

chemických látek ve prospěch lidského zdraví a životního prostředí. Ve Spojených státech amerických je hlavním regulačním orgánem Environmental Protection Agency (EPA). V roce 2007 vstoupila v platnost směrnice REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), která zjednodušuje a zlepšuje dřívější legislativní rámec pro chemické látky v Evropské unii a činí průmysl odpovědným za stanovení a vyhodnocení rizik chemikálií a ukládá mu povinnost, aby uživatelům poskytl informace o látkách, které vzbuzují mimořádné obavy. Na kandidátské listině látek vzbuzujících mimořádné obavy figuruje dle ECHA aktuálně 250 chemikálií. Na seznam jsou látky průběžně přidávány, naposledy přibily tři nové 25. 6. 2025. Dvě nově přidávané látky (1,1,1,3,5,5,5-heptamethyl-3-[(trimethylsilyl)oxy]trisiloxan a decamethyl-tetrasiloxan) jsou velmi perzistentní a bioakumulativní. Používají se například v kosmetice, výrobách osobní péče a v automobilových produktech. Třetí látka (reactive brown 51) je toxická pro reprodukci a používá se v textilních přípravcích a barvivech (5).

## Obecné vlastnosti endokrinních disruptorů

Endokrinním disruptorem je látka, která jakýmkoliv způsobem ovlivňuje endokrinní systém. Přesná definice podle Environmental Protection Agency (EPA) definuje ED jako exogenní látku, která zasahuje do syntézy, sekrece, transportu, vazby, akce nebo eliminace přirozených hormonů zodpovědných za udržování homeostázy, reprodukci, vývoj a/nebo chování. Dnes pod tento pojem spadá několik tisíc látek. Podobně jako hormony mohou ED účinkovat ve velice malém množství (1). Během více než třiceti let se objevily i další možné definice např. bližší široké veřejnosti, tato však ED charakterizuje asi nekomplexněji. V životním prostředí se vyskytuje souběžně velké množství ED. Lidský organismus proto není vystaven působení jen jedné chemikálie, ale spíše koktejlů různých látek, které mohou v těle člověka vykazovat aditivní nebo dokonce synergické účinky. Mnohé z disruptorů jsou velmi perzistentní, akumulují se v potraviním řetězci a také v lidském organismu, zejména v tukové tkáni. Jiné ED se naopak rychle rozkládají, a mohou tak působit jen po omezenou dobu. Důležitý v případě disruptorů je věk v době expozice. Vystavení se působení ED v dospělosti může mít zcela odlišné důsledky než expozice během vývoje. U dospělých je zpravidla potřeba vyšší hladina ED pro toxické působení na organismus. Naopak během vývoje organismu stačí nízká dávka po kratší dobu, která může mít trvalé následky až do dospělosti, kdy už ED v těle přítomen být nemusí (3). Zvláště citlivá jsou vývojová období intrauterinní a pubertální. Většina ED jsou lipofilní povahy a mohou se akumulovat v tukové tkáni. Další nebezpečnou vlastností těchto látek je již výše zmíněný aditivní i synergický efekt (4).

Nejznámějšími látkami, které zasahují do endokrinního systému, jsou bisfenoly (především bisfenol A – BPA), polychlorované bifenoly (PCB), dioxiny, ftalátové estery, fytoestrogeny, parabeny a většina pesticidů, herbicidů a insekticidů (2).

## Vybrané skupiny ED

### Bisfenoly

Jedním z nejrozšířenějších a nejvíce v současnosti diskutovaných ED je bisfenol A (BPA). Je obsažen v polykarbonátových plastech (v ostat-

ních plastech nikoliv), dále pak např. v epoxidových pryskyřicích, kterými bývá potažen vnitřek plechových nádob, v dentálních výplních či ve stvrzenkách z pokladen (6). BPA byl původně vyvinut jako syntetický estrogen pro lékařské účely. Až později začal být používán jako stavební kámen při výrobě plastových hmot, ze kterých se uvolňuje především se vzrůstající teplotou a změnami pH. Kromě dobře známých estrogenních vlastností spojenovaných s problémy s plodností se BPA váže na estrogenem příbuzný receptor- $\gamma$ , hraje roli v rozvoji syndromu polycystických ovarií na několika úrovních v rámci metabolismu testosteronu, dále interferuje s dráhami hormonů štítné žlázy a ovlivňuje regulační procesy v metabolismu a kontrole funkce adipocytů. Vazby na receptory byly pozorovány již při malých koncentracích srovnatelných s koncentracemi endogenních hormonů (6). V souvislosti s objevením negativních účinků BPA bylo jeho používání redukováno, a to obzvláště u plastových výrobků určených pro kojence a děti („BPA free plasty“). V prosinci 2024 Evropská komise zakázala použití BPA v obalech, které přicházejí do styku s potravinami či nápoji. Zákaz se týká například povrchové úpravy kovových plechovek, opakovaně použitelných plastových lahví na nápoje, chladicích zařízení na vodu a dalšího kuchyňského nádobí. Tento zákaz zahrnuje také alternativní bisfenoly, které v současnosti bývají náhražkou BPA, ale u kterých se také postupně prokazují negativní účinky (7). U většiny produktů je stanovena osmnáctiměsíční doba pro postupné stažení z trhu, aby měl průmysl čas se přizpůsobit a předešlo se narušení potravinového řetězce a budou poskytnuty pouze velmi omezené výjimky pro používání bisfenolů tam, kde neexistují žádné alternativy (8).

### Ftaláty

Ftaláty jsou skupinou chemikálií, které se používají ke zlepšení pružnosti, ohebnosti a elasticity plastových výrobků, jsou známé pod označením plastifikátory nebo také změkčovadla plastů. Často se používají ke změkčování polyvinylchloridu (PVC), který se používá k výrobě široké palety spotřebních produktů (hračky, oblečení, obuv, sportovní a rekreační vybavení atd.). Z těchto výrobků se ftaláty bohužel snadno uvolňují. Nízkomolekulární ftaláty jsou přidávány do mnoha kosmetických produktů, jako jsou například laky na nehty, aerosolové rozprašovače (deodoranty, laky a tužidla na vlasy), gely na vlasy a mnohé další (4). Z důvodu značné toxicity bylo používání vybraných ftalátů v některých spotřebitelských produktech zakázáno (především výrobky pro děti a kosmetické výrobky). Jako méně toxická náhrada zakázaných ftalátů byla v roce 2022 na trh uvedena kyselina 1,2-cyklohexandikarboxylová (DINCH), jejíž negativní účinky na lidský organismus jsou nicméně zdrojem mnoha diskuzí (9). Expozice ftalátům je v literatuře spojena s rozvojem metabolických onemocnění, jako jsou obezita a diabetes mellitus 2. typu (DM 2), kardiovaskulárních onemocnění a také s poruchami reprodukčních funkcí (3).

### Parabeny

Parabeny jsou široce používané jako antimikrobiální látky a konzervanty především v kosmetických a farmaceutických produktech.