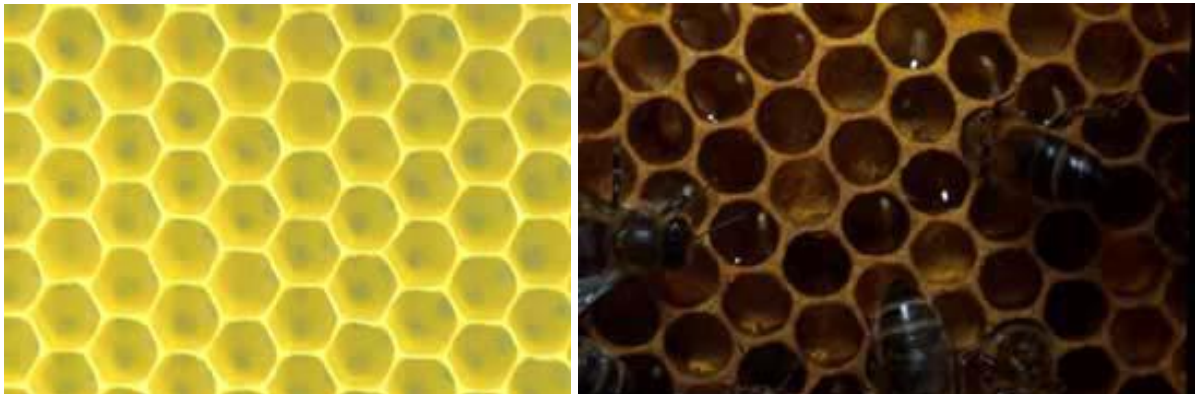


# Sve o vosku I dio

## Nastanak pčelinjeg voska

Pčele trebaju vosak kao građevni materijal za svoje saće. Proizvode ga u voštanim žlijezdama, koje puni funkcionalni razvoj dosežu kod 12 do 18 dana starih radilica (kućnih pčela). Sinteza voska kod starijih pčela je značajno reaktivirana. Međutim, u izvanrednim situacijama ili povoljnim okolnostima starije radilice mogu ponovno aktivirati sintezu voska.

Novoizgrađeno (djevičansko) i starije plodišno saće



Najveće količine voska pčele stvaraju za vrijeme burnog razvoja zajednica, pod umjerenim klimatskim uvjetima tijekom travnja i svibnja, do kraja lipnja. Glavne sirovine za produkciju voska su ugljikohidrati, tj. šećeri u medu: fruktoza, glukoza i saharoza. Odnos potrošnje šećera za proizvodnju i dobivenog voska može varirati od 3 do 30:1. Omjer 20:1 je tipičan, odnosno, prosječan za središnju Europu. Jače pčelinje zajednice ekonomičnije proizvode vosak, jača zajednica, manji omjer. Jedan LR okvir, koji sadrži samo 100 g voska, može držati 2 - 4 kg meda.

## Proizvodnju voska i aktivnost izgradnje saća u pčelinjoj zajednici određuju sljedeći čimbenici:

- Dostupnost nektara: što je veći unos, više saća je potrebno za pohranu i doradu prinosa.
- Leglo (polaganje jaja): što matica položi više jaja, potrebno je više stanica za razvoj.
- Prisutnost matice: samo zajednice s maticom grade saće.
- Temperatura: temperatura viša od 15°C omogućuje aktivnost izgradnje saća
- Prisutnost polena kao izvor proteina
- Formiranje umjetnih rojeva je dobar način da se pčele proizvode novi vosak

Medonosne pčele proizvode vosak u svojim voštanim žlijezdama. Po četiri para žlijezda nalaze se na četiri zadnja trbušna kolutića, prekrivena poroznim hitinskim poklopićima ispod kojih izvire tekući sintetizirani vosak. Na poklopićima se hladi i formira u oblik bijelih listića, malih ljuščica voska. Stražnjim, pa prednjim nogama pčele preuzimaju ljuščice i prinose ih usnom aparatu kojim ih obrađuju (sline i gnječe) te ugrađuju u sat.

## Šesterokut - idealan oblik za pčelinje saće

Šesterokutni oblik stanica pčelinjeg saća je optimalan jer osigurava maksimalnu čvrstoću s obzirom na utrošeni materijal. Jedan gram voska služi za izgradnju 20 cm<sup>2</sup> saća. Način izgradnje pčelinjeg saća je tek nedavno razriješen. Pčele intuitivno odabiru najbolji mogući oblik gradnje. Saće nije samo mjesto za pohranu meda i peluda te mjesto za odgoj ličinki već služi kao komunikacijski medij pčelinjoj zajednici. Saće je izgrađeno s nevjerojatnom preciznošću. Čelije radiličkog saća imaju promjer 5 - 6 mm a debljina stjenke im je oko 0,25 mm. Postoje matematički argumenti zašto su pčele odabrale oblik šesterokuta za stanice saća. Promjer stanica varira između 5,1-5,5 mm. Promjer trutovskog saća varira između 6,2 i 6,9 mm. Sve europske vrste prihvaćaju satne osnove s 750 do 950 ćelija / dm<sup>2</sup>. Promjer ćelija drugih pčelinjih vrsta se više razlikuje. Pčelinjoj zajednici s oko 30 000 radilica potrebno je 2,5 m<sup>2</sup> saća koje teži oko 1,4 kg i broji oko 100 000 stanica. Standardni LR okvir može nositi 1,8 - 3,8 kg meda a vosak potreban za proizvodnju tih 7100 stanica teži samo 100 g. Pojedinačni listić voska teži tek 1,1 mg tako da je za 1 kg voska potrebno 910 - 1000 listića. Pčelinjoj zajednici treba saće površine 2,5 m<sup>2</sup> za čiju izgradnju utroše oko milijardu listića.

## Gospodarenje saćem

Racionalno gospodarenje saćem je važan dio pčelarske prakse. Saće korišteno za uzgoj legla mijenja se sukladno okolnostima. Boja saća kreće se od žute do smeđe i crne. Tamna boja starog saća prouzročena je ostacima kutikula (ovojnica), čahurica (zapredanja), izmeta ličinki kao i propolisa. Kakvoća saća starenjem se mijenja; stanice postaju sve manje a stjenke se zadebljavaju. Ove promjene rezultiraju odgajanjem manjih pčela. Osim toga, staro saće je izvor infekcija. Med pohranjen u tamnom saću biti će kontaminiran spomenutim ostacima, nečistoćama a mijenja i boju, potamni. U starom saću med se brže kristalizira, saće sadrži manje voska a više proteina i teško ga je braniti od voskovog moljca.

Promjene u saću nastale povećanjem broja generacija izlegnutih pčela.

broj izleg. generacija	promjenjiva boja saća	volumen ćelije cm <sup>3</sup>	stjenka ćelije mm	promjer ćelije mm	težina pčela mg	% sadržanog voska
0 - 1	žuta	0,282	0,22	5,42	123	86 - 100
2 - 5	smeđa	0,269	0,40	5,26	120	60
6 - 10	tamno smeđa	0,255	0,73	5,24	118	49
13 - 15	crna	0,249	1,08	5,21	106	46

Svake godine pčelari bi trebali vaditi staro saće iz košnice i potaknuti pčele da grade novo, dajući im barem 2-3 satne osnove po sanduku. Saće iz plodišta trebalo bi u cijelosti zamijeniti u vremenu od 2-3 godine.

Sirovina za proizvodnju voska su staro saće i medni poklopci. Staro saće i dijelove voska bi trebalo pretopiti i čuvati u blokovima. Staro saće treba topiti odvojeno od mladog jer sadrži kvalitetniji vosak. Cijena voska ovisi o starosti saća: što je saće starije udio voska je manji a time je i cijena niža. Poklopci sadrže gotovo čisti vosak i takav postiže najvišu cijenu. Tamno saće sadrži nečistoće (propolis, kokone itd.) što umanjuje kvalitetu voska. Med po mogućnosti treba ukloniti iz uskladištenog saća čime sprječavamo moguću fermentaciju i stvaranje plijesni. Staro saće očišćeno od prihrane i meda treba upakirati u plastične vreće i

dostaviti prerađivaču voska na preradu u najkraćem roku. Na taj način pčelar može izbjeći probleme s voskovim moljcem i plijesni koja često nastaje pri skladištenju saća. Dobro je topiti saće u vosak korištenjem sunčanog topionika

Veliki voskov moljac - *Galleria mellonella* L.



Saće je vrlo osjetljivo na oštećenja pa je kontrola voskovog moljca u pohranjenom saću neophodna a pri tom se mogu koristiti razne mjere. Nekoliko načina prikazano je u tablici.

Metoda / način		Detalji / komentar
<b>Tehnička</b>	<b>Sortiranje saća</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Odmah rastopiti stari vosak</li> <li>• Skladištiti na hladnom ili sjenovitom i prozračnom mjestu</li> </ul>	Jednostavno, bez ostataka
<b>Fizička</b>	<b>Skladištenje na hladnom (&lt;15 ° C)</b> podrum ili hladno mjesto koje osigurava dobru cirkulaciju zraka između naslaganih okvira <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tretman hladnoćom</b></li> <li>• 2 sata na - 15° C ili</li> <li>• 3 sata na - 15° C ili</li> <li>• 4,5 sati na - 7° C</li> <li>• <b>Toplinska obrada / tretman</b></li> <li>• 80 min, na - 46° C</li> <li>• 40 min, na - 49° C</li> </ul>	Učinkovit način, dugoročan i zahtijeva infrastrukturu.  Učinkovito, ubija sve stadije moljca, potrebna skupa infrastruktura.  Učinkovit način, ubija sve stadije moljca a potrebna je dobra cirkulacija zraka i kontrola temperature. Treba dobru opremu, topli zrak i ventilator a postoji rizik topljenja voska.
<b>Biološka</b>	<b><i>Bacillus thuringiensis</i> / biološki insekticidi</b> Melonex, B-401	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Držati se uputa, roka trajanja i uvjeta skladištenja.</li> <li>• Nema rezidua, dugotrajno djelovanje (2 -3 mjeseca), djeluje i na oštećen vosak.</li> </ul>

- Zahtijeva intenzivan rad

**Kemijska**

**Sumpor**

**Spaljivanje**

1 traka sumpora na 100 litara (oko 3 DB nastavka); tretirati svaka četiri tjedna odozgo (SO<sub>2</sub> je teži od zraka). Ne udisati pare (nadražuje dišne putove i oči). Sprečava razvoj plijesni na pergi. Potrebno je redovito ponavljanje. Neučinkovito je protiv jaja. Postoji opasnost od požara.

**Tretman dimlicom / dimljenjem**

- 1 sekunda (= 2.5 g SO<sub>2</sub>) po sanduku ili
- 3 – 4 sekunde na 100 l volumena košnice

**Octena kiselina**

- tretiranje odozgo s 200ml octene kiseline (60 - 80%) na 100 litara volumena košnice. U ljetnom periodu tretmana ponoviti 2 puta s intervalom od 2 tjedna.
- učinkovito, bez problematičnih rezidua. Ubija moljca u svim razvojnim fazama, Uništava spore Nozeme. Potrebno je redovito ponavljanje. Oštećuje metalne dijelove.

**Mravlja kiselina**

- ne udisati pare, izbjegavati dodir s kožom. Oprez pri rukovanju.
- tretiranje odozgo s 80 ml mravlje kiseline (85%) na 100 litara volumena košnice. Ljeti tretman ponoviti 1-2 puta u razmacima od 2 tjedna. Potrebno je redovito ponavljanje.
- Učinkovito; nema problema s reziduama. Ubija moljca u svim razvojnim fazama. Oštećuje metalne dijelove. Oprez pri rukovanju. Ne udisati pare, izbjegavati dodir s kožom.

## Proizvodnja pčelinjeg voska

Tvornička prerada voska započeta je u 19. stoljeću. Godine 1857. Nijemac Mehring je proizveo prve industrijski napravljene satne osnove. Na dalje govorimo o proizvodnji i preradi

voska manjih razmjera na način koji se koristi u mnogim europskim zemljama. Širom svijeta vosak se uglavnom prerađuje u specijaliziranim pogonima za preradu u koje pčelari donose saće ili već otopljeni vosak. Dobra kvaliteta pčelinjeg voska u velikoj mjeri ovisi o načinu prerade.

Postoje dva načina dobivanja; topljenjem i kemijskom ekstrakcijom voska. Topljenje je najčešće korišten postupak. Vosak se može dobiti kuhanjem u kipućoj vodi ili pari te pomoću električnog ili solarnog topionika.

Kemijsko izdvajanje je moguće samo u laboratoriju pomoću otapala, a isplativo je kad trebamo manju količinu voska. Dobra otapala voska su benzin i kiseline. Nedostatak ovog postupka je činjenica da pored voska djelomično otopimo i druge organske sastojke (pelud, kukuljice, propolis itd.) kojima je vosak onečišćen te mu time umanjujemo kvalitetu.

Dobivena količina voska ovisi o saću kakvog topimo i od postupka kojeg koristimo. Općenito, iskoristivost starih satina je 50%. Ako topimo medne poklopce i svijetlije saće iskoristivost voska je veća. Voština, ostatak koji ostane nakon topljenja još uvijek sadrži određenu količinu dostupnog voska (oko 30%). Pčelinji vosak u saću je u slobodnom i vezanom obliku. Prilikom grijanja saća u sunčevom topioniku i na temperaturama ispod 100°C odvaja se slobodan vosak. Vezani vosak može se odvojiti prešanjem ili ekstrakcijom pomoću otapala ali je značajno umanjene kvalitete.

Tijekom prerade voska često nastaju vodene emulzije. Postoje dvije vrste emulzija; u prvoj su vodene čestice raspršene u vosku, a u drugoj su čestice voska raspršene u vodi. Emulzije su posljedično uvjetovane emulgatorima. Emulgatori za prvu vrstu emulzije su proteini i dekstrini sadržani u medu i peludi, te soli koje nastaju reakcijom masnih kiselina iz voska s natrijem i kalijem iz vode. Drugu vrstu emulzije uzrokuju soli koje nastaju u reakciji masnih kiselina iz voska s kationima kalcija, bakra i željeza. Kationi su sadržani u teškoj vodi ili se otpuštaju sa stjenki posuda koje se koriste za preradu voska. Iz tog razloga treba koristiti meku (demineraliziranu) vodu kao i posude izrađene od nehrđajućeg čelika. Nastale emulzije mogu se ukloniti ostavljanjem voska u vodenoj kupelji na temperaturi od 75 - 80°C duže vrijeme.

Pčelari mogu proizvesti sirovi vosak na jednostavan i jeftin način. Saće se stavlja u sunčani topionik i topi na suncu. Ova metoda je efikasna a energija je besplatna. Koristi se za proizvodnju voska kako bi se izbjeglo skladištenje saća. Vosak proizveden od mednih poklopaca je najbolje kvalitete iako sadrži rezidue pesticida kao i drugi voskovi.

## **Općepoznati načini ekstrakcije pčelinjeg voska**

**Izdvajanje vrućom vodom uranjanjem.** Saće se stavlja u čvrsto vezanu jutenu vreću. Vreće se uranjaju u vodu i kuhaju. Budući da je vosak lakši od vode filtrira se iz jutene vreće i isplivava na površinu. Nakon što je kompletno saće otopljeno treba ostaviti posudu da se ohladi. Vosak se hlađenjem stvrdne, formirajući sloj na površini vode. S donje strane dobivenog koluta sastružu se istaloženi ostaci nečistoća. Zaostali otpad iz vreće se baca.

**Ekstrakcija kipućom vodom i prešanjem voska.** Saće se stavlja u posudu napunjenu do četvrtine kipućom vodom i ostavi da se topi. Kada se vosak otopi, izvadi se ožičenje i sadržaj prebaci u prešu obloženu jutom i započne s prešanjem.

**Kombinirano izdvajanje parom i prešanjem.** Metalni koš napunjen sa saćem uroni se u spremnik kipuće vode zatvoren s vodonepropusnim poklopcem. Klip, sposoban za tlakove do 15 T pritišće saće. Spremnik ostavljamo da lagano kuha oko jedan sat. Vosak ispliva na vrh spremnika i prelijeva se u drugu posudu.

**Izdvajanje parom.** Saće na okvirima se stavlja u spremnik u koji se uvodi para. Sadržaj se procjeđuje, vosak kroz rešetku prolazi u donji dio spremnika gdje se skuplja. Postoje različiti komercijalni uređaji za tu namjenu (parni topionici).

**Centrifugalna ekstrakcija.** Saće se otopi u kipućoj vodi i ta smjesa se prelije u košare centrifuge koja se vrti na više od 1500 okretaja u minuti, na temperaturama iznad 65°C kako bi se spriječilo hlađenje, skrućivanje voska. Čisti vosak izlazi kroz otvor na centrifugi. Ovaj način je primjeran (zbog skupe instalacije) samo za veće proizvodne jedinice.

**Izdvajanje zagrijavanjem s električnim elementima.** Saće ili okviri se postavljaju između dvije električki grijane metalne ploče. Ploče se stiskaju a vosak se pritom iscijedi u spremnik.

## **Nedostaci voska i kako ih spriječiti.**

**Promjena boje, tamnjenje voska.** Predugo zagrijavanje na previsokim temperaturama šteti vosku i uzrokuje njegovo tamnjenje. Vosak se ne smije zagrijavati (prerađivati) u posudama od željeza, mjedi ili bakra jer ovi metali mijenjaju boju voska u tamnu. Ne smiju se koristiti posude od olova zbog kontaminacije. Pogodni su nehrđajući čelik ili aluminij ali ih oštećuju kiseline. Ukoliko se za tretiranje koristi kiselina prikladne su drvene posude, odnosno, najprikladnije je emajlirano posuđe.

**Vosak s neugodnim mirisom.** Satinu ili vosak treba pohraniti na suho i prozračno mjesto (ako ga držimo u štali, primiti će miris domaćih životinja). Ne treba topiti saće koje sadrži fermentirani med ili pergu.

**Kontaminacija bakterijama *Paenibacillus larvae* (uzročnik Američke gnjiloće).** Spore *Paenibacillus larvae* otporne su na toplinu i ne ubijaju se kuhanjem voska u vodi. Samo grijanje na 120° C kroz 30 minuta ubija sve spore, odnosno sterilizira vosak.

**Emulzija voska.** Zbog prisutnosti kalcija ili željeza u vodi prilikom prerade voska dolazi do stvaranja emulzije (mliječnog izgleda). Nastajanje emulzije možemo spriječiti dodavanjem 2-3 g oksalne kiseline po kg voska na 1 l vode. Kalcij i željezo će reagirati s kiselinom a istovremeno će doći do posvjetljenja voska.

**Loša struktura voska** je rezultat saponifikacije voska. Proces se može poništiti kuhanjem voska sa sumpornom ili oksalnom kiselinom. Da bi prevenirali saponifikaciju treba koristiti meku vodu (kišnicu), odnosno, ukoliko se javljaju ovakvi problemi u preradi voska treba koristiti vodu s niskim sadržajem minerala. U nekim slučajevima emulzija se može javiti čak i uz korištenje meke vode. Tada rastopljeni vosak treba držati u kontaktu s vodom na temperaturi ispod 90°C.

**Voda u vosku.** Tijekom procesa prerade u strukturu voska ugrađuje se voda. Vodu sadržanu u vosku uklanjamo zagrijavanjem na 105°C. Dodavanjem silicija sprečava se pjenjenje, a kada se više ne pojavljuju mjehurići vosak je bez vode.

**Nečisti vosak.** Nakon topljenja vosak nije dovoljno čist. Za dodatno čišćenje i taloženje voska najbolje su posude od inoksa. Vosak treba odležati dulje vrijeme u vodenoj kupelji na temperaturi 75 - 80°C (najbolje preko noći). Kako je vosak lakši od vode ispliva na površinu. Nakon hlađenja sa donjeg dijela voska treba sastrugati nečistoću. U industrijskim uvjetima tekući vosak se čisti filterima s grijanim komorama. Vosak možemo pročistiti i vrućom filtracijom.



## Posvjetljivanje i izbjeljivanje voska

**Kiseline** će vezati dio željeza koji je odgovoran za tamnjenje voska, pomažu kod razgradnje emulzija i pospješuju taloženje. Npr. dodavanjem 2-3 g koncentrirane limunske ili oksalne kiseline ili 1ml koncentrirane sumporne kiseline na 1 l vode po kg voska značajno ćemo popraviti kakvoću i izgled voska (**obavezno dodavati kiselinu u vodu a nikako obratno!**) **Reakcija kiseline i kipućeg voska je uvijek burna, pjeni se. Volumen posude koju koristimo treba biti za 1/3 veći od sadržaja.**

**Otopina vodik peroksida** koristi se za postupak izbjeljivanja voska. Dodaje se koncentrirana otopina (35%) u vrući vosak (100°C). Višak peroksida u tretiranom vosku može uzrokovati probleme farmaceutskoj industriji kod proizvodnje krema i masti.

**Izbjeljivanje.** Tretman suncem u sunčanom topioniku posvjetlit će boju voska. Da bi došlo do izbjeljivanja, vosak treba biti izložen suncu nekoliko dana. Suncem izbjeljen vosak najviše koriste slikari, arhivisti i kozmetičari.

**Kalij permanganat.** Vosak se zagrijava (u slabo kiseloj sredini) na temperaturu od oko 90°C tijekom 30 minuta u 0,01% otopini kalijeva permanganata. Postupak ponoviti s čistom vodom radi ispiranja.

## Skladištenje čistih voštanih blokova

Osušeni blokovi voska skladište se na tamno i hladno mjesto. Za najbolje čuvanje boje i mirisa mogu se skladištiti zamotani u omotni papir postavljeni na police, u spremnike od inoksa, stakla ili plastike. Time sprječavamo nastajanje „prašine“ za koju se pretpostavlja da su soli masnih kiselina iz voska. „Prašina“ će nestati topljenjem voska ili skladištenjem u toploj prostoriji.

## Proizvodnja satnih osnova

Satne osnove se proizvode na dva načina.



### Provlačenjem voštane trake kroz gravirne valjke (hladni postupak)

Provlačenje voštane trake kroz gravirne valjke bio je prvi industrijski način kojim su se proizvodile satne osnove. Prvo se voštane trake namataju na kolut koji se u drugom koraku provlači kroz gravirne valjke utiskujući mu početke radiličnih ćelija. Ovaj način proizvodnje satnih osnova najviše se koristi širom svijeta. Dobra gravura i izvrsna kvaliteta osiguravaju sveprisutnost i popularnost ove tehnologije.



### **Direktno lijevanje na gravirne valjke (topli postupak)**

Lijevanjem nastaju satne osnove koje su krhkije od hladno prešanih satnih osnova. Lijewane osnove uglavnom proizvode sami pčelari jer je takva tehnologija jeftinija i primjenjivija kod malih prerađivača.

Preveo i obradio Vlatko Milanović