

Včelí vosk – složení a využití

Antonín Přidal

Pod pojmem vosk je zahrnuto velké spektrum látek jak rostlinného tak živočišného původu. Člověk vyrábí syntetický vosk z ropných derivátů (tzv. parafín). Přírodní vosky jsou však velmi bohatou směsí různých mastných kyselin s dlouhým řetězcem a jejich esterů. Každý přírodní vosk je proto unikátní látkou se specifickými fyzikálními i chemickými charakteristikami, které určují možné použití vosku. Zejména vosk včelí (dále jen vosk) má mimořádně široké spektrum využití v různých oblastech lidské činnosti a zaujímá tak významnou pozici mezi vosky.

Vosk je včelám, podobně jako med, odebíráán člověkem už několik tisíc let. Některé skalní kresby jsou vytvořeny také ze včelího vosku (BIRSHTIEN et al., 1976). Mumie v Egyptě byly baleny do zábalů se včelím voskem (BENSON et al., 1978). Do objevení žárovky byly svíce ze včelího vosku jediným nástrojem k iluminaci slavnostních náboženských obřadů. Kromě toho, že se z něj vyráběly destičky pro psaní, sloužil vosk především k výrobě svíček.

Původ a vznik včelího vosku

Vosk je vylučován žláznatým epitelem, nacházejícím se na 3. až 6. sternitu zadečku dělnic, na tzv. voskových zrcátkách. Každá jednotlivá sekreční buňka má svůj sekreční vývod na povrch voskových zrcátek, kde sekret rychle tuhne do tvaru jemné voskové šupinky. Vosková šupinka je přidržována distálním koncem předchozího tergitu tak, jako by byla zasunutá do kapsy. Včela ji pak vytáhne a nohama si ji posune ke kusadlům, kde ji rozmělnuje na vláčnou hmotu, kterou pak přidává ke vznikajícímu včelímu dílu. Hmotnost jedné šupinky 0,5 mm silně se pohybuje mezi 0,8 až 2 mg. Přičemž 1 kg včel produkujících vosk může vytvořit až 0,5 kg vosku. Při snůšce 50 g nektaru za 24 h vyprodukuje 1 kg včel 71 g vosku; při 250 g nektaru je to 116 g vosku za den.

Vosk produkují i ostatní druhy rodu *Apis*, ale tento článek se bude zabývat převážně voskem včely medonosné (*Apis mellifera*, Linnaeus, 1758). Vosk asijských druhů včel, tzv. ghedda vosk, je sice velmi podobný vosku včely medonosné, ale některé jeho charakteristiky jsou odlišné. Kosmetický průmysl se proto orientuje především na vosk včely medonosné.

Tab. 1 – Fyzikální parametry a charakteristika včelího vosku

Parametr	Hodnota	Poznámka
Bod tání	62 – 65 °C	bělený vosk 60 – 70 °C
Bod tuhnutí	60 – 63 °C	o něco nižší než bod tání, což je pro přírodní látky a jejich směsi typické
Specifická hmotnost	0,958 – 0,966 g·cm ⁻³	při 15 °C [v bodě tání a tuhnutí dochází k prudkým změnám vzhledem k objemové roztažnosti vosku]
	0,905 g·cm ⁻³	v bodě tání
	0,8350 g·cm ⁻³	rozpuštěný
Smrštění vosku při tuhnutí	8,11 %	u parafínu jen 4,50 %
Index lomu	1,4398 – 1,4451	při 75 °C; pro srovnání s jinými vosky se hodnoty extrapolují na 40 °C
Dielektrická konstanta	2,9	včelí vosk je vynikající izolant díky vysoké dielektrické konstantě a výrazným hydrofóbním vlastnostem
Konzistence	Včelí vosk je plastickou a tvárnou hmotou již při pokojové teplotě (nejlépe tvárnou je při 35 °C). Konzistence, viskozita a pevnost vosku se značně mění s teplotou. Při teplotách blízkých nule a pod nulou se stává vosk velmi křehký! Stejně tak působí na vosk jeho bělení.	
Barva	Panenský vosk (tj. z nezaploďovaných plástů) je téměř bílý či jen slabě nažloutlý. Včelí dílo v úle s postupujícím věkem tmavne. Na tento jev působí přibývající nečistoty ve včelím díle (exuvie, zámotky, výkaly larev, pylová zrna), ale také difundující barviva zejména z pylu. Nejvíce barví pylová zrna slunečnice, řepky, smetánky a dokonce máku (obsahují vysoký podíl v tuku rozpustných barviv). Tmavý vosk z Kuby je zabarvený barvivou pylu tabáku.	
Rozpustnost	Ve vodě je vosk nerozpustný (obsahuje maximálně 0,5 % vody). Za studena se nejlépe rozpustí v chloroformu, acetonu, benzenu a pyridinu. Za tepla v etanolu, metanolu, izoamylalkoholu a petroléteru.	

Dokonce existují i rozdíly ve složení vosku od různých plemen včely medonosné. Kosmeticky nejcennější je prý vosk z Afriky – od afrických plemen včely medonosné.

Fyzikální vlastnosti včelího vosku

Vosk je velmi tvárná chemicky inertní látka, v ruce lze vosk lehce hníst. Na omak vosk není mastný a nelepí se ani při stisku mezi zuby. Na lomu vytváří charakteristický lasturovitý povrch. Detailně jsou fyzikální vlastnosti vosku uvedeny v tabulce 1.

Chemické složení včelího vosku

Vosk včely medonosné obsahuje až 284 různých složek (tab. 2). Ne všechny z nich byly identifikovány, ale asi 111 z nich jsou látky těkavé (TULLOCH, 1980). Nejméně 48 složek tvoří výslednou vůni vosku (FERBER & NURSTEN, 1977). Z kvantitativního hlediska jsou nejvýznamnější nasycené a nenasycené monoestery a diestery nasycených a nenasycených uhlovodíků, volných mastných kyselin a hydroxypolyesterů. V tabulce 2 jsou uvedeny proporce jednotlivých složek. Bylo zjištěno 21 složek, které tvoří více než 1% podíl vosku. Dohromady tvoří 56% podíl vosku; hlavními složkami jsou alkylestery mastných kyselin (asi 72 %, zejména myricylester

kyseliny palmitové); hlavní kyselinou je kyselina cerotová a neocerotová; hlavními alkoholy jsou myricylalkohol a cerylalkohol. Zbylých 44 % vosku tvoří minoritní komponenty, které se však významně podílejí na fyzikálních vlastnostech vosku.

Zahřívání vosku při 100 °C po dobu 24 h výrazně mění jeho chemické vlastnosti. Mění se poměr mezi estery a kyselinami až za hodnoty typické pro včelí vosk. Dlouhodobé zahřívání či vysoké teploty vedou také k prudkému snížení obsahu uhlovodíků (TULLOCH, 1980). Dále výrazně klesá obsah těkavých látek. Tyto chemické změny vedou následně ke změnám fyzikálních vlastností vosku. Bělený vosk ztrácí většinu svých aromatických a minoritních složek.

Ve vosku byly zjištěny také rostlinné růstové stimulanty: myricylalkohol (WENG et al., 1979), triakontanol (DEVAKUMAR et al., 1986), gibberellin GA3 (SHEN & ZHAO, 1986) a steroidy řepkového oleje (JIANG, 1986). V čerstvě vyloučených voskových šupinkách *Apis mellifera sapenses* bylo zjištěno alespoň 11 proteinů. Ve včelím díle *Apis mellifera scutellata* a *Apis mellifera capensis* pak bylo zjištěno proteinů 13 (Kurstjens et al., 1990).

Složení ghedda vosku asijských druhů rodu včel je jednodušší (PHADKE et al.,

1969, 1971; PHADKE & NAIR, 1970, 1973; NARAYANA, 1970).

Využití včelího vosku

Včelí vosk byl označen jako nezávadný pro lidskou konzumaci a bylo schváleno jeho případné použití jako příměsi potravin (USA, 1978). Nemyslí se tím, že by vosk (jak známo nestravitelná látka) měl být přímou součástí lidské výživy, ale pouze jako její aditivum. Nejznámější je forma plástečkového medu, i když v tomto případě se vosk pouze žvýká a nepolyká. Vosk je inertní, tzn. že nedochází k interakci mezi trávicím systémem člověka a voskem. Vosk tak projde zaživacím traktem bez sebemenších vedlejších účinků.

Jelikož je vosk především inertní látkou, jsou jeho přímé účinky na organismy minimální. Jeho nepřímé účinky však mohou být velmi výrazné. Například vosk má výraznou ochrannou funkci – často se používá k peletaci. Například ochranný film na povrchu ovoce proti jeho vysychání či lidské pokožce proti alergeni. Dokonce se včelím voskem peletovalo pyrethrum při ochraně rostlin přímo v polních porostech a docílilo se tak jeho zpomaleného odpařování, které je jinak velmi rychlé a účinnost je tak nízká (AHMED et al., 1976). Vosk zmydelněný boraxem je vynikající směs – velmi stabilní a jemná emulze pro farmaceutické a kosmetické účely. V medicíně se využívá vosk jako vehikulum do některých injekčních aplikací a v neurochirurgii je včelí vosk hlavní složkou sterilní směsi (Horsleyho vosk) používané k zatmění krvácejících cévek v lebeční klenbě při kra-

niotomii. Některé studie potvrzují, že vyšší primární alkoholy ze včelího vosku jsou účinné při vředové terapii (CARBAJAL et al., 1995).

Voskem se potahují tablety či jiné formy léků s cílem zmírnit intenzitu jejich rozpouštění, a tak uvolňování účinné látky během průchodu trávicím traktem. Rovněž tablety ve směsi se včelím voskem jsou podstatně pomaleji rozpouštěny. Výsledkem je, že daná účinná látka se pak nachází v krvi v nižší hladině, ale podstatně delší dobu (LEE & LEE, 1987).

Žvýkání tmavých plástů (ale ne černých plodových plástů) i bez medu, plodu či pylu je účinné proti nachlazení. U vosku byly pozorovány i protizánětlivé a antioxidační účinky, i když velmi slabé. Doporučuje se často žvýkat víčka po odvíčkování plástů, kde byly zjištěny antivirální účinky (MAKSIMOVA-TODOROVA et al., 1985). Všechny tyto účinky pocházejí s největší pravděpodobností z příměsi propolisu.

Směs rovných dílů medu a vosku se doporučuje při ošetření prasklých kopyt či potíží s paznehty. Aplikuje se přímo v obvazech na porušená místa po jejich důkladném očištění.

Další využití:

- kovy potažené voskem korodují velmi pomalu. Toho se využívá např. při výrobě zbraní.
- rovněž se vosk používal a dodnes používá při ozdobném zpracování kovů (rytectví, zlatnictví a jiné umělecké předměty z kovu).
- vosk je velmi dobrý elektrický izolátor, čehož se využívá v elektronice.

- impregnace a leštění dřeva a kožené obuvi.
- součást speciálních nátěrových laků a štěpařských vosků.
- v posledních deseti letech se i u nás rozmohla velmi výrazně spotřeba vosku na výrobu svíců různých tvarů a s různými ornamenty. Výroba začínala jednoduchým svinováním mezistěn a dnes se vyrábí běžně svíčky lité do forem.
- kosmetický průmysl. Unikátní vlastnosti včelího vosku dávají pevnost a vláčnost emulsním roztokům, usnadňují výrobu stabilních emulzí a zlepšují udržení vody v různých mastech a krémech. Tyto a další vlastnosti činí z vosku nenahraditelnou surovinu pro kosmetický průmysl. Tyto vlastnosti získají krémy už po přidání malého množství vosku, tj. 1 – 3% (COGGSHALL & MORSE, 1984). Včelí vosk nezlepšuje pouze konzistenci krémů, ale je zároveň důležitou součástí rtěnek, kterým dodává patřičný lesklý vzhled. Dále se vosk používá v deodorantech (až 35 %), depilačních přípravcích (až 50 %), do vlasových kondicionérů, očních stínů ap. Aby se vosk mohl dobře spojit s mastí či jinou emulzí, je třeba použít emulzifikátor. K tomu se běžně používá borax, ale i jiné emulzifikátory. Emulzifikace je založena na zmydelnění kyselin ve vosku, kdy výsledkem je technické mýdlo mísitelné s dalšími preparáty.
- V potravinářství se vosk kdysi využíval při balení, různých technikách zpracování a konzervaci potravin. V cukrářství se dokonce používal jako separační médium (RIBOT, 1960), v tabákovém průmyslu při výrobě cigaretových filtrů (NOZNICKLI & LIKWOH, 1967). Dnes však většina těchto aplikací byla nahrazena vosky syntetickými.
- Včelí vosk se však využívá při voskování papírových spotřebitelských balení džusů či dokonce medu. Záleží však na dané technologii, neboť i zde dochází k postupným náhradám. Včelí vosk nachází uplatnění zejména v domácnosti při maštění plechů pod různé druhy pečiva. Známé je zejména použití při vytírání pečicích plechů pod závorové pečivo, které je na připékání obzvláště náchylné. Je však třeba pamatovat na potenciální kontaminace vosku a využívat výhradně vosk potravinářský.
- Tam, kde včelí vosk nebyl nahrazen syntetickými vosky, se stále k impregnaci textilií a jejich batikování používá včelí vosk.

Tab. 2 – Chemické složení včelího vosku (TULLOCH, 1980)

Frakce	Podíl frakce (%)	Počet složek ve frakci		Poznámka
		hlavní	vedlejší	
Uhlovodíky	14	10 (5)	66	– nasycené uhlovodíky C ₁₃₋₃₃ (cca 66 %); – cis-alkeny C _{31,33} – rozvětvené uhlovodíky nemetabolizovatelné běžnými mikroorganismy
Monoestery	35	10 (7)	10	– hlavně kys. palmitová s C ₃₄₋₃₆ alkoholy
Diestery	14	6 (5)	24	– obsahují 15-hydroxypalmitovou kys. vázanou α, ω-1-diolu s palmitovou nebo nenasycenou kyselinou
Triestery	3	5	20	– obsahují 2 hydroxykyseliny nebo hydroxykyselinu s diolem uprostřed
Hydroxymonoestery	4	6 (1)	20	– estery diolu s kyselinou nebo hydroxykyselinou s jednosytným alkoholem (C _{40,52})
Hydroxypolyestery	8	5	20	– hydroxypolyestery mají větší molekulovou hmotnost a délku řetězce
Estery kyselin	1	7	20	– hl. estery kys. 15-hydroxypalmitové s C ₂₇₋₂₉
Polyestery kyselin	2	5	20	– dtto, ale řetězec je delší
Volné kyseliny	12	8 (3)	10	– hlavně C ₂₄ , méně C ₂₆ a C ₂₈
Volné alkoholy	1	5	?	
Neidentifikované	6	7	?	
Celkem	100	74	> 210	

Poznámka: Hlavní složky jsou ty, které tvoří více než 1 % z dané frakce. Číslo v závorce udává počet frakcí tvořících alespoň 1 % ze všech frakcí vosku. Vedlejší složky tvoří méně než 1 % dané frakce.

Ing. Antonín Přidal, Ph.D.,
MZLU v Brně