katódu a anódu. Ide teda o elektrolýzu.

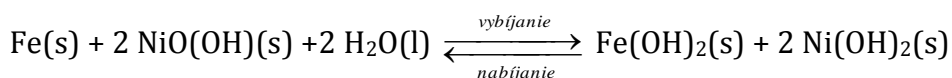
Takéto akumulátory sa najviac využívajú ako autobatéria a ako zálohový zdroj energie pre počítače (UPS), alarmy a pod. Vzhľadom na veľkú hmotnosť sa bežne nevyužívajú v prenosných spotrebičoch. Olovené akumulátory je potrebné skladovať vždy v nabitom stave. Pokiaľ by došlo k vybitiu a následnému uskladneniu, dôjde k nenávratnej strate kapacity až ku zničeniu akumulátora – sulfatácii elektród. Nevýhodou je tiež zhoršenie elektrických vlastností pri použití v medzných teplotách, či už vysokých alebo nízkych.

*Nikel-železný Ni-Fe akumulátor* sa zaraďuje medzi alkalické akumulátory, čo vidno aj z jeho schémy

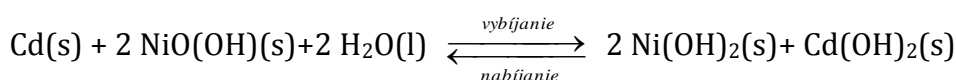


Elektrolytom je vodný roztok hydroxidu draselného ( $1,2 \text{ g/cm}^3$  pri  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Záporná elektróda je tvorená železom, kladná elektróda oxidom nikelnatým. Napätie akumulátora v nabitom stave je 1,2 V.

Celková reakcia, ktorá prebieha, sa dá vyjadriť rovnicou



*Nikel-kadmiový (Ni-Cd) akumulátor* má podobnú stavbu. Reakciu v ňom prebiehajúcu opisuje rovnica:



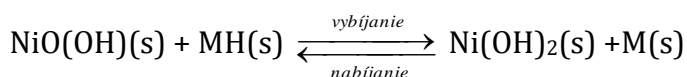


Napätie akumulátora v nabitom stave je 1,4 V, čo umožňuje jeho rozmanité využitie. V minulosti sa Ni-Cd akumulátory používali vo všetkých možných mobilných zariadeniach, dnes sa ich použitie obmedzuje hlavne kvôli ochrane životného prostredia (obsahujú ťažké kovy). Stále však majú miesto v osobných kazetových či CD prehrávačoch a fotoaparátoch.

*Nikel-metalhydridový (Ni-MH) akumulátor* postupne nahrádza Ni-Cd batérie (namiesto kadmia je zliatina niklu absorbujúca vodík, ako  $ZrNi_2$ , alebo  $La-Ni_5$ ). Ni-MH akumulátory boli uvedené na trh v roku 1991. Akumulátor sa dá opísať schémou



Reakciu v NiMH akumulátore možno vyjadriť rovnicou:



*Lítium-iónový (Lilon, Lion, Li-ion) akumulátor* funguje podobne ako NiMH batéria, nosičom energie je však lítium – kov s mimoriadne nízkou hustotou, poskytujúci články s vysokým napätím (keďže v elektrochemickom rade napätí je hneď skraja). Kladná elektróda je tvorená zmesou oxidov lítia s ďalším kovom. Zápornú elektródu tvorí uhlík so zmesou ďalších chemikálií. Elektrolytom je zmes esterov. Od roku 1993, kedy sa po prvýkrát objavili na trhu, sa stávajú veľmi populárne najmä u výrobcov notebookov, digitálnych fotoaparátov a mobilných telefónov. Články  $Li-SO_2$  sa využívajú v ponorkách a raketách,  $Li-I_2$  články v kardiostimulátoroch,  $Li-FeS_2$  vo fotoaparátoch, rádiách, CD prehrávačoch. Ponúkajú väčšiu kapacitu ako porovnateľné NiMH akumulátory, sú však drahšie. Ich nevýhodou je krátka životnosť.

*Lítium-polymérová (Li-Pol) batéria* je novším typom batérií. Ponúka niekoľko výhod: vysokú energetickú hustotu (až dvakrát viac oproti Lilon batériám) a možnosť batérie tvarovať. Dlhú dobu sa však nabíjajú a vydržia len 100 až 150 cyklov. Najnovšie sú *lítium – vzduchové batérie (Li-air)* a ohlasujú sa Al-Ion batérie:

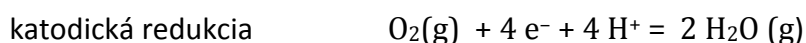
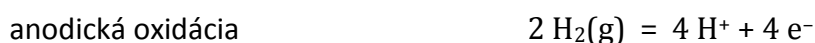
<http://tech.sme.sk/c/7737276/nove-baterie-su-nabite-za-minutu-nestarnu-a-su-lacne.html>

7.4.2015

## Palivové články

Palivový článok je zariadenie, v ktorom sa palivo oxiduje v elektrochemickom článku, čím sa priamo vyrába elektrina. Od iných galvanických článkov sa palivové články líšia tým, že sa do nich kontinuálne privádza palivo a kyslík a elektródy sú z inertného materiálu, ktorý nereaguje.

V kyslíkovo-vodíkovom palivovom článku prebiehajú elektródové (pol)reakcie:



Účinnosť premeny energie chemickej reakcie na elektrickú je 40 – 55 %. Jeden článok poskytuje napätie asi 0,7 V. Palivové články sa používajú v kozmických lodiach, najmä pre nízku hmotnosť oproti iným typom batérií, pretože voda z nich sa dá využiť na pitie a sú pevné a spoľahlivé. Mohli by sa používať ako špičkové zdroje, keďže sa dajú jednoducho zapnúť a vypnúť. Palivom v nich nemusí byť len vodík, ale aj iné látky, napr. metanol. Ak zarátame aj získavanie vodíka a premenu elektrickej energie na mechanickú (pri ich využití v automobiloch) ich účinnosť je potom nižšia (a dostáva sa na úroveň iných zdrojov energie (iných palív)), ale stále ide o oveľa čistejší zdroj.

Galvanické články nachádzajú uplatnenie v každej domácnosti. Stále sa vyvíjajú nové typy týchto článkov (elektrochemické palivové články, termoemisné generátory, termo-elektrické články, slnečné batérie, magneto-hydrodynamické generátory a pod.), ktoré postupne nahrádzajú primárne galvanické články. Z hľadiska životného prostredia možno akumulátory zaradiť medzi nebezpečný odpad.

Krátky dojazd, nesporne najväčšia nevýhoda elektromobilov, bude možno o pár rokov minulosťou. Sľubuje to spoločnosť IBM, ktorá v rámci projektu Battery 500 vyvíja Li-air články, teda lítiovo-vzduchové batérie. Avizuje, že elektromobily budú schopné prejsť osemsto kilometrov už koncom tohto desaťročia.

### Zaujímavé odkazy k energetike

[www.visions.sk](http://www.visions.sk)

<http://www.vuje.sk/sk/schemy>

<http://www.vuje.sk/sk/ekniha-jadrova-energia>

<http://www.simopt.cz/energyweb/>

<http://books.simopt.cz/cz/multimedialni-knihy> (*Jadrová energia a energetika; Obnovitelné zdroje energie*)

<http://www.planete-energies.com/>

<http://www.petroleum.cz>

<http://www.inforse.dk/> International Network for Sustainable Energy

Jandačka, J., Malcho, M.: *Biomasa ako zdroj energie*. 78 str. Žilina, 2007. ISBN 978-80-969161-4-6.

### Kontrolné otázky

Uvedte niektorú z formulácií 1. zákona termodynamiky.

Uvedte niektorú z formulácií 2. zákona termodynamiky.

Aké sú exotermické a endotermické reakcie?

Čo je to spaľovanie?

Čo je najväčším zdrojom energie na Zemi?

Čo znamená skratka *EROEI* ?

Čo sú to fosílné palivá?

Z čoho vzniklo uhlie?

Z čoho vznikla ropa?

Ropa sa v angličtine nazýva *petroleum*. V slovenčine je jedným z ropných produktov *petrolej*. V Jordánsku leží staroveké mesto *Petra*. A meno *Peter* sa vyskytuje v mnohých jazykoch. Čo znamená základ týchto slov? A ako súvisí s ropou?

Ako sa ropa delí na svoje zložky?

Čo je hlavnou zložkou zemného plynu?

Čo je to hydraulické štiepenie – „frakovanie“? Aký je váš názor na túto metódu?

Čo je to benzín a nafta?

Čo charakterizuje oktánové číslo benzínov/cetánové číslo nafty?

Aké druhy elektrární existujú?

Aká turbína poháňa elektrický generátor vo väčšine elektrární?

Aké sú prednosti a nedostatky jadrových elektrární?

Aké (a ktoré) sú obnoviteľné zdroje energie?

Akými spôsobmi sa využíva slnečná energia?

Aké sú výhody a problémy spojené s využívaním energie vetra, vody a zeme?

Čo je to biomasa a ako sa využíva?

Ako sa bude riešiť rovnováha zdrojov a spotreby v elektrizačných sústavách?

Čo je podstatou fungovania galvanických článkov?

Z čoho pozostáva najbežnejší „suchý článok“?

Ako sa od „suchého článku“ odlišujú alkalické batérie?

Z čoho pozostáva olovený akumulátor?

Aké sú najnovšie typy akumulátorov pre mobilné telefóny a notebooky?

Čo sú to palivové články?

---

## 9. Katalýza

Katalýza je dej, pri ktorom sa mení rýchlosť chemickej reakcie pôsobením látky, ktorá sa po prebehnutí reakcie chemicky nezmení.

Katalýza môže byť kladná i záporná – rýchlosť chemickej reakcie sa môže zvyšovať i znižovať (vtedy hovoríme o *inhibícii*, ktorou sa zatiaľ nebudeme zaoberať). Pri zvyšovaní rýchlosti chemickej reakcie ide spravidla o veľmi výrazné zvýšenie: ak si označíme pomer rýchlostných konštánt katalyzovanej a nekatalyzovanej reakcie ako  $10^x$ , tak  $x$  môžu byť rádovo desiatky až stovky.

Katalýza je dej, s ktorým sa stretávame každodenne, bez toho, že by sme si to uvedomovali: Viac než 90 % všetkých výrobkov sa vyrába za účasti katalyzátorov. Toto sa netýka len výrobkov chemického priemyslu, ale všetkých, vrátane potravinárskeho (príkladom môžu byť acetón, acidofilné mlieko, alkohol, benzín, buchty, jogurty, laky, lepidlá, pivo, pneumatiky, saponáty, syry, umelé hmoty a umelé vlákna, víno, žinčica,...). Práve z tohto dôvodu je táto kapitola súčasťou Spotrebiteľskej chémie.

Všetky katalyzátory (nielen známy automobilový katalyzátor) prispievajú k ochrane životného prostredia, a to najmä tým, že výrazne znižujú energetické nároky na priebeh katalyzovaných reakcií.

Význam katalýzy zvyrazňuje aj to, že metabolizmus živých organizmov je založený na enzýmovej katalýze, takže bez katalyzátorov by sme tu neboli ani my.

Pojem KATALÝZA zaviedol v roku 1835 BERZELIUS. Podľa neho „*Katalyzátory sú látky, ktoré svojou prítomnosťou vyvolávajú chemické reakcie, ktoré by sa inak neuskutočnili*“. Táto definícia nie je celkom správna. Vyplývala z pozorovania, že niektoré reakcie prebiehajúce v prítomnosti katalyzátora, prebiehajú bez neho za rovnakých podmienok tak pomaly, že môžeme povedať, že dané reaktanty vlastne spolu vôbec nereagujú. Berzeliova definícia je nesprávna z toho hľadiska, že reaktantom, ktoré spolu nereagujú z toho dôvodu, že rovnovážna konštanta danej reakcie je veľmi malá (t. j. rovnováha je posunutá doľava), žiadny katalyzátor pomôcť nemôže.

Katalyzátory boli známe už veľmi dávno. Niektoré dali podnet k hľadaniu kameňa mudrcov, ktorý napríklad podľa charakteristiky stredovekého alchymistu má niektoré znaky katalyzátora: „*xerion, alixír, kameň mudrcov, čiže magisterium, ktoré uzdravuje chorých, mení obyčajné kovy v zlato, pričom samé nedoznáva najmenej zmeny*“ (Al Anfani, 14. storočie). Schopnosti katalyzátora veľmi pekne charakterizuje aj jeho čínsky názov „cú mej“, ktorého starší význam je *sobášny dohadzovač*.

Podstata katalýzy je v tom, že namiesto pôvodnej chemickej reakcie prebehne v prítomnosti katalyzátora sled iných, oveľa rýchlejších reakcií, ktorých konečným výsledkom sú rovnaké produkty a uvoľnený katalyzátor.

Katalyzátor sa preto definuje ako *látka, ktorá urýchľuje priebeh chemickej reakcie bez toho, že by sa v nej sama spotrebovávala*.

Na prebehnutie reakcie preto postačí aj veľmi malé množstvo katalyzátora, keďže jeho koncentrácia sa v priebehu reakcie nezmenšuje.

Na prebehnutie každej chemickej reakcie je potrebné reaktantom dodať určitú energiu na prekonanie energetickej bariéry oddeľujúcej reaktanty od produktov. Výška tejto bariéry sa nazýva *aktivačná energia*.

Aktivačná energia  $E_a$  je súčasne najmenšou možnou energetickou bariérou oddeľujúcou reaktanty od produktov. Predstavuje vlastne „sedlo“ na mape potenciálnej energie. Cez toto sedlo „prechádzajú“ reaktanty pri svojej premene na produkty. Ich pomyselnú cestu nazývame reakčná cesta a jej priemet do roviny nákresne reakčná koordináta.

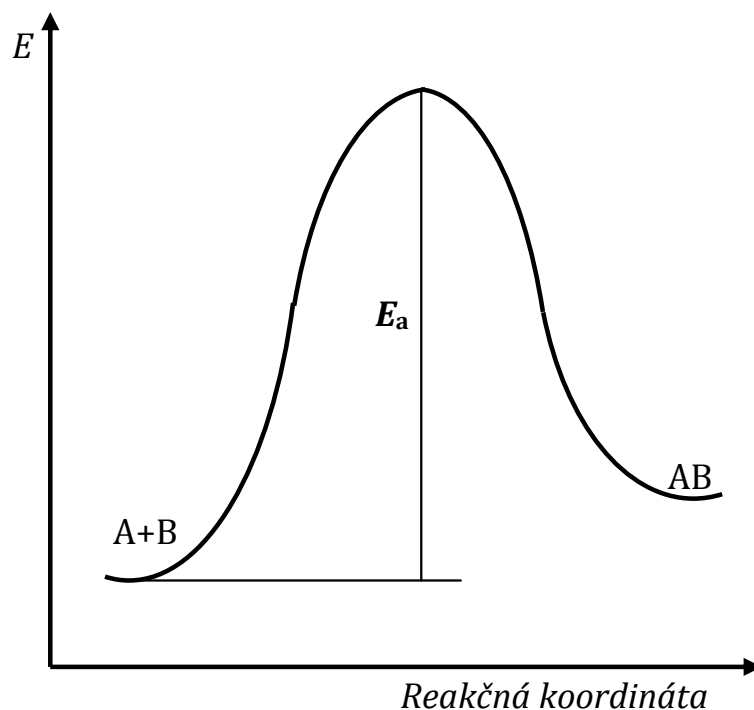
Reakciám, ktoré pri laboratórnych podmienkach prebiehajú veľmi pomaly, sa dá pomôcť aj zahriatím reakčnej sústavy na vysokú teplotu. Reaktanty tak získajú dostatočnú energiu. Inou možnosťou je pridať do sústavy katalyzátor a poslať reaktanty reagovať inou cestou – cez nižšie sedlo. Katalyzátor tak dokáže ušetriť náklady na zohriatie sústavy – dokáže reakciu urýchliť bez potreby zvyšovania teploty.

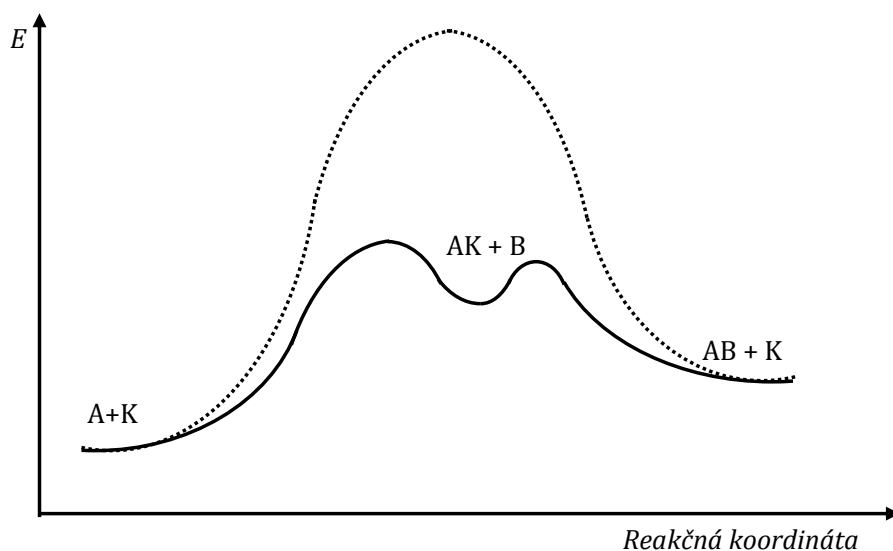
V prítomnosti katalyzátora prebehne súbor iných chemických reakcií, ktorých aktivačné energie sú menšie. Aj malé zníženie aktivačnej energie má za následok výrazné zvýšenie rýchlosti reakcie.

Katalyzátor umožňuje znížiť aktivačnú energiu nájdením novej reakčnej cesty:

Namiesto pôvodnej reakcie, napr.  $A + B \rightarrow AB$   
 prebehne sled iných reakcií, napr.  $A + K \rightarrow AK + B \rightarrow AB + K$ , pričom  
 aktivačná energia oboch medzistupňov je podstatne nižšia, než v nekatalyzovanej reakcii.

Katalyzátor slúži ako „obsluha výhybky“, posielajúcej reaktant na inú, energeticky výhodnejšiu cestu.





Častým symbolickým a ľahko zrozumiteľným znázornením katalýzy býva prechod turistov cez kopec, pričom „pribalenie katalyzátora“ umožňuje pustiť sa po ceste cez nižšie pohorie.

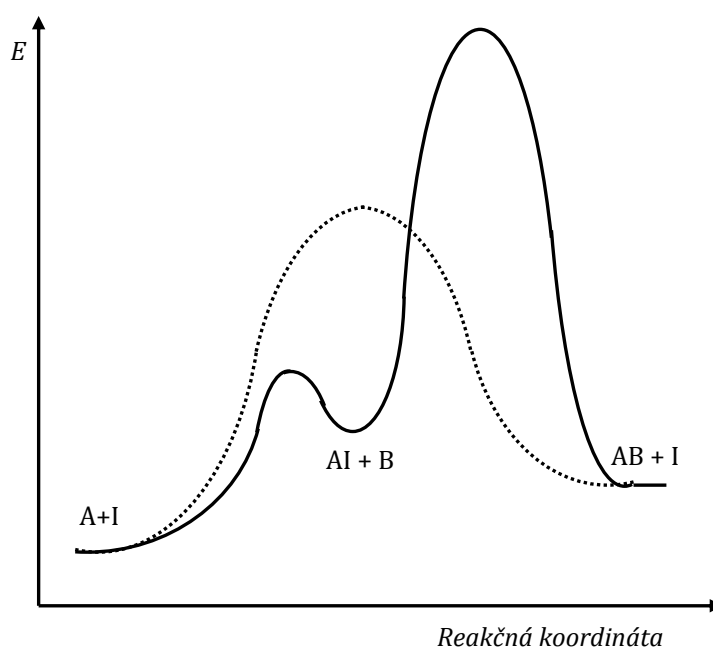
Pôsobenie negatívneho katalyzátora, *inhibítora*, sa potom dá prirovnať k odvedeniu na slepú koľaj. Energetický diagram by vtedy vyzeral ako na obrázku – s veľkou energetickou bariérou nasledujúcou po úvodnej malej. Ide vlastne o zle nasmerovanú katalyzovanú reakciu.

Dalo by sa z toho odvodiť poučenie, že ľahký začiatok nemusí vždy smerovať k úspešnému koncu.

Inhibítory sa ale niekedy aj využívajú: zabraňujú napr. degradácii gummy.

Látky, ktoré dezaktivujú katalyzátor, napr. tak, že prednostne obsadzujú aktívne centrá na jeho povrchu, sa označujú ako *katalytické jedy*. Reaktanty je preto potrebné pred reakciou zbavovať katalytických jedov (napr.

zlúčenín síry v rope; v benzíne pre automobily s katalyzátorom nesmú byť zlúčeniny olova; reaktanty palivových článkov musia byť zbavené oxidu uhoľnatého).



Ako katalyzátor môže niekedy pôsobiť aj produkt alebo medziprodukt danej chemickej reakcie. Ak katalyzátor takto sám vzniká v priebehu reakcie, hovoríme o *autokatalýze*. Príkladmi autokatalytických reakcií sú redukcia manganistanu draselného v kyslom prostredí (katalyzovaná vznikajúcimi iónmi  $Mn^{2+}$ ) a jodácia acetónu (katalyzovaná hydroxóniovými iónmi).

Pod *rýchlosťou chemickej reakcie* v budeme rozumieť rýchlosť úbytku koncentrácie  $c_A$  reaktantu (východiskovej látky) A. Pre reakciu bez katalyzátora bude rýchlosť

$$v = -dc_A/dt = k c_A c_B$$

$k$  je rýchlostná konštanta tejto reakcie,  
(konštantnú hodnotu má ale len pri konštantnej teplote!)  
(Táto rovnica platí pre konštantný objem sústavy.)

V prítomnosti katalyzátora prebehnú za sebou dve rýchlejšie reakcie. Ak predpokladáme, že prvá z nich je pomalšia, t. j. je krokom, určujúcim rýchlosť celkovej reakcie (aj preto, že koncentrácia katalyzátora je veľmi malá), rýchlosť katalyzovanej reakcie bude

$$v = -dc_A/dt = k' c_A c_K$$

Rýchlosť katalyzovanej reakcie je teda úmerná koncentrácii katalyzátora. Koncentrácia katalyzátora sa však v priebehu reakcie nemení, preto súčin  $k' c_K$  nahradíme rýchlostnou konštantou  $k_k$ . Rýchlosť katalyzovanej reakcie teda bude:

$$v = -dc_A/dt = k_k c_A$$

Každý dej pri svojom samovoľnom priebehu smeruje do stavu, v ktorom sa jeho priebeh zastaví – do rovnováhy. V rovnováhe má sústava najmenšiu potenciálnu energiu (a jej entropia je maximálna). Tieto kritériá rovnováhy platia samozrejme aj pre sústavy, v ktorých prebiehajú chemické reakcie. Po dosiahnutí rovnováhy sa ale chemický dej nezastaví – v sústave môže ďalej dochádzať k vzájomnej premene molekúl, len rýchlosti priamej a spätnej reakcie budú rovnaké. Koncentrácie reaktantov a produktov sa už meniť nebudú, t. j. rýchlosť zmeny koncentrácie reakčných zložiek bude nulová. Pre uvedenú reakciu  $A + B = AB$

$$v = k_{\rightarrow} c_A c_B - k_{\leftarrow} c_{AB} = 0$$

a rovnováhu pri danej teplote charakterizuje tzv. *rovnovážna konštanta*

$$K = k_{\rightarrow}/k_{\leftarrow} = c_{AB}/c_A c_B$$

Rovnovážna konštanta je teda podielom rýchlostných konštánt priamej a spätnej reakcie a tiež podielom rovnovážnych koncentrácií produktov a reaktantov (pre takýto jednoduchý prípad a ideálne sa správajúcu sústavu; všeobecne je stechiometrickým súčinom rovnovážnych aktivít reakčných zložiek).

Ak katalyzátor zníži aktivačnú energiu priamej reakcie, zníži súčasne aj aktivačnú energiu spätnej reakcie (podľa uvedenej rovnice sprava doľava). Rovnako teda urýchľuje priamu aj spätnú reakciu. Na obe reakcie môžeme preto použiť ten istý katalyzátor (o čom svedčí napr. to, že na hydrogenáciu i dehydrogenáciu sa v priemysle používajú rovnaké katalyzátory). Či pobeží priama alebo spätná reakcia vyplynie zo skutočnosti, ktoré látky máme vo východiskovej reakčnej sústave a aká je hodnota rovnovážnej konštanty. Katalyzátor teda nemení polohu rovnováhy, spôsobuje len jej rýchlejšie dosiahnutie.

Nemôžeme teda povedať, že katalyzátor vyvoláva chemickú reakciu, ktorá by sa inak neuskutočnila. Katalyzátor mení podmienky priebehu reakcie, umožňuje znížiť reakčnú teplotu. Katalyzátor nevyvolá chemickú reakciu, len zvýši jej celkovú rýchlostnú konštantu pri danej teplote.

Ak by katalyzátor menil rovnovážnu konštantu reakcie, dal by sa meniť smer priebehu reakcie len vkladáním a vyberaním katalyzátora. Ak by sa v tejto reakcii menil objem, reakčná sústava by tým bez dodávania energie konala objemovú prácu, čo by predstavovalo *perpetuum mobile*, odporujúce prvému zákonu termodynamiky.

Účinnosť katalyzátora sa v priemysle hodnotí podľa jeho *aktivity*, ktorá udáva, koľko z danej látky zreagovalo a podľa *selektivity*, ktorá udáva, koľko z reaktantu zreagovalo na požadovaný produkt (ak sa reaktanty môžu meniť na rôzne produkty). Mnohé katalyzátory pracujú v súčinnosti s tzv. *promótorami*, ktoré zvyšujú ich účinnosť.

### Účinnosť katalyzátora určuje jeho

- aktivita** – udáva sa ako počet molekúl premenených na jednom aktívnom mieste katalyzátora za jednotku času. Máva hodnoty od  $10^3/h$  až po  $10^{10}/h$  pre najaktívnejšie enzýmy.
- selektivita** – udáva, koľko z východiskovej látky zreagovalo na požadovaný produkt. Selektivita 99,99 % znamená, že katalyzátor spraví jednu chybu na 10 000 konverzií. Takúto (alebo ešte lepšiu) selektivitu dosahujú enzýmy; syntetické priemyselné katalyzátory za takýmito hodnotami väčšinou zaostávajú.
- stabilita** – udáva počet katalytických cyklov, ktoré prebehnú na aktívnom mieste katalyzátora do jeho dezaktivácie. Mala by presahovať 1 000 000. Príklad katalytického cyklu znázorňuje obrázok na nasledujúcej strane.

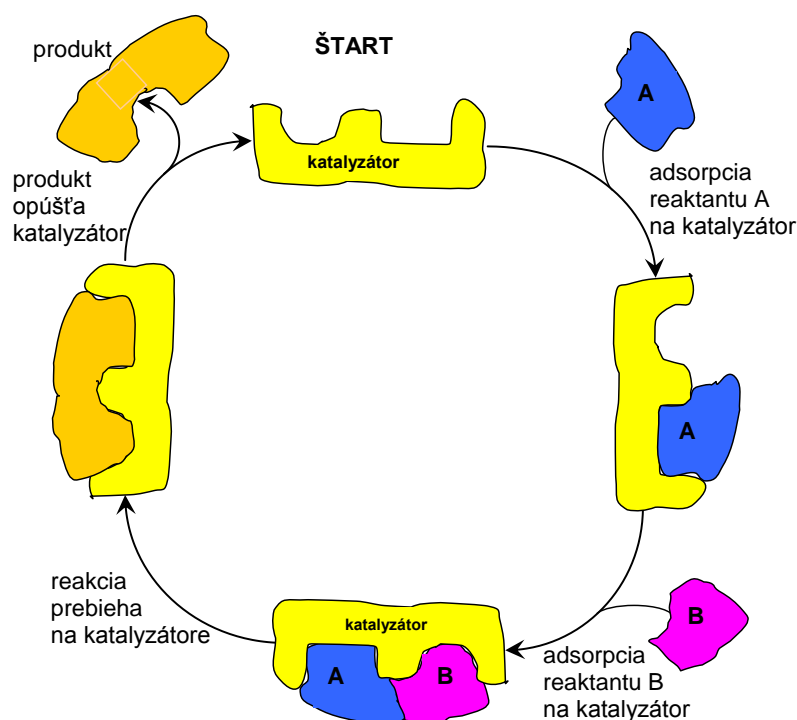
Katalýzu môžeme rozdeliť na *homogénnu* a *heterogénnu*, podľa toho, či sú všetky zložky reakčnej sústavy (vrátane katalyzátora) v jednej fáze (najčastejšie kvapalnej, ale niekedy aj plynnej) alebo či katalyzátor a reaktanty sú v rôznych fázach (najčastejšie je katalyzátorom tuhá látka a reakcia prebieha v plynnej alebo v kvapalnej fáze).

Najbežnejším príkladom *homogénnej katalýzy* je *acidobázická* (kyselinovo-zásadová) katalýza vo vodnom roztoku, kde sú katalyzátorom hydroxóniové alebo hydroxidové ióny.

*Heterogénna katalýza* sa v priemysle využíva oveľa častejšie. Reakcia pri nej prebieha na povrchu katalyzátora. Pozostáva z týchto krokov

1. príchod reaktantov k povrchu (difúzia),
2. príľnutie reaktantov na povrch katalyzátora (adsorpcia),
3. reakcia na povrchu katalyzátora,
4. uvoľnenie produktov z povrchu (desorpcia),
5. difúzia produktov z povrchu katalyzátora.





Dôležitou fyzikálno-chemickou vlastnosťou heterogénneho katalyzátora je veľkosť jeho účinného povrchu. Anorganické materiály vhodné na prípravu katalyzátorov (tzv. *nosiče katalyzátora*) majú vďaka svojej štruktúre mnohonásobne väčší povrch, ako bežné tuhé látky. Tento veľký povrch je vytvorený stenami jemných pórov a dutín vo vnútri katalyzátora. Preto jedna tabletká katalyzátora môže mať aktívny povrch aj mnoho stoviek metrov štvorcových.

sklo	oxid hlinitý	zeolit	aktívne uhlie
$4,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$	280-350 $\text{m}^2$	420-910 $\text{m}^2$	vyše 1000 $\text{m}^2$
(podľa typu)	<i>plocha</i>	<i>plocha</i>	<i>plocha</i>
t. j. približne:	<i>basketbalového ihriska</i>	<i>hádzanárskeho ihriska</i>	<i>hokejového ihriska</i>

Významný je tiež vonkajší tvar katalyzátora (závisí od použitého reaktora). V tvarovacích strojoch sa z účinnej zložky a spojiva pripravujú katalyzátory rôznych tvarov: tabletky, šupinky, duté tabletky, extrudáty, drvina, guľôčky, ... .

Veľký vnútorný povrch majú najmä aluminosilikáty *zeolity*, známe aj ako „molekulové sitá“. Sú to látky, ktorých kryštálová štruktúra obsahuje veľké množstvo kanálikov a dutín, ktorých povrch je z hľadiska katalýzy aktívny.

### Katalyzátory významne prispievajú k ochrane životného prostredia

V prvom rade je to už ich samotnou funkciou, keďže umožňujú priebeh chemických reakcií s podstatne zníženou spotrebou energie. Katalyzátory sa v súčasnosti aj cielene využívajú na ochranu životného prostredia – na zníženie škodlivosti emisií, pri odstraňovaní následkov havárií a pod.

## Katalyzátor v automobile

V dôsledku nedokonalého spaľovania zmesi benzínu so vzduchom v spaľovacích motoroch zostávajú vo výfukových plynoch oxid uhoľnatý CO, uhľovodíky a oxidy dusíka NO<sub>x</sub>. Tieto plyny predstavujú (vzhľadom na obrovské počty automobilov) vážne ohrozenie nášho životného prostredia.

Najvhodnejším zariadením na výrazné zníženie množstva škodlivín vo výfukových plynoch benzínových motorov v súčasnosti je **trojcestný regulovaný katalyzátor**.

Základnou časťou katalyzátora je zväčša keramický monolit z *cordieritu*, ktorý dobre odoláva vysokým teplotám. V ňom sú vytvorené úzke kanáliky, usporiadané v smere prúdenia výfukových plynov. Jedným cm<sup>2</sup> prierezu keramického monolitu prechádza 60 až 65 kanálikov s hrúbkou steny 0,1 až 0,15 mm. Používajú sa dva typy štruktúr – tzv. medový plást alebo keramické lôžko. Na keramickom povrchu kanálikov je nanosená medzivrstva tvorená najmä  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ktorý zabezpečuje veľký merný povrch katalyzátora (až 10 m<sup>2</sup> na 1 cm<sup>3</sup> objemu katalyzátora).

Vnútorňý povrch kanálikov je pokrytý účinnou vrstvou 1 až 3 gramov platiny a ródia v pomere 5:1. V prvom stupni katalyzuje ródium redukciu oxidov dusíka NO<sub>x</sub> na dusík N<sub>2</sub>. V druhom stupni kontaktom výfukových plynov s platinou prebiehajú oxidačné reakcie oxidu uhoľnatého CO a uhľovodíkov na oxid uhličitý CO<sub>2</sub> a vodnú paru H<sub>2</sub>O.

Katalyzátor pracuje s vysokou účinnosťou až vtedy, keď dosiahne svoju správnu prevádzkovú teplotu, približne 300 °C. Z tejto požiadavky vyplýva jeho umiestnenie v automobile. Počas prvej minúty po studenom štarte motora vychádza z katalyzátora ešte asi 80 % škodlivín. Po zohriatí katalyzátora je to iba 10 i menej percent. Preto sa v poslednom čase intenzívne výskumne pracuje na tom, aby sa katalyzátor po studenom štarte čo najskôr zohrial. Vyhrievanie sa dosahuje elektricky alebo prídavným horákom.

Účinnosť práce katalyzátora závisí od zloženia zmesi vzduchu a benzínu. Najväčšiu účinnosť (90 % i viac) katalyzátor dosiahne vtedy, keď je v zmesi stechiometrický pomer benzínu a kyslíka. Takzvané „normálne zloženie zmesi“ predstavuje hmotnostný pomer vzduchu a benzínu 14,7 : 1, (t. j. na spálenie 1 kg benzínu sa spotrebuje 14,7 kg vzduchu) (vtedy sa hovorí, že motor pracuje so súčiniteľom prebytku vzduchu  $\lambda$  rovným jednej). Takáto vysoká presnosť regulácie prípravy zmesi sa dá dosiahnuť len elektronicky riadeným vstrekovacím systémom pomocou elektronickej spätnej väzby s využitím kyslíkovej sondy.

Kyslíková sonda ( $\lambda$ -sonda) má približne tvar zapaľovacej sviečky. Montuje sa do výfuku pred katalyzátor tak, že jej koniec zasahuje do prúdu výfukových plynov. Meria množstvo voľného kyslíka vo výfukových plynoch pomocou galvanického článku s pevným elektrolytom (z oxidu zirkónia). Prostredníctvom napäťových impulzov sonda informuje elektronickú riadiacu jednotku, ktorá reguluje vstrekovací systém tak, aby sa vždy dosiahlo normálne zloženie zmesi (s  $\lambda = 1$ ). Nevýhodou regulácie na hodnotu  $\lambda = 1$  je o niečo nižší výkon motora a vyššia spotreba paliva než bez katalyzátora.

Bezchybná práca katalyzátora nevyhnutne vyžaduje používanie bezolovnatého benzínu. Zlúčeniny olova by sa usadzovali v póroch aktívnej katalytickej vrstvy a zničili by katalyzátor.

Katalyzátor si musí zachovať dobrú účinnosť a musí spĺňať zákonom predpísané limity škodlivín najmenej počas 80 000 až 100 000 km.

Tam, kde sa využívajú katalyzátory vo väčšom počte automobilov, podstatne sa zlepšila kvalita ovzdušia, najmä vo väčších mestách.

Podobnú funkciu „dospaľovania“ ako katalyzátor benzínového motora majú aj katalyzátory napomáhajúce dokonalému spaľovaniu, napr. odpadov v spaľovniach komunálneho odpadu. Ďalším príkladom takéhoto katalytického procesu je selektívna katalytická redukcia oxidov dusíka v spalných plynoch. Takýmito katalyzátormi by mali byť vybavené všetky teplárne a kotolne.

Z komínov a výfukov by mali vychádzať len plyny, ktoré sa vo vzduchu prirodzene vyskytujú (t. j. O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

## Enzymová katalýza

Kde sa nachádzajú enzýmy? Gréci by odpovedali „én zyme“ – v droždí.

Enzýmy, podobne ako iné katalyzátory, znižujú aktivačnú energiu biochemických a chemických reakcií. Účinnosť a najmä selektivita enzýmov je oveľa vyššia ako chemických katalyzátorov. Z toho dôvodu napríklad reakcie spaľovania potravy, ktoré by inak prebiehali len pri vysokých teplotách (pri horení), v živých organizmoch prebiehajú postupne, cez jednotlivé medzistupne pri 37 °C. Popri názve enzým sa (napr. v nemčine a ruštine) používa aj ferment (termín zaviedol Justus Liebig), pripomínajúci súvislosť s kvasením. Napr. fermentáciou (štvorhodinovým pôsobením enzýmov) sa mení zelený čaj na čierny čaj.

### Mechanizmus pôsobenia enzýmov:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Tvorba komplexu enzým - substrát (východisková látka)       | $E + S \rightarrow ES$ |
| 2. Aktivácia komplexu ES                                       | $ES \rightarrow ES^*$  |
| 3. Chemická premena substrátu za vzniku komplexu enzým-produkt | $ES^* \rightarrow EP$  |
| 4. Oddelenie enzýmu od reakčného produktu                      | $EP \rightarrow E + P$ |

### Štruktúra enzýmu:

Všetky doteraz preskúmané a izolované enzýmy sú bielkoviny (proteíny). Niektoré sa skladajú z nasledujúcich častí:

**Apoenzým** – vysokomolekulová neaktívna bielkovinová časť enzýmu.

**Koenzým** – nízkomolekulová nebielkovinová zložka enzýmu, nevyhnutná pre katalytickú schopnosť (ióny kovov, organické molekuly, vitamíny).

**Inhibítory** – látky znižujúce aktivitu enzýmov

Inhibícia enzýmov môže byť:

- a) vratná (reverzibilná) – po odstránení inhibítora sa aktivita enzýmu obnoví,
- b) nevratná (ireverzibilná) - aktivitu enzýmu nie je možné obnoviť.

Inhibícia enzýmov zapríčiňuje otravy v ľudskom a živočíšnom organizme.

## Využitie enzýmov na ochranu životného prostredia

Enzýmy tvoria aktívnu zložku mikroorganizmov (baktérií, kvasiniek, plesní), ktoré sa používajú na biologické odbúranie, „biodegradáciu“ nežiaducich chemikálií. Príkladom takéhoto odbúravanja sú:

- biodegradácia ropných látok v pôde,
- čistenie vzduchu od zápachajúcich a prchavých látok pomocou biofiltra.

Výhody biologického čistenia:

- biodegradácia prebieha pri bežných teplotách (okolo 25 °C),
- látky, ktoré sa odstraňujú sú pre mikroorganizmy potravou,
- produktmi rozkladu sú CO<sub>2</sub>, voda a látky nezaťažujúce životné prostredie,
- náklady na biologické čistenie sú podstatne nižšie v porovnaní s inými metódami (spaľovanie, extrakcia, neutralizácia, adsorpcia, skládkovanie).

## Likvidácia ropných látok v pôde

Používa sa pri odstraňovaní následkov havárií. Odstrániť sa takto dajú ropa, motorový olej, vykurovací olej, benzín, nafta, petrolej, aromatické uhľovodíky (benzén), polycyklické aromatické uhľovodíky i chlórované deriváty uhľovodíkov (PCB a iné).

Ako sa vykonáva biodegradácia?

- priamo v mieste znečistenia alebo na vyhradených izolovaných plochách,
- hrúbka vrstvy zeminy je max. 0,5 metra,
- dostatočný prívod kyslíka sa udržuje kyprením,
- dodávanie ďalších živín (N, P, K, stopové prvky) sa zabezpečuje prihnojovaním,
- dôležité je regulovať obsah vody v zemine a taktiež hodnotu pH,
- niekedy sa biodegradácia urýchľuje prídavkom baktérií (príp. kvasiniek a plesní, najmä pri kontaminácii ťažkými aromatickými uhľovodíkmi a chlórovanými uhľovodíkmi).

Dekontaminácia trvá spravidla jednu – dve sezóny. Účinnosť biologických metód býva 92 – 95 %.

Pri fyzikálnych a chemických metódach dekontaminácie vzniká mŕtva hmota, pri biotechnologických postupoch vzniká zdravá, biologicky aktívna hmota – pôda, ktorá sa dá znovu poľnohospodársky využívať.

## Čistenie vzduchu od zápachajúcich prchavých látok pomocou biofiltra

Závody chemického, papierenského, potravinárskeho priemyslu, poľnohospodárske závody a komplexy intenzívneho chovu zvierat produkujú aj látky s ostrým zápachom (uhlíkovodíky, zlúčeniny síry, halogénov, dusíka, sulfán, sírouhlík, oxid siričitý, amoniak atď.).

Na čistenie vzduchu sa v súčasnosti používajú fyzikálne, chemické a biologické metódy. Často sa používa vysokoteplotné spaľovanie (nekatalyzované pri 700 – 800 °C, katalyzované pri 300 – 400 °C. Pre spaľovanie polyhalogénovaných látok sú potrebné teploty nad 1 500 °C). Biologické čistenie prebieha pri bežných teplotách (10 – 40 °C) pri atmosférickom tlaku. Účinne odstraňuje látky prítomné vo veľmi nízkych koncentráciách.

Základnou časťou biofiltra je filtračná vrstva. Ako materiál sa na ňu používa najmä kompost, rašelina, drevná kôra a iné prírodné materiály, v ktorých žijú mikroorganizmy, schopné rozkladať škodlivé látky. Súčasne tieto materiály obsahujú živiny, potrebné na rast mikroorganizmov. Čistený vzduch je do zariadenia vháňaný pomocou ventilátora a pred vstupom na filtračnú vrstvu sa zvlhčuje. Filtračný materiál sa postupne pokrýva vrstvou biomasy (mikroorganizmami). Bez výmeny náplne môže biofilter pracovať rok i dlhšie. Touto metódou je možné dosiahnuť stupeň vyčistenia vzduchu i nad 90 %.

## Príklady katalytických procesov v chemickom priemysle:

### Katalytické reformovanie – na zvýšenie oktánového čísla benzínov

Funkcia katalyzátora: *premieňať nízkooktánové zložky v benzíne na vysokooktánové*  
Katalyzátor: *Pt na  $Al_2O_3$*

### Hydrogenačná rafinácia – na zníženie obsahu síry alebo síry a dusíka v ropných frakciách

Funkcia katalyzátora: *v prítomnosti vodíka premieňať rôzne typy sírnych a dusíkatých zlúčenín, prítomných v ropných frakciách, na plynné produkty –  $H_2S$  a  $NH_3$*   
Katalyzátor: *kovy – Mo, Co, Ni, W, nanesené na oxide hlinitom alebo na amorfných aluminosilikátoch, zvyčajne v dvojkombinácii CoMo, NiMo, NiW*

### Krakovanie – na premenu ťažkých ropných frakcií na ľahšie, najmä na pohonné hmoty – benzín a motorovú naftu

Katalyzátor: *v prítomnosti vodíka: kovy – Ni, Mo, Co, nanesené v dvojkombinácii na amorfný aluminosilikát alebo na zeolit*  
*bez vodíka: zeolit typu Y s obsahom kovov vzácnych zemín (lantanidov)*

### Izomerizácia $C_8$ arómatov – premena 1,2- a 1,3-dimetylbenzénu (o- a m-xylénu) a etylbenzénu na 1,4-dimetylbenzén (p-xylén; potrebný na výrobu polyesterových vlákien)

Katalyzátor: *Pt alebo Ni, na amorfnom aluminosilikáte alebo na zeolite*

### **Dealkylácia – pri výrobe benzénu z toluénu**

Katalyzátor: Cr na alumine

**Alkylácia** – výroba etylbenzénu (z benzénu a etylénu) – východzej suroviny pre výrobu polystyrénu

Katalyzátor:  $AlCl_3$

---

Odporúčame aj:

<http://www.catalysis-ed.org.uk/> stránky CIEC (*Chemical Industry Education Centre* pri Univerzite York) o katalýze

[Reguli, J. – Linkešová, M. – Slanicay, J. – Adamčík, V.: Katalýza. Trnava: PdF TU, 2005. ISBN 80-8082-012-0](#) dostupné na <http://pdf.truni.sk/> v sekcii elektronická knižnica

---

### **Kontrolné otázky**

Čo je to katalyzátor?

Kde všade sa stretávame s katalytickými reakciami?

Čo chápeme pod selektivitou katalyzátora?

Ako ovplyvňuje katalyzátor priebeh chemickej reakcie?

Ako ovplyvňuje katalyzátor rovnováhu chemickej reakcie?

Závisí rýchlosť reakcie od koncentrácie katalyzátora?

Od čoho závisí rýchlosť reakcie na heterogénnych katalyzátoroch?

Z akých krokov pozostáva heterogénna katalýza?

Čo je úlohou automobilového katalyzátora?

Čo sú to enzýmy? Kde sa nachádzajú?

Čo sú to inhibítory?

Akú reakciu označujeme ako autokatalytickú?

---

## 10. Nové materiály a nové technológie

Chémia nás neustále zásobuje novými zlúčeninami s novými vlastnosťami. Z týchto látok chemici a technológovia pripravujú nové materiály, s ktorými sa za krátku dobu stretneme v nových produktoch alebo sa stanú súčasťou nových technológií.

V tejto kapitole nebudeme podrobne preberať jednotlivé nové materiály, Uvedieme len niektoré príklady. Tieto, ako aj ďalšie materiály a technológie, si predstavíme v podobe študentských projektov. O kontroverzných témach, ako napr. geneticky modifikované potraviny, výskum a používanie kmeňových buniek alebo frakovanie a pod. si usporiadame debatu a podrobne prediskutujeme riziká a výhody ich využívania.

Automobily na hybridný alebo vodíkový pohon

Biodegradovateľné polyméry

Biokompatibilné polyméry – umelé tkanivá a kosti

Feromóny

Geneticky modifikované potraviny

Materiály s tvarovou pamäťou, „smart“ materiály

Nadkritické tekutiny

Nanomateriály – výhody a riziká spojené s ich použitím

Nové materiály pre nepriestrelné ochranné odevy

Nové materiály pre pamäťové médiá (gigantická magnetorezistencia)

Nové prístupy a postupy v liečbe rakoviny

Nové špeciálne textilné materiály, „funkčné odevy“

Nové žiarovky, žiarivky, LED-ky, LED na báze GaN, OLED

Pestovanie biopalív namiesto potravín

Polymérne kvapalné kryštály

„Smart“ materiály

Vodivé polyméry

Výskum kmeňových buniek, použitie pupečníkovej krvi

Vysokoteplotné supravodiče

---

# 11. Literatúra

HILL, J. W., McCREARY, T. W., KOLB D. K. *Chemistry for Changing Times*, 13<sup>th</sup> Edition. Pearson Education Limited, 2014. ISBN 978-1-292-02121-8.

*Chemistry in Context : Applying Chemistry to Society*. A Project of the American Chemical Society. 8th Edition. McGraw-Hill Higher Education 2014. ISBN 978-0-07-352297-5.

*Jadrová energia a energetika*. ISBN 978-80-87851-06-7 <http://www.simopt.cz/cz/digitalni-vydavatel/vlastni-vydane-tituly> alebo na <http://www.vuje.sk/sk/ekniha-jadrova-energia>.

MELNÍK, M. *Základy farmakológie*. Humenné : SPŠCHaP, 2005. 95 s.

*Obnoviteľné zdroje energie*. ISBN 978-80-87851-03-6 <http://www.simopt.cz/cz/digitalni-vydavatel/vlastni-vydane-tituly>.

ŠULCOVÁ, R. a kol. *Chemie se nezavíme*. Praha : Nakladatelství P3K, 2014. 107 s. ISBN 978-80-87343-43-2.

VALÍŠEK, J. *Chemie potravin 1, 2,3*. OSSIS, Tábor 2002, ISBN 80-86659-03-8(soubor).

*Visions : Časopis o ľuďoch, technológiách a inováciách*. [www.visions.sk](http://www.visions.sk), česká verzia: <http://www1.siemens.cz/visions/>.



---

## OBSAH

<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Látky a „chemikálie“</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Čistiace prostriedky</b> .....	<b>10</b>
Javy na povrchu a na styku kvapalín .....	10
Mydlo.....	12
Syntetické tenzidy .....	14
Zloženie pracích prostriedkov .....	15
Prostriedky na umývanie riadu .....	16
Avivážne prostriedky .....	17
Bielidlá .....	17
Iné čistiace prostriedky .....	17
Ďalšie „chemikálie v domácnosti“ .....	18
<b>3. Kozmetika</b> .....	<b>21</b>
Čo sú kozmetické prípravky? .....	21
Zložky kozmetických výrobkov .....	22
Pleťové krémy a vody .....	24
Zubné pasty .....	27
Parfumy, kolínske vody a vody po holení.....	28
Vlasová kozmetika .....	29
<b>4. Liečivá</b> .....	<b>33</b>
Farmakológia .....	34
Názvy liekov.....	34
Vývoj nových liečiv .....	36
Prehľad skupín liečiv podľa ich účinku .....	40
Nesteroidné protizápalové liečivá NSAID.....	42
Chémia a bežné prechladnutie.....	44
Antacidá.....	45
Antibakteriálne liečivá .....	45
Vírusy a antivírusové liečivá .....	46
Chemikálie proti rakovine .....	47
Hormóny: regulátory .....	48
Lieky na srdce .....	50

---

Lieky a myseľ .....	51
<b>5. Chemikálie v poľnohospodárstve .....</b>	<b>64</b>
Hnojivá.....	64
Prostriedky proti škodcom – pesticídy .....	66
<b>6. Prídavné látky v potravinách .....</b>	<b>72</b>
Bezpečnosť a regulácia potravinárskych aditív .....	72
Rozdelenie aditív podľa funkcie .....	75
Látky predlžujúce trvanlivosť .....	76
Látky upravujúce chuť a vôňu .....	82
Látky upravujúce farbu.....	93
Látky upravujúce textúru .....	97
Látky upravujúce biologickú hodnotu .....	101
Ďalšie prídavné látky .....	103
<b>7. Polyméry, plasty.....</b>	<b>106</b>
Vlastnosti plastov .....	108
Základné rozdelenie plastov.....	109
Adičné polyméry – termoplasty .....	110
Elastoméry – kaučuky.....	115
Kondenzačné polyméry.....	117
Kompozitné materiály .....	120
Silikóny .....	120
Plasty a móda .....	121
Hospodárenie s odpadmi .....	121
Nové druhy plastov .....	124
<b>8. Energia, palivá .....</b>	<b>127</b>
Fosílna palivá – uhlie, ropa a zemný plyn.....	128
Elektrárne .....	134
Obnoviteľné zdroje energie.....	136
Galvanické články – batérie, akumulátory .....	145
<b>9. Katalýza.....</b>	<b>152</b>
Enzýmová katalýza .....	159
<b>10. Nové materiály a nové technológie .....</b>	<b>163</b>
<b>11. Literatúra.....</b>	<b>164</b>

---

Ján Reguli, Ivona Paveleková

**SPOTREBITEĽSKÁ CHÉMIA**

Vydala Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave  
v roku 2015

ISBN 978-80-8082-861-5

EAN 9788080828615

Cieľom Spotrebiteľskej chémie je príprava chemicky gramotných učiteľov chémie. Autorita učiteľa chémie súvisí s jeho schopnosťou odpovedať na otázky žiakov, zvedavých ako fungujú rôzne veci, s ktorými sa stretávajú a o ktorých si myslia, že majú chemickú podstatu. Učiteľ chémie by mal poznať podstatu fungovania nielen čistiacich prostriedkov, kozmetických prípravkov, liečiv, hnojív a pesticídov, ale aj katalyzátorov, bez ktorých sa nezaobíde takmer žiadna chemická alebo potravinárska výroba. Spotrebiteľská chémia sa popri spomenutých témach zaoberá aj plastmi a tiež zdrojmi energie – fosílnymi i obnoviteľnými.

ISBN 978-80-8082-861-5

EAN 9788080828615