Vosk nad zlato

VÚVč Dol, 2017

Vosk nad zlato

certifikovaná metodika

Metodika vznikla s podporou Technické agentury České republiky
jako plánovaná publikace výsledků projektu číslo TA04020318
Polymerní a nanočásticové technologie pro moderní udržitelné včelařství.
Certifikovaná metodika čj..2188/2018 – MZE – 16232

Autorský kolektiv:
Dalibor Titěra, František Kamler, Ondřej Procházka (Výzkumný ústav včelařský, s.r.o.)
Peter Černoch (Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.)
Pavel Hyršl (Masarykova universita Brno)

Lektorovali:
Ing. Petr Krejčík, Oddělení rybářství a včelařství, Ministerstvo zemědělství ČR
Doc. Ing. Jaroslav Havlík, Ph.D. , Česká zemědělská univerzita v Praze

Vydal: Výzkumný ústav včelařský, s.r.o., 2017

ISBN 978-80-87196-25-0 (print)
ISBN 978-80-87196-34-2 (epub)
ISBN 978-80-87196-35-9 (mobi)

Obsah

1) Cíl metodiky
2) Vlastní popis metodiky
    Jak včelí vosk vzniká
    Chemické složení a fyzikální vlastnosti
    Produkce vosku na včelnicích
    Získávání vosku
    Výroba mezistěn
    Co ohrožuje kvalitu vosku
    Kontrola kvality včelího vosku
    Tradiční postupy čištění vosku
    Nové možnosti technologie čištění
    Postup návratu čištěného vosku do včelařského provozu
    Produkce potravinářského vosku
    Příklady využití včelího vosku mimo včelařství

3) Prohlášení o poskytovateli dotace na projekt a projektu, v rámci kterého metodika vznikla
4) Zdůvodnění, čím je navrhovaná metodika nová
5) Popis uplatnění metodiky, informace pro koho je určena a jakým způsobem bude uplatněna
6) Seznam použité související literatury
7) Seznam publikací, které předcházely metodice a byly publikovány
8) Přílohy

1. Cíl metodiky

Včelí vosk je jedinečná surovina potřebná pro moderní chov včel a mnoho dalších aplikací. Kvalita včelího vosku je ohrožena chybami při manipulaci s ním, ale též záměrným falšováním.
Cílem metodiky je informovat producenty i uživatele včelího vosku, jak s voskem zacházet, a jak poznat a udržet jeho neporušenou kvalitu.
Předložená metodika shrnuje technologii zpracování včelího vosku u chovatelů včel a následných zpracovatelů vosku.
Je představena v projektu nově vyvinutá metoda odstranění nežádoucích příměsí z vosku katexovou filtrací.

2. Vlastní popis metodiky

Jak včelí vosk vzniká

Vznik včelího vosku zajímal lidi už odedávna, ve starověku se nad ním možná zamýšleli více než dnes. Řecký filozof a učenec Aristoteles věřil, že včelí vosk pochází z květů, a tento názor se udržel až do doby renesance. V roce 1744 německý přírodovědec H. C. Hornbostel publikoval stať o tom, že včely vosk vytvářejí samy. Tento poznatek však byl otištěn v nepříliš známém časopise, a proto zůstal nepovšimnut dalších padesát let. Teprve J. Hinter (1792) a F. Huber (1812) zopakovali tato pozorování a první přesný popis vyměšování vosku publikoval teprve v roce 1903 německý biochemik L. Dreyling. Dnes je již znám i postup syntézy včelího vosku v organismu včel.
Včelí vosk se tvoří ve voskotvorné žláze včely. Jejím vnějším zakončením jsou vosková zrcátka, která jsou párově umístěna na 3., 4., 5. a 6. zadečkovém článku včelích dělnic, trubci ani matky voskotvorné žlázy nemají. U vylíhlých včel není tato žláza ještě zcela vyvinuta, naplno začíná pracovat kolem 12. dne života včely, nebo i později. Vytváření vosku je zapojeno do celkového metabolismu tukových látek v těle včely, proto mají na vznik vosku velký vliv tuková tělíska v zadečku včely. V nich vznikají zásobní tukové látky a také se v nich ukládají. Na metabolismus z tukových tělísek jsou napojeny tzv. oenocyty. To jsou zvláštní buňky, které se vyskytují v tukových tělískách a v hemolymfě. Zde dochází k biochemickým přeměnám látek na uhlovodíky, mastné kyseliny, estery mastných kyselin a alkoholy, tak jak je nacházíme ve vosku. Produkty metabolismu oenocytů jsou přímo převáděny do voskových žláz, odkud jsou četnými kanálky vytlačovány na povrchová zakončení, tzv. vosková zrcátka. Vzniklé voskové šupiny jsou ploché oválky asi 1 mm velké a váží okolo 0,8 mg. Na l kg vosku je jich zapotřebí 1,25 milionu.
Při těchto složitých metabolických přeměnách má velký význam acetyl-koenzym A, jehož složkou je i kyselina pantotenová, obsažená v hojné míře např. v mateří kašičce.
Energii potřebnou k těmto pochodům získávají včely z medu. Spotřeba medu na vznik l kg vosku byla ověřována již mnohokrát, výsledky jednotlivých autorů se od sebe výrazně liší. Sestavíme-li bilanci založenou na energetické hodnotě včelího vosku (10,15 kcal na g) a energetické hodnotě sacharózy (4,18 kcal na g), zjistíme, že na l kg vosku je teoreticky potřeba 2,4 kg cukru. Po přepočtu na med s obsahem vody 17 % se toto množství zvýší asi na 2,8 kg medu. Ani v přírodě nebývá dosahována 100% účinnost biochemických přeměn, proto bude nezbytné množství medu větší minimálně o jednu třetinu.
Tyto teoretické údaje byly potvrzeny i praktickými pokusy. Když si někteří chovatelé včel v minulosti přečetli, že včely na kilogram vyprodukovaného vosku spotřebují 3 kg medu, nabyli mylný dojem, že omezením stavby plástů získají med navíc. I v novější době byly takto motivovány některé pokusy o zavádění plástů z plastů. Tato kalkulace je ovšem chybná, protože voskové plásty tvoří nepominutelnou součást včelstva. Produkce vosku je naprosto přirozená, včely neoslabuje a není na úkor výnosu medu, spotřeba medu na tvorbu vosku představuje v celkovém ročním obratu medu ve včelstvu jen několik málo procent.
Jakou úlohu hraje při tvorbě vosku pyl? Je pravda, že vosk je složen převážně z uhlovodíků a bílkoviny neobsahuje. Pyl jako jediný zdroj bílkovin v potravě včel je ale potřeba pro rozvoj a správnou funkci všech žláz v těle včely, tedy i žláz voskových. Dobře živené včely produkují v době dostatku pylu mnohem více vosku než v obdobích jiných, kdy proteiny pro funkci žláz čerpají jen ze svých tělesných rezerv.
(Obr. 1 Přirozená stavba včel)

Chemické složení a fyzikální vlastnosti

Chemické vlastnosti vosku

Včelí vosk je velmi složitá směs uhlovodíků, esterů vyšších mastných kyselin s vyššími alkoholy, volných mastných kyselin, sterolů, barviv a aromatických látek. Uhlovodíky obsažené ve vosku mají vždy lichý počet uhlíkových atomů. Alkoholy (monohydroxyalkoholy) s jednou alkoholickou skupinou a dioly se dvěma alkoholickými skupinami, kyseliny a hydroxykyseliny mají vždy sudý počet uhlíků.

V literatuře se uvádí toto složení přírodního včelího vosku: 72 % esterů kyselin s alkoholy (myricylpalmitát, myricylcerotát, myricylpalmitoleát aj.), 0,8 % esterů cholesterolu s palmitolejovou kyselinou, 0,6 % laktonů, 13–13,5 % volných kyselin (cerotová, montanová, melissová a neocerotové), 12–12,5 % uhlovodíků (hlavně nonakosan a hentriakontan), 1–2 % vody.

Aromatické látky jsou ve včelím vosku jen v nepatrném množství. Jejich chemické složení bylo zjištěno teprve nedávno, jsou to estery nižších mastných kyselin. Aroma včelího vosku je silně závislé na jeho původu a zpracování, proto se jednotlivé druhy vosku tolik liší. Vosk pohlcuje také aromatické látky z nektaru a pylu.

Aby bylo možné charakterizovat různé vosky a vzájemně je porovnat, neprovádí se zpravidla kompletní chemický rozbor, ale stanovují se vybrané hodnoty.

Číslo kyselosti udává obsah volných mastných kyselin ve vosku. Je to množství hydroxidu draselného v miligramech potřebného k neutralizaci kyselin přítomných v l g vosku.

Číslo esterové udává obsah esterů mastných kyselin s alkoholy ve vosku. Je to množství hydroxidu draselného v miligramech potřebného ke zmýdelnění esterů obsažených v l g vosku.

Číslo zmýdelnění je součet čísla kyselosti a čísla esterového.

Číslo jódové je mírou chemické nenasycenosti sloučenin obsažených ve vosku. Udává se v množství halogenu počítaného jako jód (vyjádřeno v procentech), které se naváže na nenasycené vazby v uhlíkatém řetězci sloučenin za určitých podmínek.

Číslo acetylové udává obsah hydroxylových skupin (alkoholů), které lze acetylovat anhydridem kyseliny octové. Jsou to miligramy hydroxidu draselného potřebné k neutralizaci kyseliny octové uvolněné zmýdelněním l g acetylovaného vosku.

Číslo Büchnerovo udává množství 0,1 N hydroxidu draselného potřebného k neutralizaci kyselin v 5 g vosku rozpustných v 80% alkoholu. Používá se k zjištění kyseliny stearové ve vosku.

Nezmýdelnitelný podíl tvoří veškeré látky ve vosku, které nereagují s alkoholickým roztokem hydroxidu draselného a které jsou po zředění zkoušeného roztoku vodou extrahovatelné do éteru. Ve včelím vosku tvoří nezmýdelnitelný podíl směs alkoholů a uhlovodíků. Směs lze dále rozdělit rozpuštěním nezmýdelnitelného podílu ve směsi amylalkoholu s koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou, uhlovodíky vyloučí na povrchu roztoku alkoholů.

Číslo Hüblovo je poměr čísla esterového k číslu kyselosti.

Pro všechna tato stanovení jsou potřebné metody mezinárodně harmonizovány, aby bylo možné výsledky srovnávat.

Uvedené konstanty platí pro vosk včely *Apis mellifera* evropského nebo severoamerického původu. Některé africké vosky mají odlišné hodnoty chemických i fyzikálních konstant, např. vosk z Keni má číslo Hüblovo 3,6–4,2. Vosky včel asijského původu *A. dorsata, A. indica* a *A. florea*, které se označují ghedda, mají rovněž odlišné chemické složení, mají nízké číslo kyselosti (5,5–10,5) a vysoké číslo esterové (69–123), číslo zmýdelnění se od evropských vosků liší již méně.

Tabulka 1 Chemické vlastnosti vosků

Vosk	Číslo	Číslo	Číslo	Číslo	Nezmýdel-	Číslo	Číslo

	kyselosti	esterové	zmýdelnění	jódové	nitelný podíl	Hüblovo	Büchlerovo
Včelí vosk	17,5–21	67,5–78	85–100	7–14	48–56	3,4–4,1	2–6
Ghedda vosk	3,5–10,5	69–123	86–130	5–11	52–59	9,9–14,4	1,5–2,8
Parafín	–	–	–	–	100	–	–
Ceresín	–	–	–	–	100	–	–
Spermaceti	3–8	136–140	140–144	60–76	39–43	17–46	–
Japonský vosk	7–20	205–222	220–237	8–10	–	1,0–1,6	14–17
Karnaubský vosk	0,4–7	79–87	79–88	8–14	54–55	–	0,0–0,9
Ozokerit	–	–	–	–	100	–	–
Stearín	195–112	0–1,4	196–212	–	–	–	66–69
Lůj	5–10	185–191	195–196	36–37	–	19–38	1,1
Čínský vosk	0,2–1,5	77–92	78–93	1–2	49–50	–	–
Kandelila	10–20	40–55	50–65	12–21	65–75	2,0–5,5	–

Fyzikální vlastnosti vosku

Včelí vosk patří svou podstatou mezi plastické látky. Má některé vlastnosti jak pevných látek, tak kapalin. Je velmi tvárlivý již při pokojové teplotě. Tato jeho výborná vlastnost se výrazně zvyšuje s rostoucí teplotou.

Konzistence (tvrdost) vosku se objektivně měří pomocí tvrdoměrů. Tyto přístroje buď zjišťují sílu potřebnou k vtlačení kovového trnu do zkoumané látky na určitou vzdálenost, nebo se nechá kuželovitý hrot po přesnou dobu gravitačně zapichovat do vzorku a měří se hloubka vpichu. Viskozita vosku se měří po jeho roztavení. Konzistence tuhého a viskozita roztaveného vosku se značně mění s teplotou. U včelího vosku záleží stejně jako u většiny přírodních látek na jeho původu, tj. z jakých plástů byl získán a jakou technologií. Bělením se tvrdost vosku zvyšuje. Kvalitní vosky se vyznačují výrazným poklesem tvrdosti při úlové teplotě kolem 35 ºC.

Tabulka 2

Tvrdost (konzistence) vosku [°Sh] v závislosti na teplotě a původu (podle Wartha 1956)

Teplota °C	Vosk podle normy	Vosk ze starých plástů	Vosk bělený pentlením
-7	-	90	-
0	76	87	90
10	65	80	88
20	54	73	81
25	47	69	76
30	40	-	72

Čísla uvedená v tabulce jsou Shoreho stupně tvrdosti. Karnaubský vosk má podle stupnice Shoreho tvrdoměru při 20 °C tvrdost 100. Z uvedených čísel je zřejmé, že bělený vosk a vosk ze starých plástů má při úlové teplotě dost velkou tvrdost.

Bod tání. Včelí vosk je směsí několika látek s různým bodem tání, proto je tato fyzikální vlastnost vosku silně závislá na jeho chemickém složení. Žlutý včelí vosk má bod tání mezi

62–65 °C, u běleného vosku se pohybuje v širším rozmezí od 60 do 70 °C. Měření bodu tání je uvedeno v kapitole Kontrola jakosti vosku.

Bod tuhnutí. Včelí vosk má podobně jako celá řada tuků, plastických látek a směsí bod tuhnutí vždy o něco nižší než bod tání. Pouze přesně definované chemicky čisté látky mají totožný bod tání a tuhnutí. Bod tuhnutí včelího vosku bývá o l–3 °C nižší než bod tání, tj. v rozmezí 60–63 °C.

Unikátní a pro včelstvo nenahraditelné jsou i další tepelné vlastnosti včelího vosku. Specifické (měrné) teplo vosku je kolem 2,2 kJ/kg/K. Vosk má dobré tepelně izolační vlastnosti, ale plásty proniká infračervené záření. To má ve včelstvu význam při udržování mikroklimatu potřebného pro zdárný vývoj včelího plodu, tedy vajíček, larev a kukel.

Specifická hmotnost. Pravý včelí vosk je lehčí než voda. Jeho specifická hmotnost je vždy nižší než 1,0 g/cm^3. I tato veličina je silně závislá na teplotě, obvykle bývá vztažena na 15 nebo 20 °C. Při zahřívání látek dochází k jejich roztahování a poklesu specifické hmotnosti (výjimku tvoří voda). Také v bodu tání a tuhnutí dochází k prudké změně specifické hmotnosti vosku v souvislosti s prudkou změnou objemu vosku při této teplotě. Pohybuje se od 0,958 do 0,966 g/cm^{3}při 15 °C. Specifická hmotnost ztuhlého vosku v bodu tání je okolo 0,905 g/cm^3, roztaveného vosku při téže teplotě okolo 0,835 g/cm^3.

Koeficient objemové roztažnosti udává, o kolik se změní objem objemové jednotky vosku při změně teploty o l °C. U včelího vosku je to 0,00068 K^{-1} . Smrštění vosku při tuhnutí je 8,11 %.

Lom světla (refrakce). Tento fyzikální údaj říká, jak se změní rychlost světla při průchodu zkoumanou látkou vzhledem k rychlosti ve vakuu. V důsledku změny rychlosti světla dojde ke stočení světelného paprsku o určitý úhel, který se měří refraktometrem. Refraktometr pro měření vosku musí mít možnost temperace na vyšší teplotu, jednoduché refraktometry používané např. pro rychlé určení obsahu vody v medu vhodné nejsou. Refrakci vosku lze měřit jen v tekutém stavu, údaje se pak pro srovnání s jinými vosky přepočítávají na hodnotu platnou pro 40 °C. Refrakce včelího vosku se podle Wartha (1956) pohybuje v rozmezí 1,4434–1,4488 (při 65 °C), 1,4398–1,4451 (75 °C) a 1,4361–1,4415 (85 °C). Parafín a stearin mají refrakci výrazně nižší než včelí vosk.

Dielektrická konstanta. Včelí vosk je dobrým izolátorem elektřiny. Jeho izolační vlastnosti se podobně jako u jiných látek vyjadřují pomocí dielektrické konstanty. Toto číslo udává izolační schopnost dané látky ve srovnání se vzduchem za přesně definovaných podmínek. Čím je tato konstanta vyšší, tím lepším izolátorem je daná látka. Ze všech přírodních vosků, které lze použít v průmyslovém měřítku, má nejvyšší hodnotu včelí vosk.

Barva. Panenský včelí vosk je bílý nebo jen mírně nažloutlý. Nově vystavěné plásty však záhy mění barvu, tmavnou. Povlak pokrývající plásty je snadno rozpustný v acetonu za vzniku žlutých roztoků. Obsažená barviva se chemickým složením blíží karotenoidům, které dodávají např. mrkvi její typickou červenou barvu. Do vosku se tato barviva dostanou s pylovými zrny, která včely sbírají a ukládají do plástů pro svoji výživu. Silně barví vosk pyl ze slunečnice, máku a pampelišky, který dodává vosku jasně žlutou barvu. Jiné pyly, např. z vojtěšky, lnu či slézu vosk nezabarvují. Velmi tmavá barva vosků z Kuby i z celé karibské oblasti je způsobena pylem tabáku. Někdy lze v takovém vosku dobře poznat i tabákovou vůni. Na barvu vosku tak má nepřímo vliv i jeho zeměpisný původ, protože každá oblast má

typickou květenu a tím i včelí pastvu. Například včelí vosk z Jižní Ameriky a rovníkové Afriky bývá tmavý. Severoamerické a evropské vosky tvoří celou barevnou škálu od světle žluté až po tmavě hnědou barvu.
Později však na plástech vzniká černý pigment, který má s pylovými karotenoidy společného jen málo. Nejedná se o jednu látku, nýbrž o celou skupinu barviv a pigmentů. Chemickým rozborem pigmentů z vosku bylo zjištěno, že extraktivní tmavé látky patří do skupiny fosfoproteinů, tj. látek obsahujících vedle dusíku i fosfor.
Na tvorbu pigmentů ve vosku plástu má velký vliv nalepování různých látek v průběhu stárnutí plástů. Jsou to hlavně zbytky tzv. košilek po vylíhlém plodu. Každá včelí larva se během vývoje několikrát svléká. Mezi pátým a šestým svlékáním dojde u larvy k otevření konečníku a mezi košilky se dostanou i zbytky potravy, které také ovlivňují vznik pigmentů ve vosku. Se stářím plástů se košilky postupně hromadí na dně i na stěnách buněk, plásty získávají téměř černou barvu a neprosvítají ani proti světlu. Z takových plástů je nižší výtěžnost vosku a jejich zpracování je obtížnější.
Objektivně lze barvu vosku určovat srovnáním vzorku s barevnou stupnicí sestavenou podle určitých pravidel. K sestavení barevných stupnic se používají roztoky různých barviv.

Rozpustnost včelího vosku při pokojové teplotě je malá. Za studena je nejlépe rozpustný v chloroformu, acetonu, benzenu a pyridinu. Za tepla se dále dobře rozpouští v etanolu, metanolu, isoamylalkoholu a petroleteru. Ve vodě se včelí vosk nerozpouští, naopak je významná jeho schopnost odpuzovat vodu (hydrofobnost).

Tabulka 3 Fyzikální vlastnosti vosků

Vosk	Hustota g/cm^3 při 15 °C (*25 °C)	Bod tání °C	Bod tuhnutí °C	Index lomu/teplota °C	Dielektrická konstatnta
Včelí vosk	0,958–0,965	62–65	60–63	1,4398–1,4451/75	2,9
Ghedda vosk	0,956–0,973	61–67	60	1,4380/40	–
Parafín	0,880–0,950	49–62	–	1,2360–1,3080/75	2,10–2,16
Ceresín	0,890–0,960	57–73	–	1,3220–1,4220/75	2,20–2,40
Spermaceti	0,881–0,885	–	–	1,459/25	–
Japonský vosk	0,972–0,998 *	50–56	48–50	1,510–1,5450/40	–
Karnaubský vosk	0,990–1,001	80–86	80–87	1,4720/40	2,7–2,8
Ozokerit	0,907	64–65	61–63	–	–
Stearín	0,924–0,935	52–56	–	1,4299/40	–
Palmový vosk	0,992–0,995	102–105	–	–	–
Lůj	0,937–0,953	30–38	30–38	1,451/60	–
Čínský vosk	0,950–0,970	80–81	80–81	1,457/40	–
Kandelila	0,982–1,000	64–70	64–70	1,4558/70	2,4–2,6

Produkce vosku na včelnicích

Decimetr čtvereční panenského plástu postaveného bez mezistěny váží průměrně 11 gramů. Pokud včely staví na mezistěně, tvoří mezistěna asi 9 gramů a včely přidají ještě kolem 4 gramů vosku. Protože dno buněk plástů na mezistěnách zůstane silnější, než mají panenské plásty bez mezistěn, je celkový obsah vosku v takovém plástu větší, než v plástu přirozené

stavby, případně na stavebním rámku. Ne všechen se ale získá při zpracování. Dá se zhruba říci, že z deseti souší vytěžíme asi 1 kg vosku.
Na zavíčkování 1 dm^2 medu včely potřebují ještě asi 2-3 gramy vosku. Ten je částečně nově produkovaný a částečně recyklovaný z díla v nejbližším okolí víčkovaného plástu.

Při uplatňování zásad správné chovatelské praxe lze na včelnici vyprodukovat ještě další množství vosku, než ten, který získáme prostou výměnou starého díla za vložené mezistěny. Schováváme všechny odřezky, stavbu z podmetů a ze stavebních rámků.

V momentě, kdy máme nedostatek mezistěn, můžeme se rozpomenout na staré osvědčené triky s vkládáním vertikálně, horizontálně nebo šikmo přeříznutých mezistěn, které včely v době rozvoje bez problémů dostaví až do krajů dělničinou.

Významným zdrojem kvalitního vosku jsou víčka z medobraní. Při získání 100 kg medu se získá ve víčkách 0,7 až 1 kg kvalitního vosku. Známe provozy, u kterých je potřeba vosku na mezistěny kryta jen z víček po medobraní.

Ideální by bylo, měnit ročně alespoň třetinu všech plástů ve včelstvu. Ale i při výměně pouhých 5 plástů získáme zpět asi půl kilogramu vosku a dalších 10 gramů vosku bude z víček na každé kilo vytočeného medu. Toto množství vosku představuje víc než 10 mezistěn.

Při dobrém hospodaření je produkce vosku přebytková. Poslouží dalšímu rozvoji a může zůstat do rezervy. Naproti tomu velká produkce oddělků na prodej znamená značný odliv vosku z hospodářství a je nutno s tím počítat. Nákup vosku je, vzhledem k nejisté kvalitě vosku v obchodní síti, řešením nouzovým.

(Obr. 2 Třídění souší určených k vyváření)

Získávání vosku

Existuje velké množství způsobů, jak získávat vosk z plástů. Pojednáme pouze o těch nejproduktivnějších. Pokud chceme získat kvalitní vosk s vysokou výtěžností bez dodatečného napravování, musíme dodržovat následující zásady:
Teplý vosk nesmí přijít do styku se železem, mědí nebo zinkem, jinak ztmavne. Tvoří se nežádoucí sloučeniny kovů s mastnými kyselinami z vosku. Proto dbáme, aby nádoby a pomůcky neměly porušený smalt nebo pocínovaní. Nejlépe vyhovují pomůcky z nerezu, popřípadě plastů vhodných pro styk s potravinami nebo varného skla.

Pro vyváření souší a obecně pro tavení vosku používáme čistou měkkou vodu, například dešťovku. Destilovaná, resp. demineralizovaná voda (zdroj: drogerie, čerpací stanice) je nejlepší, ale dražší.
Při získávání vosku nemůžeme používat tvrdou vodu. Tvrdá voda způsobuje částečné zmýdelnění vosku a jeho další zpracování je obtížnější. Je nutné následné převaření v okyselené vodě. Při míchání roztaveného vosku s tvrdou vodou snáze dochází k tvorbě emulze. Ta se dá napravit tak, že se vysuší a roztaví opatrně bez vody.

Sluneční tavidlo

Sluneční tavidla jsou pohodlná na obsluhu, poskytují velmi kvalitní vosk, ale nemají dostatečnou výtěžnost. Vyplatí se zbytky přetavit ještě jednou v pařáku.

(Obr. 3 – 5 Sluneční tavidla)

Pařáky

Zařízení, kde se voští taví přiváděnou parou, nazýváme pařáky. Pařáky jsou konstruovány buď jako nádoby s dvojitým pláštěm, kde se vaří voda a pára jde horem do vnitřního prostoru, nebo jako vyhřívané či dobře izolované nádoby, kam se pára přivádí z vnějšího zdroje. Pařáky mají lepší výtěžnost, zejména pokud jsou opatřeny zabudovaným lisem. Při použití páry odpadá starost s tvrdou vodou.

(Obr. 6 Pařáky z počátku 20. století)
(Obr. 7 Moderní kopie Šedova pařáku)

Vařáky a lisy

Vařáky jsou kotle, kde se rozváří souše a další suroviny ve vařící vodě a vzniklá kaše se následně přendá do vyhřívané odstředivky nebo lisu, nejlépe také vyhřívaného. Lisy bývaly dříve pákové, později vřetenové, resp. šroubové, nyní i šnekové a robustní hydraulické. Při použití různých lisů je třeba dbát, aby vrstva lisovaného materiálu nebyla větší než 5 cm. Staří praktici přidávali do voskové kaše čistou slámu jako drenáž, čímž zvyšovali výtěžnost.
K nejpokrokovějším postupům patří vyvařování voští bez porušení drátkování rámků. Vařák musí být dost velký, aby se do něj vešel držák s několika plásty. Ten se potopí do klokotající vroucí lázně a během krátké chvíle je možné vytáhnout prázdné rámky s drátky. (Kotel této velikosti pojme i celý nástavek a může tedy sloužit i pro parafinování nástavků.)

Roztavený vosk necháme co nejpomaleji chladnout ve válcovité, lépe však konické, nádobě. Při pomalém tuhnutí sedimentují přítomné nečistoty na spodek koláče, kde se dají seškrábat. Pokud máme vosk známého původu a nemáme žádné pochybnosti o jeho pravosti, případně znečištění nežádoucími látkami, můžeme přistoupit mj. k výrobě mezistěn.

Výroba mezistěn

Výroba válcovaných mezistěn

Příprava suroviny

Veterinární předpisy nařizují každé komerční výrobně mezistěn provést dezinfekci vosku při teplotě 120 ºC po dobu jedné hodiny. Při výrobě mezistěn pro vlastní potřebu z vlastního vosku je to však jako prevence také velice užitečné. K tepelné dezinfekci je možno využít

duplikátory s olejovou náplní a elektrickým ohřevem. Duplikátor plníme voskem bez vody, nastavíme teplotu na 130 ºC a po ohřátí vypneme. Po zchladnutí na cca 80 ºC vosk můžeme použít k odlévání. Při teplotě nad 100 ºC z vosku uniká vázaná voda v množství asi 3 %. Někteří výrobci válců mají v metodice takové odvodnění předepsáno.

(Obr. 8 Duplikátor na odvodnění a dezinfekci vosku)

Příprava pásů

Příprava patří k nejnáročnějším operacím. Úkolem je připravit voskový pás o tloušťce 4 - 5 mm a minimální šířce rovnající se výšce požadované mezistěny nebo v případě výroby mezistěn do nízkých rámků jejímu dvojnásobku. Existuje několik systémů výroby válcovaných mezistěn, které se odlišují především v přípravě těchto pásů. Jedním je namáčení vlhké desky do sloupce tekutého vosku. Vysokou nádobu vhodného průměru naplníme tekutým voskem o teplotě kolem 70 °C. Do vosku ponořujeme několikrát za sebou, s krátkými pauzami na vychladnutí, vodou nasáklou desku, až se vytvoří potřebná tloušťka vrstvy vosku (cca 4 - 5 mm). Po vychladnutí voskový obal na boku desky odřízneme a sejmeme dva pásy vosku pro následné válcování. Výhodou tohoto postupu je jednoduchost procesu, nevýhodou je poměrně velké počáteční množství vosku a velký zbytek ve vysoké namáčecí nádobě. Tento způsob je vhodný pro včelaře, kteří mají ruční válce, spokojí se s kratšími pásy mezistěn a nevadí jim větší pracnost.

Dalším způsobem je odlévání pásů v korýtkách. Do plechových misek o šíři požadovaného pásu a délce cca 1 m naléváme vosk o teplotě kolem 70 °C do výše 4 - 5 mm. Misky před naléváním vytřeme separačním roztokem (viz níže). Důležité je, aby se vosk rovnoměrně v misce rozlil, především v příčném směru. Je nutné správně vystihnout teplotu vosku a misek tak, aby se vosk stačil rozlít. Tento způsob je vhodný pouze pro výrobu nízkých mezistěn, není vhodný pro šíře nad 17 cm. Ruční odlití širšího pásu o stejnoměrné tloušťce je prakticky nemožné.

(Obr. 9 Odlévání voskových desek do misek)

Odlévání desek

K tomuto nejproduktivnějšímu způsobu výroby voskových pásů potřebujeme hladké válce s měnitelnou vzdáleností mezi nimi. Na tomto zařízení se dají pásy válcovat opakovaně, postupně se ztenčují a prodlužují. Výrobcem válců byla např. firma bratří Švarců v Kolči u Prahy. V současné době tyto válce nikdo sériově nevyrábí, dají se občas získat z druhé ruky od dřívějších výrobců mezistěn. Současní výrobci nám dávají možnost využít hladké válce s konstantní mezerou cca 4 mm, které lze využít jen ke kalibraci voskových pásů o něco silnějších.

Desky odléváme do misek vytřených separačním roztokem. Před válcováním desky temperujeme na teplotu cca 40 °C ve vodní lázni nebo tepelné komoře po dobu cca 7 - 10 hodin tak, aby byly prohřáté v celé své tloušťce.

Válcování mezi hladkými válci

Odlité desky se mohou kalibrovat mezi hladkými válci s fixní mezerou nebo postupně válcovat na tenčí. U válců zajistíme dokonalé ovlhčení separačním roztokem. Po prvním protažení přiblížíme válce o 2 - 3 mm k sobě a protažení opakujeme. Desky při protahování mezi válci i při vlastním válcování mezistěn nemění svou šíři, ale pouze délku, stávají se z nich pásy. Ze získaných pásů můžeme nařezat díly široké jako požadovaná výška mezistěn. Dbáme na to, aby řezy byly hladké, případné trhliny se při dalším válcování zvětšují. V dalších krocích pásy opakovaně válcujeme až na tloušťku 4 - 5 mm. Pásy o tloušťce 4 - 5 mm uložíme nejlépe do termostatu a temperujeme při teplotě 30 – 35 °C. Takto jsou připraveny pro vlastní válcování mezistěnových pásů.

Příprava separačního roztoku.
Separační roztok je v podstatě roztok smáčedla, jehož úkolem je zamezit přilepení vosku k formě při odlévání, resp. k válcům při válcování. Připravuje se ředěním speciálních koncentrátů vodou na požadovanou koncentraci dle návodu výrobce. Přípravek dodává např. německá firma Bernhard Rietsche GmbH (http://www.rietsche.de) nebo rakouská firma Stefan Puff GmbH (http://bienenshop.puff.co.at). Je možné také použít slabý roztok glycerinu, dětského šamponu, popřípadě mýdla. Tradičně se poleva připravovala ze škrobové vody získané vymačkáním nastrouhaných syrových brambor s pořádným přídavkem domácí slivovice.

(Obr. 10 Temperování desek před válcováním)
(Obr. 11 Válcování mezi hladkými válci)
(Obr. 12 Válcování mezi gravírovanými válci)

Válcování mezistěnových pásů.
Při válcování postupujeme dle návodu válcovací stolice – soustavy dvou gravírovaných válců se vzorem základů buněk. V současnosti prodávané válce jsou nejčastěji 320 mm dlouhé s přibližně čtyřmi sty buněk na 1 dm². Vyhovují včelám i většině našich včelařů. Základním předpokladem bezproblémové funkce je dokonalé vlhčení obou válců separačním roztokem. Nalepený vosk na válce se velice špatně odstraňuje, při násilném odstraňování může dokonce dojít k poškození matrice. Předpokladem dobrého výsledku je stejná tloušťka vkládaného pásu vosku po celé šíři a absolutní rovnoběžnost os obou válců, tj. stejná mezera mezi válci na obou stranách. Musíme počítat s tím, že vkládaný pás vosku o tloušťce 4 - 5 mm se nám prodlouží asi na pětinásobek. Pásy mezistěn v délce mezi 1 - 1,5 m můžeme odkládat na sebe, delší pásy doporučujeme navíjet do svitku. Trochu odlišný pracovní postup je u ručních válců v porovnání s válci poháněnými elektromotorem. Před vkládáním pásů vosku mezi válce, jak jsme výše uváděli, temperujeme vosk na teplotu v rozmezí mezi 30 - 35°C.
Určení optimální teploty vyžaduje určitou zkušenost. Nejvhodnější teplota je ovlivněna teplotou místnosti, teplotou válců a především kvalitou vosku. Vosk získaný z divočiny nebo z víček je tvrdší a používáme proto vyšší teploty. Vosk z tmavších souší za použití tvrdší vody je měkčí a válcujeme jej tedy při nižších teplotách.
Svitky mezistěnových pásů skladujeme při pokojové teplotě.

(Obr. 13 Svitek pásu mezistěn)

Řezání válcovaných mezistěn na požadovaný rozměr a skladování.

Pásy nebo svitky mezistěn po rozvinutí v místnosti s minimální teplotou 20 – 25 °C řežeme na pevné podložce na požadované rozměry. Na mezistěnu položíme plechové obdélníkové pravítko a nožem vyřízneme mezistěnu. Pokud jsme volili správnou šíři desky při válcování, popřípadě šíři pásu při namáčení nebo odlévání, nebudou nám zbývat okraje širší než 1 cm. Jednotlivé mezistěny skládáme na sebe a vždy po 10 - 15 kusech je prokládáme lepenkou. Mezistěny se tak vyrovnají. Necháme je několik dnů, pak je balíme nebo upevňujeme do rámků.

(Obr. 14 Ořez mezistěn)
(Obr. 15 Mezistěny s lepenkovými proložkami)

Výroba mezistěn odléváním do plochých forem

Tento způsob výroby mezistěn je nejstarší. K odlévání je zapotřebí plochá forma v podobě dvou desek s reliéfem požadované mezistěny. Desky jsou spojené otočnými závěsy, aby šly rozevřít a v zavřené poloze je vymezena dorazem mezera o tloušťce mezistěny. Materiál se v průběhu historie měnil. V muzeích nacházíme i formy cementové. Častější jsou kovové, později s nepřilnavou úpravou (teflon) a nejnověji celoplastové. Technologie lití je spojena s nutností odvádět z formy skupenské teplo tuhnutí. U starých cementových a kovových forem se chlazení neřešilo. Formy méně robustní potřebují chlazení, aby se proces urychlil. Častým řešením je chlazení formy protékající vodou.
Mezistěny se odlévají po jedné. Proto je výroba časově dost náročná a hodí se pro včelaře s menším počtem včelstev.

(Obr. 16 Staré formy na lití)
(Obr. 17-18 Chlazená silikonová forma (foto H. Gritsch))

Výroba mezistěn litím na gravírované válce

Nejproduktivnější technologie je lití vosku mezi otáčející se gravírované válce. Zařízení je zpravidla doplněno řezacím zařízením, které formátuje výsledný rozměr mezistěn ve svislém i vodorovném směru. Vzhledem k náročnějšímu seřízení, které zahrnuje mj. temperování suroviny i válců se tato technologie hodí jen na výrobu větších šarží, řádově od 100 kg výše. Pokud zákazníci požadují mezistěny z menšího množství vlastního vosku (což je pochopitelný trend v návaznosti na problémy s nemocemi a znečištěním vosku), musí počítat s vyššími náklady (čištění a ladění stroje mezi šaržemi).

(Obr. 19 Stroj na kontinuální odlévání mezistěn)

Pomůcky k výrobě mezistěn.

Duplikátory pro odvodnění a dezinfekci vosku v různých velikostech nabízejí firmy Carl Fritz z Německa (www.carl-fritz.de), Swienty z Dánska (www.swienty.com) a jiné.
Hladké a gravírované válce na mezistěny s ručním i motorickým pohonem dodávají firmy Puff Graz (www.ickowicz-apiculture.com) nebo rovněž Swienty (www.swienty.com).
Hladké válce firmy Švarc Koleč šíře 45 cm s měnitelnou vzdáleností mezi válci 0 - 16 mm se již dlouhou dobu nevyrábějí. Záleží na vaší šikovnosti, zda je někde objevíte. Ostatní

pomůcky zhotoví zručný klempíř na zakázku, jejich konstrukci a rozměry lze odhadnout z fotografií v příloze.
Ruční formy na odlévání se dají koupit nebo objednat ve větších prodejnách včelařských potřeb a příslušných e-shopech. Např. http://werner-seip.de/html/mw-giessform.html, nebo https://www.graze.eu/Mittelwandgiessform-wassergekuehlt

Velké stroje na lití mezistěn dodává například firma Rietsche http://www.rietsche.de/index.php/kunstwabenmaschinen/4-rietsche-vollautomatische-kunstwabenmaschine

Co ohrožuje kvalitu vosku

K největším ztrátám vosku dochází ještě před jeho tepelným zpracováním. Způsobují je motýli zavíječ voskový *Galleria melonella* a zavíječ malý *Achroia grisella.*
Housenky obou druhů se živí voskem a dalšími materiály, jako jsou pyl a plodové košilky v plástech přítomné. Při žíru housenky nepotřebují ani vodu, vyrábějí si ji enzymaticky z pojídaného vosku. Metabolismus housenek je tak intenzivní, že vytápějí své okolí. Mohou tak přežít i v chlazeném skladu. Přítomné housenky ve větším počtu dokážou překonat výkon chladícího zařízení a plásty přemění na chumel vláken a hromádku trusu.
Dorostlé housenky obou druhů zavíječů se zakuklí do papírovitého obalu a hned po vylíhnutí se dospělci páří a oplozené samičky kladou vajíčka další generace. Cyklus zastaví až pokles teploty pod 12 °C, teplota naopak zvýšená na 50 °C popřípadě oxid siřičitý z tlakové lahve či spalovaných sirných knotů. Účinné jsou i páry kyseliny mravenčí a ledové kyseliny octové. Dostatečnou dávku ale představuje asi jeden litr na kubický metr prostoru, což není levné ošetření.
Nejlepší ochranou plástů jsou sklady s okny a dveřmi tak těsnými, že invaze motýlů nemůže nastat. Pokud ale byly plásty před uskladněním ve volném prostoru, mohou na nich již být vajíčka zavíječů. Proto sklady po naplnění a uzavření vysíříme. Od chemické ochrany se postupně přechází k použití chlazených skladů. Jejich výhod je více, než jen ochrana plástů před zavíječi. Každopádně se vyplatí investovat do dokonalé izolace a dobrého chladícího agregátu s odvodem kondenzované vody. Provoz chlazeného skladu je pak levný. Uložené souše a plásty jsou zde chráněny i před plísněmi, které mohou snížit výtěžnost vosku až k nule.

(Obr. 20 Bloky vosku poškozené housenkami zavíječe malého)

Kovy a další chyby při zpracování

Pro vyváření vosku je nejdůležitější vhodná nádoba z kvalitního materiálu. V žádném případě se vosk nesmí vyvařovat ani přetavovat v nádobě z železného, měděného nebo pozinkovaného plechu. Vhodné jsou pouze nádoby nerezové, popř. z dobře pocínované oceli, hliníku, skla či neporušené smaltované hrnce. V nevhodných nádobách vznikají při vyváření vosku nevzhledné šedozelené až černé sloučeniny – soli kyselin obsažených ve vosku s kovy, z nichž je nádoba vyrobena. Náprava zešedlého vosku kyselinou fosforečnou nebo šťavelovou je sice možná a je popsána v kapitole o čištění včelího vosku, ale je to poměrně složitá, drahá

a hlavně zcela zbytečná operace. Daleko snazší je nedopustit zkažení vosku nedodržením doporučeného postupu než zkažený tmavý vosk napravovat.

Chemie z prostředí

Podstatný rozdíl mezi voskem divoce žijícího včelstva a včelstva chovaného v 21. století v úlu, je v jejich historii. Zatímco tzv. divočina je ve styku s prostředím jen několik měsíců nebo roků, včelí vosk z úlů se opakovaně z plástů vytavuje a používá k výrobě mezistěn, v oběhu je proto mnohem delší dobu, i několik desítek let. Podíl starého vosku se opakovaným používáním sice zřeďuje přídavkem nového, ale včely při stavbě na mezistěnách velkou část stěn buněk vytáhnou z mezistěny a přidají jen asi 20 až 30 % hmoty vosku nově vypoceného. Ve včelím vosku mohou být rozpuštěny i lipofilní látky z okolního prostředí, včetně jedovatých látek použitých při ochraně polních plodin. V letitém vosku ze včelařského koloběhu pochopitelně mnohem více, než ve vosku v přírodní dutině.
Stopy agrochemikálií ve vosku byly dokázány v 90. letech 20. století ve Švýcarsku. Od té doby se však použití silných a trvalých jedů v zemědělství značně omezilo, další studie provedené po 20 letech, a dokonce daleko citlivějšími metodami, ukázaly výrazné zlepšení. V současných vzorcích včelího vosku se agrochemikálie již prakticky nenalézají.

Zbytky z léčení

Problémem ale mohou být zbytky (rezidua) léčiv, kterými se musí včely ošetřovat při výskytu některých nemocí. V zemích, kde se použilo opakované léčení včelstev velkými dávkami léčiv, rezidua ve vosku nalezena byla. Jejich množství sice kvalitu vosku neovlivňuje, ale jsou prokazatelná. V naší republice se všechny léčebné postupy včel navrhují tak, aby bylo minimální riziko znečištění medu a vosku. Při dodržení schválených postupů léčení je toto riziko zcela nepatrné. Například od roku 1985 se u nás proti varroáze plošně používá amitraz. Jeho rozkladné produkty v roce 2004 nepřesáhly hodnotu 20 mikrogramů na kilogram vosku (20 ppb) (Leníček 2005). Kvalita medu by byla ohrožena až při hodnotě více než tisíckrát větší. S ohledem na různá hygienická rizika se přesto vosk pro potravinářské účely nebere z běžného oběhu, ale speciálním postupem se získává úplně čistý včelí vosk (viz níže).

Falšování

K falšování vosku mohou být dva motivy. Jedním je ekonomický profit při rozdílu ceny pravého vosku a levných průmyslových vosků. Druhým motivem je nastavování včelího vosku v případě jeho nedostatku, respektive vyšší poptávky, než je nabídka.

Ve falšovaném včelím vosku se objevují různé adulteranty, nejčastěji však parafin a stearin.
Parafín (též parafin) je bílá, v surovém stavu spíše nažloutlá až nahnědlá, amorfní směs vyšších nasycených alifatických uhlovodíků (alkanů). Je bez chuti a zápachu, ve vodě nerozpustný. Získává se při destilaci ropy nebo krystalizačním odparafinováním hnědouhelného dehtu, popřípadě se vyrábí katalytickou syntézou. Poprvé jej z dehtu izoloval Karel Ludwig von Reichenbach v Blansku v roce 1833. Teplota tání se pohybuje od 42 °C (parafin měkký) do 65 °C (parafin tvrdý) i výše, teplota varu je zhruba 300 °C.
Stearin je směs kyseliny stearové a kyseliny palmitové. Používá se mimo jiné na výrobu svíček a mýdla. Stearin byl objeven v roce 1818, jako vhodná surovina pro výrobu svíček.

Rozmezí teploty tání stearinu v závislosti na složení směsi je mezi 60 a 70 °C. Na rozdíl od parafínu, který je vedlejším produktem při zpracování ropy, je stearin vyráběn z rostlinných olejů nebo živočišných tuků a je biologicky rozložitelný.
(zdroj Wikipedie.cz)

Je jasné, že do včelího vosku nepatří žádné přísady. Pokud se tak stane, vlastnosti včelího vosku se tím mění a včely odmítají na takovém porušeném vosku stavět. Pokud přece jen plásty postaví, mohou se objevit další problémy. Matka buňky nezakládá, včely se zdráhají ukládat do takových plástů zásoby. V mnoha případech se stalo, je to dokumentované na internetu i v tisku, že se plásty z nepravého vosku ve včelstvech zbortily pod tíhou uložených zásob nebo plodu.

Kontrola kvality včelího vosku

Existuje jen málo látek, které byly v minulosti i dnes tak často porušovány levnějšími a dostupnějšími surovinami, než je včelí vosk. Možností porušení včelího vosku existuje mnoho. Některé způsoby jsou velmi sofistikované, takže porušený a pravý včelí vosk lze rozlišit jen ve specializovaných laboratořích. Některé zkoušky pravosti vosku je možné udělat i v domácích podmínkách.
Zkouška konzistence. Včelí vosk se hněte mezi zuby nebo prsty. Pravý vosk je snadno tvárlivý, nelepí se ani se neláme. Na řezu nožem je mastný, nesmí být lesklý.
Zkouška křehkosti. Roztavený včelí vosk se nalije na vlhkou skleněnou desku tak, aby vytvořil proužek alespoň 5 cm dlouhý a 4 mm tlustý. Po zchladnutí zkusíme proužek ohnout přes hranu stolu. Pravý včelí vosk se ohne snadno na rozdíl od vosků s příměsí parafínu, ceresinu, stearinu a karnaubského vosku, ty se při ohýbání zlomí. Je-li lom rovný, může se jednat o porušení karnaubským voskem. Nepravidelný lom se šupinovitými krystalky je známkou přidání parafínu a stearinu.
Zjištění specifické hmotnosti. Smísí se 1 díl lihu se 2 díly vody. Do této směsi se vloží několik kuliček vosku asi velikosti hrachu. Na kuličkách nesmí ulpět bublinky vzduchu. Poté se přidává líh nebo voda, podle toho zda jsou kuličky u dna nebo na hladině, až do okamžiku, kdy se volně vznášejí v roztoku. Specifická hmotnost kapaliny a kuliček vosku je v tomto okamžiku stejná. Hustotu kapaliny, resp. specifickou hmotnost, lze zjistit hustoměrem nebo zvážením přesného objemu. Je třeba brát zřetel na to, že zkoušený vosk i roztok lihu s vodou musí mít teplotu, ke které je specifická hmotnost vosků vztažena. V tabulkách se uvádějí hustoty při 15 a 20 °C.
Bod tání. Konec přesného teploměru krátce ponoříme do roztaveného vosku a vyjmeme, měla by ulpět zřetelně viditelná tenká vrstvička vosku. Po chvíli (lépe druhý den) se povoskovaný teploměr zahřívá ve vodě v průhledné nádobě tak, aby teplota pomalu stoupala. Proti světlu pozorujeme, kdy vosk na kuličce teploměru zprůsvitní, této teplotě odpovídá přibližně bod tání. Tak jako mnoho jiného je lepší provádět i toto měření ve dvojici – jeden sleduje teplotu a druhý hlásí, co se děje s voskem na konci teploměru.
Zjišťování ostatních fyzikálních i chemických konstant je možné pouze v dobře vybavené laboratoři.

Přístrojové a biologické testy autenticity vosku

Pro zjištění detailního složení vosku se používá plynová chromatografie s plamenově ionizačním detektorem (FID) nebo hmotnostním detektorem (MS). Tato metoda je vhodná mj.

k odhalení přítomnosti stearinu. Přídavek parafinu od 1 % lze zjistit infračervenou spektroskopií (ATR/FTIR).
Pro tyto analýzy musíme využít služeb specializovaných laboratoří.

Biotesty jsou velice citlivé, rychlé a levné. Včely odhalí svým chováním chuť nebo nechuť předložený voskový materiál dále zpracovávat a zabudovat do svého superorganismu. Nevýhodou následujícího postupu je nespecifičnost. Nepoznáme, co je v odmítnutém vosku špatného, někdy i jen odlišného. Další omezení biotestu je časové. Jedině v době přirozené stavby díla, tedy od května do července, lze po včelách žádat přirozenou akceptaci mezistěny a její dostavění. Pak zase musíme tři čtvrtě roku čekat.
Biotesty můžeme provést bez speciálního vybavení. Testujeme vždy dvojice materiálu – ověřený pravý vosk a neznámý vzorek. Při testování mezistěn rozkrájíme obě mezistěny na čtverce o straně asi 8 cm a sestavíme šachovnicově zpět do plochy rámku. Ohřátým nožem natavíme styčné hrany a slepíme do plochy. Takto vytvořenou skládanou mezistěnu upevníme běžným způsobem do rámku na drátkovou osnovu. Vkládáme do silných produkčních včelstev na obvyklé místo a kontrolujeme každý den postup stavby, zakladení a výchovy plodu.
Odpovědí včel je okem viditelná shoda nebo neshoda stavby a plodování na obou předložených voscích. Míra odmítnutí je také kvantifikovatelná. Někdy je mezistěna postavena a zakladena jen s malým, třeba jednodenním zpožděním. Jindy se včelám do stavby vůbec nechce a po několika dnech začnou materiál vykusovat.
Použití šachovnice eliminuje rozdílné podmínky v jednotlivých úlových uličkách. Pokud bychom použili celé dvě mezistěny, jednu kontrolní a jednu pokusnou, v řadě případů bychom nemuseli získat tak spolehlivé srovnání, jako když se materiál střídá v malých ploškách.

(Obr. 21 Šachovnicové uspořádání testovaných mezistěn)
(Obr. 22 Normální stavba a plodování na obou voscích)
(Obr. 23 Jasná preference jednoho z vosků)
(Obr. 24 Tuto mezistěnu včely nestaví, ale vykusují)

Tradiční postupy čištění vosku

Čištění včelího vosku kyselinou
Při nejběžnějším způsobu čištění vosku se využívá kyselina sírová. Postupuje se podle tohoto předpisu:
100 ml kyseliny sírové používané do akumulátoru (26–32 °Bé) nebo 20 ml koncentrované kyseliny sírové (96%) se opatrně a za míchání vlije do l litru vody a potom se doplní na objem 2 litrů. K ředění je nejlepší destilovaná nebo měkká dešťová voda. Dva litry naředěné kyseliny stačí na vyčištění l kg vosku a roztok lze použít i vícekrát. Roztok kyseliny je vhodné připravovat nejlépe v nádobě z varného skla, popř. ve smaltovaném hrnci, protože některé nerezové hrnce horkou kyselinou trpí. Důležité upozornění: při ředění kyseliny sírové nesmíme vlévat vodu do kyseliny! Při nesprávném postupu ředění se směs přehřeje a horká kyselina vystříkne. Proto je nutné dodržovat přesně návod, jinak může dojít k popálení nekrytých částí těla. I z tohoto důvodu je lepší použít již částečně zředěnou kyselinu do akumulátoru, toto nebezpečí je menší.
Ke kyselině v nádobě se přidá čištěný vosk a zahřívá na teplotu 80–90 °C, která se udržuje po dobu alespoň 30 minut. Vosk se nesmí zahřívat na příliš vysokou teplotu (100 °C), neboť kromě nežádoucího částečného zmýdelnění vosku vzniká i utajený var. Vosková vrstva nad

hladinou vody brání odchodu vznikající páry, což způsobuje vystřikování vosku. Přílišnému přehřátí a vystřikování vosku se zabrání použitím vhodného tepelného zdroje (např. elektrického vařiče s regulací teploty) a neustálým pomalým mícháním. Při příliš intenzivním míchání však vznikne nežádoucí vosková emulze.
Po zchladnutí se voskový koláč ještě jednou nebo lépe dvakrát roztaví v čisté vodě, odstraní se tak zbytky kyseliny sírové.
Popsaný postup čištění s kyselinou sírovou lze použít nejen k vyčištění vosku, ale i k nápravě mazlavého zmýdelněného vosku a k dezinfekci proti nosemě a původcům bakteriálních nemocí včelího plodu.

Náprava voskové emulze. Pokud i přes veškerou opatrnost vznikne vosková emulze, která se podobá krupičné kaši, je možné ji zpracovat tímto způsobem: po zchladnutí se vosková emulze oddělí od vodní vrstvy a vylisuje, nebo se nechá v tenké vrstvě na vzduchu proschnout. Suchý nebo vylisovaný vosk se vloží do nádoby z vhodného materiálu a opatrně zahřívá nad bod tání vosku. Nad vrstvičkou vody se pozvolna vytváří voskový koláč, který lze po zchladnutí z nádoby vyjmout.

Náprava změny barvy vosku způsobená kovy. K nápravě se používá převaření s kyselinou fosforečnou.
Na 1 kg vosku stačí 0,5 litru 10% kyseliny fosforečné. K její přípravě se použije 60 ml 85% kyseliny fosforečné, která se zředí 450 ml vody. Kyselina se s voskem zahřívá nejlépe ve vodní lázni ve smaltovaném hrnci (s neporušeným smaltem) nebo v nádobě z chemického skla za neustálého míchání až do viditelného zesvětlení vosku. Poté se zahřívání přeruší a po zchlazení se voskový koláč oddělí od roztoku kyseliny. Zředěnou kyselinu fosforečnou je škoda vyhodit po jednom použití, má čisticí účinek i při 3–5násobném použití.
Místo kyseliny fosforečné je možné pro nápravu vosku použít i kyselinu šťavelovou. Na kilogram vosku přidáme velkou polévkovou lžíci kyseliny, asi 20 gramů. Postup je stejný.

Důležité! Pozor, kyseliny jsou žíraviny. Nepodceňujte proto ochranné pomůcky, jako brýle, zástěry a rukavice. Po jakémkoli čištění vosku kyselinami je nutné vosk roztavit v nadbytku čisté měkké vody za neustálého pomalého míchání. Pro dokonalé odstranění zbytků čisticí chemikálie z vosku se postup opakuje dvakrát až třikrát.
Složité a nebezpečné práci s kyselinami se lze zcela vyhnout dodržením pravidel chovu včel a zpracování včelího vosku.

Prevence znečištění vosku

Výše popsané postupy čištění včelího vosku kyselinami nestačí na odstranění případných zbytků pesticidů. Ty se do vosku mohou dostat z přípravků na ochranu rostlin, případně z léčení včel proti varroáze. Odstranění reziduí z vosku je možné, ale vždy velmi komplikované. Přitom čištění vosku není ve většině případů vůbec třeba.

Hlavní metodou, jak nedopustit navýšení nežádoucích příměsí ve vosku, jsou postupy preventivní. Je třeba ošetřovat včely tak, aby ke znečištění docházelo co nejméně.
Vybíráme léky s nízkou dávkou účinných látek a dodržujeme jejich příbalové informace.
Důležitá je obměna díla. Plást by neměl být ve včelstvu déle než tři roky.

Nové možnosti technologie čištění (výsledky projektu TAČR TA04020318)
Metodika čištění vosku katexem

V rámci projektu byly pracovníky Ústavu makromolekulární chemie Akademie věd ČR navrženy a zhodnoceny různé metodiky čištění vosku od reziduí pesticidů s využitím polymerních vychytávačů (tzv. katexů). Princip metodiky spočívá v heterogenní kyselé katalýze rozkladu cizorodých látek ve vosku na silně kyselém katexu a současné částečné sorpci bazických produktů rozkladu.

K experimentům byl použit včelí vosk uměle kontaminován amitrazem, který je nejdéle používaným a široce rozšířeným akaricidem ve včelařství. Jako modelové znečištění byla použita koncentrace amitrazu 100 ppm (100 mg/kg vosku). Všechny experimenty probíhaly při 80 °C.
Pro předběžné srovnání účinnosti dekontaminace vosku byly testovány tři postupy:

1. zahřívání roztaveného kontaminovaného vosku v roztoku HCl (2M) po dobu 30 minut za míchání (Leníček et al., 2006)
2. prolití roztaveného vosku sloupcem silně kyselého katexu (Dowex 50WX8-400)
3. míchání vodní suspenze roztaveného vosku za přítomnosti silně kyselého katexu.

Ukázalo se, že varianta míchání vodní suspenze katexu a roztaveného vosku je pro odstranění amitrazu je účinná (přes 70 %) a současně nejjednodušší pro zavedení do praxe.

Byla provedena kapacitní studie této metodiky ke zjištění objemového množství vosku dekontaminovatelného objemovou jednotkou katexu, a tím i finanční náročnosti procedury. Při těchto experimentech bylo zjištěno, že metodou míchání ztekuceného vosku s katexem, je možné dekontaminovat maximálně trojnásobek jeho objemu vosku při zachování účinnosti procedury, pak efektivita procesu významně klesá z důvodu dehydratace katexové matrice. Vzhledem k vysoké ceně laboratorně používaných materiálů byla dále nalezena vhodná průmyslová náhrada. Jako ekonomicky nejpřijatelnější jsou silně kyselé katexy používané k úpravě pitné vody. Byl proto otestován prostředek Resinex KW-8, sulfonovaný, mikropórovitý kopolymer styrenu a divinylbenzenu, granulát 0,42 – 1,25 mm, Na+ forma. (Dodavatel: EuroClean s.r.o. - cena cca 2 000 Kč bez DPH / 20 kg).

Filtrační aparatura

Na základě vlastních předchozích zkušeností s malou skleněnou laboratorní aparaturou byla navržena nerezová filtrační vložka do běžného duplikátoru (Obr. 29, 30, 31)
Po uzavření víka aparatury lze nastolit požadovaný přetlak pro urychlení průchodu filtrované dávky vosku filtrem. Tato varianta aparatury je připravena i pro další případné typy filtrací vosku přes odlišné materiály. Postup čištění ztekuceného vosku výše doporučeným katexem nevyžaduje použití přetlaku při výměně zpracovávaných dávek vosku. Máme-li tedy zařízení beztlakové, je rovněž možné ho použít.

Postup filtrace

1. Katex se smíchá se čtyřnásobným objemem vody a suspenze se zahřeje na 80 °C.
   Teplota se udržuje po celou dobu procesu.
2. Roztavený vosk, o objemu stejném jako objem použitého katexu, se přidá k suspenzi a směs se míchá po dobu 30 minut.

3. Po té se směs nechá ustát asi minutu ustát a zfiltruje se
4. K suspenzi katexu se může přidat voda a opakovat body 1 – 3.

Ekonomické aspekty

Experimentálně bylo zjištěno, že proces v tomto uspořádání umožňuje provést dekontaminaci 12x, tedy jednotka objemu katexu umožňuje zpracovat 12 jednotek objemu vosku. Za běžných podmínek včelařské praxe, ve které se vyskytuje maximálně desetinová kontaminace amitrazem oproti studované modelové situaci, lze předpokládat, že množství reálně vyčištěného vosku může být stonásobek objemu použité náplně.

Balení katexu 20 kg o ceně cca 2000 Kč poslouží k dekontaminaci cca 200 kg (při vyšším zatížení) až 2000 kg suspektně méně kontaminovaného vosku. K nákladům na katex nutno přičíst cenu práce a energií. Vzhledem k prudce vzrůstající ceně kvalitního včelího vosku na našem i světovém trhu jsou tyto náklady přijatelné a není třeba uvažovat o regeneraci filtrační náplně.

Nutno podotknout, že vedle amitrazu se mohou ve vosku vyskytnout i kontaminanty jiné. Pokud by byly lipofilní, výše popsaným postupem se neodstraní. K tomu bude potřeba další výzkum a vývoj.

Postup návratu čištěného vosku do včelařského provozu

Nechtěným vedlejším efektem výše popsaného čištění vosku je určitá změna vnímání mezistěn z tohoto vosku některými včelami (resp. včelstvy). Z katexu do vosku nic nepřechází, naopak. Ani z vosku nic neubude, ale vedle vychytání hydrolyzovaného amitrazu možná dojde k úbytku některých volatilních látek. Nesmírně citlivé včelí smysly to dokážou poznat. Pokud provedeme detailní srovnání mezistěn z vosku nefiltrovaného a filtrovaného přes katex, některá včelstva upřednostní vosk nefiltrovaný. Rozdíl ale není velký, zpoždění ve stavbě se vyrovná během jednoho až dvou dnů a odchov plodu v takových plástech je zcela normální.

Jednoduchou metodou, jak filtrovanému vosku navrátit plnou akceptovatelnost včelami, je přídavek asi 20 % nefiltrovaného vosku do suroviny pro odlévání nebo válcování mezistěn. Takové mezistěny jsou i pro včely k nerozlišení od mezistěn z nefiltrovaného vosku.

Produkce potravinářského vosku

Aby bylo možné použít včelí vosk v potravinářství, musí být naprosto nezávadný. Vosk vyprodukovaný ve včelích voskových žlázách skutečně nezávadný je. Postupně se však znečišťuje a z okolního prostředí se do něj mohou dostat i zbytky nežádoucích chemických látek. Vosk ve včelařství koluje, především se z něj vyrábějí mezistěny, které se vracejí včelám do úlu. Včely při stavbě plástu přidají i nový vosk, ale vosk použitý na mezistěny může být i letitý a znečištěný. Důsledná analytická kontrola každé šarže vosku na všechna možná znečištění by byla tak drahá, že by takový produkt nikdo nekoupil.
Pro potravinářské účely se proto zpracovává včelí dílo postavené bez mezistěn, takzvaná srdíčka, která byla zaplodována maximálně jednou. Surovina může být zmáčknutá, ale nesmí

být rozdrobená nebo roztavená. Musí být beze zbytků zásob medu a pylu, bez včelího plodu, nenapadená hmyzem nebo roztoči. V žádném případě to nemůže být vosk z nedostavěných mezistěn.
U každé dodávky od včelařů se kontroluje každý kus plástu průhledem proti světlu. Základním kritériem je tloušťka dna buňky plástu. Vyřazují se i všechny kusy se zásobami, zbytky plodu, viditelným znečištěním všeho druhu a plásty s více než jednou vrstvou košilek. Vosková drť se rovněž třídí zvlášť. Všechny obaly a nádoby, se kterými vosk přijde do styku, musí být vyrobeny z materiálů vhodných pro potravinářství a vosk se zpracovává v destilované vodě. Jedním z důležitých kritérií je naprostá mikrobiologická čistota. Aby mohl být včelí vosk deklarován jako potravinářský, musí být přezkoušen, zda je prostý bakterií *Escherichia coli* a *Salmonella*.

(Obr. 25 Panenská stavba je surovina pro produkci potravinářského vosku)

Příklady využití včelího vosku mimo včelařství

Včelí vosk je zařazen mezi povolené potravní doplňky pod mezinárodním číslem E901. Používá se jako součást leštidel při výrobě čokoládových figurek, různých bonbónů a jako výborný prostředek na mazání oplatkových forem, pečicích plechů a pásů. K tomuto účelu se upravuje i do tekuté formy a nanáší se sprejem ve formě jemného aerosolu. Vosk v podobě jemného prášku, se též používá jako separátor, aby se neslepovaly některé druhy bonbónů, například oblíbení želatinoví medvídci.
V domácnosti se včelí vosk používá odedávna i v kuchyni. Voskem se potírají plechy před pečením jemného pečiva, jakým jsou například vanilkové rohlíčky. Na pečicí plechy i formy se včelí vosk nanáší tak, že je napřed nahřejeme asi na 70–80°C a kusem včelího vosku natřeme celou plochu.
Včelí vosk se také žvýká. Oblíbená jsou víčka medových plástů, která včelař při vytáčení zralých medných plástů seřezává. Hmotu tvoří směs medu a vosku. Žvýkáním kousku velkého asi jako vlašský ořech vychutnáme voňavý čerstvý med a vosk nám vyčistí zuby. Po chvíli se vosk vyplivne. Když kousek vosku při žvýkání spolkneme, také se nic nestane. Žvýkání voskových víček s medem údajně pomáhá při zánětech horních cest dýchacích a senné rýmě.
Rybí filety lze tepelně upravit zalitím roztaveným včelím voskem. Po zchladnutí je ryba připravená ke konzumaci, neztratí ani kapku šťávy.

(Obr. 26-28 Úprava ryby tekutým voskem)

Vosk ve farmacii a kosmetice

Včelí vosk jako farmaceutickou surovinu najdeme i v nejnovějším vydání evropského lékopisu (PhEur 9th Edition 2017 (9.2)) pod označením cera flava (včelí vosk) a cera alba (včelí vosk bělený). Používá se při výrobě emulzí, balzámů, gelů, kapslí, rtěnek, řasenek a přípravků pro péči o vlasy. Ve rtěnkách včelí vosk vylepšuje strukturu, jemnost, zadržování oleje, přilnavost. V emulzích přispívá k regulaci hustoty, ke změkčení jako koemulgátor. Kromě přírodního včelího vosku se v těchto oborech používají i tzv. deriváty včelího vosku s cíleně pozměněným složením. Například jedna nizozemská firma vyrábí mimo jiné tzv. BW estery včelího vosku, které mají původní volné mastné kyseliny esterifikovány na podobné

sloučeniny, které už jsou přítomny v přírodním včelím vosku. Vyloučení volných mastných kyselin ve včelím vosku zlepšuje schopnost gelovatění a zadržování oleje, a to vede ke stabilnějším emulzím.
Jiný produkt, silikonový včelí vosk, je esterifikovaný produkt ze včelího vosku a silikonů. Speciální kvalita silikonového včelího vosku spočívá v tom, že výhody včelího vosku (pružnost) a silikonů (odpuzování vody a tvorba lesklých povrchů) jsou zkombinovány do jednoho produktu.
Tyto aplikace jsou jen malou ilustrací všestranného použití a velké hodnoty včelího vosku, nenahraditelného přírodního produktu.

3. Prohlášení o poskytovateli dotace na projekt a projektu, v rámci kterého metodika vznikla

Metodika vznikla s podporou Technické agentury České republiky jako plánovaná publikace výsledků projektu číslo TA04020318 Polymerní a nanočásticové technologie pro moderní udržitelné včelařství.

4. Zdůvodnění, čím je navrhovaná metodika nová, srovnání novosti postupů oproti původní metodice, v případě, že existuje

Mezi osvědčené stávající postupy získávání, zpracování a využití včelího vosku je zařazen zcela nový postup čištění vosku katexovou filtrací. Byla navržena vhodná aparatura, která může být snadno modifikována pro menší i větší provozy (viz příloha). Oproti dosavadním technologiím, kdy se vosk čistí pouze hrubšími mechanickými síty a zejména dekantací, nová aparatura umožňuje přefiltrovat potřebné šarže vosku přes polymerní vychytávače molekul přesně zvolených vlastností.
Předložené řešení umožňuje variabilně měnit teplotu a pracovní přetlak při filtraci pro další ladění technologie čištění včelího vosku. Konstrukce umožňuje snadnou výměnu všech dílů a případnou regeneraci filtrační vložky.
Oproti křehkému skleněnému laboratornímu zařízení je ocelová aparatura vhodná pro běžný provoz v zemědělských podmínkách.
Krok čištění vosku dosud nemusel být při zpracování uplatňován, ale vzhledem k tomu, že kontaminace včelího vosku v oběhu se zhoršuje, je vývoj těchto metod opodstatněný.

5. Popis uplatnění metodiky, informace pro koho je určena a jakým způsobem bude uplatněna

Metodika je určena pro všechny zpracovatele včelího vosku, kterým záleží na jeho kvalitě. Mezi ty patří zejména výrobci mezistěn, voskových plátů s předlisovanými začátky včelích buněk. Velká část vosku se v této podobě do včelstev v podobě mezistěn vrací a vosk v sobě může konzervovat dlouhou historii zátěže ze svého okolního prostředí. Na rozdíl od uzavřeného koloběhu vosku ve vyspělých větších včelařských firmách, výrobci mezistěn pro malé chovatele jsou často odkázáni na nákup surovin, jejichž kvalita není zaručená.

Byla podepsána smlouva u uplatnění této certifikované metodiky (ISBN 978-80-87196-25-0) mezi vydavatelem z řad řešitelů projektu a Českým svazem včelařů, z.s. (v příloze)

6. Seznam použité a související literatury

Bacílek, J.: Včelí vosk. Metodiky V-7, ÚVTIZ, Praha 1971

Bogdanov, S.: Beeswax vosku [citováno dne 1.12.2017]
dostupné z < http://www.bee-hexagon.net/wax/ >

Dolínek, J.: Výtěžnost různých druhů získávání včelího vosku [citováno dne 1.12.2017]
dostupné z < www.vcelky.cz/zpracovani-vosku-01.htm >

Goodman, L.: Form and Function in the Honey Bee, IBRA, Cardif, 2003,
ISBN 0-86098-243-2

Hajdušková, J.: Včelí produkty očima lékaře, Český svaz včelařů, Praha, 2000

Hepburn, H.R.: Honeybees and Wax, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1986,
ISBN 0-387-16918-0

Kamler, F., Procházka, O.: Výroba válcovaných mezistěn z menších množství vosku
Certifikovaná metodika Ministerstva zemědělství ČR č. 002/75060/2012-16230
Výzkumný ústav včelařský, s. r. o., Dol , 2011, ISBN 978-80-87196-10-6

Kamler, F. , Titěra. D., Veselý, V.: Získávání a zpracování včelích produktů, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1999, ISBN 80-7105-196-9

Krell, R.: Vallue-added products from beekeeping, FAO, Rome, 1996, ISBN 92-5-103819-8,
dostupné též na <http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e00.htm>

Titěra, D.: Včelí produkty mýtů zbavené, Brázda Praha, 3. vyd. 2017,
ISBN: 978-80-209-0424-9

Fotografie, pokud není uveden autor, pocházejí z archivu VÚVč Dol

7. Seznam publikací, které předcházely metodice a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z určité znalosti, jestliže se jedná o originální práci.

Caldow, M.; Fussell, R. J.; Smith, F.; Sharman, M.: Development and validation of a method for the analysis of total amitraz in fruit and honey with quantification by gas chromatography-mass spectrometry Food Additives and Contaminants, 2007, 24 (03), pp. 280-284

Leníček, J.; Sekyra, M.; Rychtecká-Novotná, A.; Vášová, E.; Titěra, D.; Veselý, V.: Solid phase microextraction and gas chromatography with ion trap detector (GC-ITD) analysis of amitraz residues in beeswax after hydrolysis to 2,4-dimethylaniline, 2006, https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.04.039

8. Další relevantní informace a přílohy

1. Smlouva u uplatnění této certifikované metodiky (ISBN 978-80-87196-25-0)

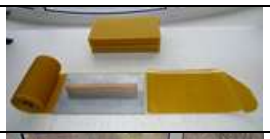
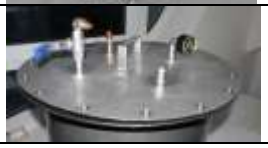
2. Nerezová aparatura pro filtraci roztaveného vosku přes polymerní vychytávač (popis funkčního vzorku, příloha průběžné zprávy projektu)

3. Obrázky (ve finální publikaci budou zalomené přímo do textu)

3. Obrázky

č	Popis	Obrázek
1	Přirozená stavba včel	
2	Třídění souší určených k vyváření	
3	Sluneční tavidlo na celé rámky slouží i pro získávání melecitózního medu z panenského díla(Rakousko)	
4	Masivní sluneční tavidlo s dvojsklem (Argentina)	
5	Klasické sluneční tavidlo s indikací teploty	
6	Dřevěný vřetenový lis a pařáky z počátku 20. století	

7	Moderní kopie Šedova paráku	
8	Duplikátor na odvodnění a dezinfekci vosku	
9	Odlévání voskových desek do misek	
10	Temperování desek před válcováním	
11	Válcování mezi hladkými válci	
12	Válcování mezi gravírovanými válci	
13	Svitek pásu mezistěn	

14	Ořez mezistěn	
15	Mezistěny s lepenkovými proložkami	
16	Staré formy na lití	
17	Chlazená silikonová forma - nalévání (foto H. Gritsch)	
18	Chlazená silikonová forma - snímání (foto H. Gritsch)	
19	Stroj na kontinuální odlévání mezistěn (foto www.rietsche.de)	
20	Bloky vosku poškozené housenkami zavíječe malého	
21	Šachovnicové uspořádání testovaných mezistěn	
22	Normální stavba a plodování na obou voscích	
23	Jasná preference jednoho z vosků	

24	Tuto mezistěnu včely nestaví, ale vykusují	
25	Panenská stavba je surovina pro produkci potravinářského vosku	
26	Úprava ryby tekutým voskem	
27	Úprava ryby tekutým voskem	
28	Úprava ryby tekutým voskem	
29	Filtrační vložka do duplikátoru	
30	Dno vložky s papírovým filtrem	
31	Víko filtru