

## **Stanovisko /Opinion**

*„Hodnotenie rizika premorenia nozémovkej nákazy včiel – Nosema apis a  
Nosema ceranae – v Slovenskej republike “*

*„Risk assessment of infestation of nosematosis of bees - Nosema apis a Nosema  
ceranae in Slovak Republic“*

*Doc. MVDr. Juraj Toporčák, PhD.*

*Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach*

*Komenského 73, 04181, Košice*

*juraj.toporcak@uvlf.sk*

## Obsah

<b>1. MANDÁT</b> .....	<b>5</b>
<b>2. ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Analýza rizika</b> .....	<b>14</b>
3.1. Identifikácia nebezpečenstva .....	14
3.2. Charakterizácia nebezpečenstva .....	14
3.3. Charakterizácia rizika .....	24
<b>4. Závbery a odporúčania</b> .....	<b>26</b>
<b>5. Literatúra</b> .....	<b>30</b>
<b>6. Skratky</b> .....	<b>31</b>

## Abstrakt

V poslednom desaťročí odvetvie včelárstva v rôznych krajinách na celom svete postihli rôznorodé zdravotné problémy. Okrem používania pesticídov za najväčší problém včiel sa považujú ich samotné choroby, medzi ktoré patrí aj nozematóza včiel spôsobená *Nosema apis* a *Nosema ceranae*.

Hodnotenie rizika nozematózy včiel sa týka hodnotenia zdravotného rizika (jeho dopad na populáciu včelstiev na Slovensku, finančné zaťaženie, ktoré je nutné vynaložiť na zvládnutie týchto parazitov) ale aj environmentálneho rizika (rapídne zníženie opel'ovania entomofilných rastlín a následné zníženie hektárových výnosov úrody).

In the last decade the beekeeping sector in various countries around the world is affected by a variety of health problems. In addition to the use of pesticides the biggest problem of bees are considered their own diseases, which include nosematosis of bees caused by *Nosema apis* and *Nosema ceranae*.

Risk assessment of nosematosis of bees refers to the evaluation of health risks (its impact on the population of bees in Slovakia, the financial losses) as well as environmental risk assessment (rapid reduction of entomophilous pollination of plants and the consequent reduction in crop yields per hectare).

## **Klíčové slová**

**Klíčové slová:** včely, choroby, *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, Slovenská republika

**Keywords :** honey bees, diseases, *Nosema apis*, *Nosema ceranae*, Slovak republic

## 1. MANDÁT

Experti národnej odbornej vedeckej skupiny (NOVS) pre zdravie a dobré životné podmienky zvierat predložili na 21. rokovaní Komisie pre bezpečnosť potravín a výživu návrh na hodnotenie rizika „*Hodnotenie rizika premorenia nozémovej nákazy včiel – Nosema apis a Nosema ceranae v Slovenskej republike*“.

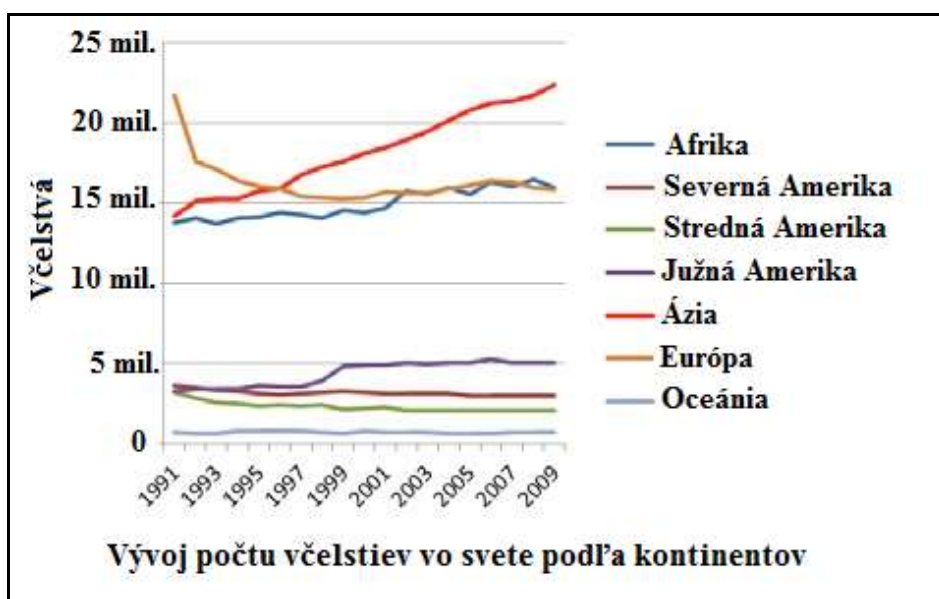
Komisia pre bezpečnosť potravín a výživu jednohlasne odporúčala návrh na hodnotenie rizika prijať a ako riešiteľa navrhla doc. MVDr. Juraja Toporčáka, PhD.

## 2. ÚVOD

Prvé informácie o včelách sme získali z ich uchovaných tiel v jantári. Ich vek sa odhaduje približne na 25 miliónov rokov. Prvá zmienka vzťahu človeka a včiel je znázornená kresbou nachádzajúcou sa v Španielsku v Pavúčej jaskyni Cauveas de la Arana pri meste Bicorp a jej vek sa odhaduje na 15 000 až 20 000 rokov. Kresba znázorňuje človeka ako vyberá med včelám z dutiny stromu.

Prvými včelármi boli Egypťania, ktorí už bežne chovali včely. O tom svedčí druhový latinský názov včely *Apis*. Mnohí grécki a rímski filozofi a spisovatelia vo svojich dielach popisujú včely (Solón, Aristoteles, Epikuros, Pappus, Cicero, Vergílius, Ovídius). Grékov sme už spomenuli, no treba doplniť, že jeden z dnešných produktov včiel, menej známy pod slovenským názvom tmel, je viac známy podľa gréckeho názvu propolis.

**Graf 1 Vývoj počtu včelstiev podľa kontinentov** (zdroj dát: FAOSTAT)



Slovenské včelárstvo má bohatú tradíciu a svojou úrovňou patrí na popredné miesto vo svete. Zdroje včelej paše v ovocných sadoch, na poliach, lúkach a v lesoch umožňujú úspešné včelárenie na väčšine územia Slovenska.

Do roku 1950 malo včelárstvo u nás malovýrobný charakter. Väčšie včelárske farmy so 60-100 včelstvami sa vyskytovali len v nepatrnom percente. Väčšina včelárov vlastnila len 1 až 10 včelstiev s nízkou výrobnou schopnosťou. Individualizmus včelárov vyvolal značné

rozdiely v názoroch na včelársku prax a na včelárske zariadenia, čo dalo podnet k vzniku viacerých typov úľov. Aj ciele včelárstva boli v minulosti iné ako sú dnes. Ľudia včelárili najmä kvôli získavaniu medu, ktorý sčasti spotrebovali v rodine a sčasti rozpredali, aby si tak uhradili výdavky spojené so včelárením.

Záujem o včelárenie vzrástol vo veľkej miere v povojnových rokoch. V roku 1950 bolo na Slovensku 180 tisíc a v roku 1970 až 410 tisíc včelstiev. Najväčší počet včelstiev, 450 tisíc, sme na Slovensku dosiahli v 90-tych rokoch. Od toho roku začali stavy včelstiev mierne klesať. V roku 2012 a 2013 sme evidovali okolo 255 tisíc včelstiev, tak v roku 2014 už 273 tisíc včelstiev.

Moderná agrotechnika dokázala, že med nie je hlavným produktom včelárstva, lebo včely dávajú oveľa väčší úžitok opelením poľnohospodárskych a lesných plodín. Tento úžitok je 9 ráz väčší než hodnota medu, vosku a ostatných včelích produktov. Z toho vyplýva, že včely majú dôležitú úlohu pri zvyšovaní poľnohospodárskej výroby.

Odhaduje sa, že včela medonosná opeluje viac ako 80 % zo všetkých entomofilných rastlín. Opelovacia činnosť včiel je najviac potrebná v oblastiach s intenzívnym poľnohospodárstvom, kde sa pestuje pohánka, slnečnica, horčica, ďatelina, lucerna, ovocné stromy, zeleniny a bavlna. Pri včasnom a kvalitnom opelení spojenom s ďalšou dobrou agrotechnikou sa zvyšujú výnosy u ovocia o 25-30 %, pohánky 40-60 %, slnečnice 40-50 %, ďateliny lúčnej o 50-75 %. Okrem toho, opelenie pomocou včiel ovplyvňuje aj lepšiu kvalitu plodov a semien. Včely sa využívajú i na kríženie východných kultivarov entomofilných plodín s cieľom výroby hybridného osiva, na ktorom sa prejavuje heterózný efekt, tzn. zvýšená životaschopnosť, vyšší výnos plodov, semena i zelenej hmoty.

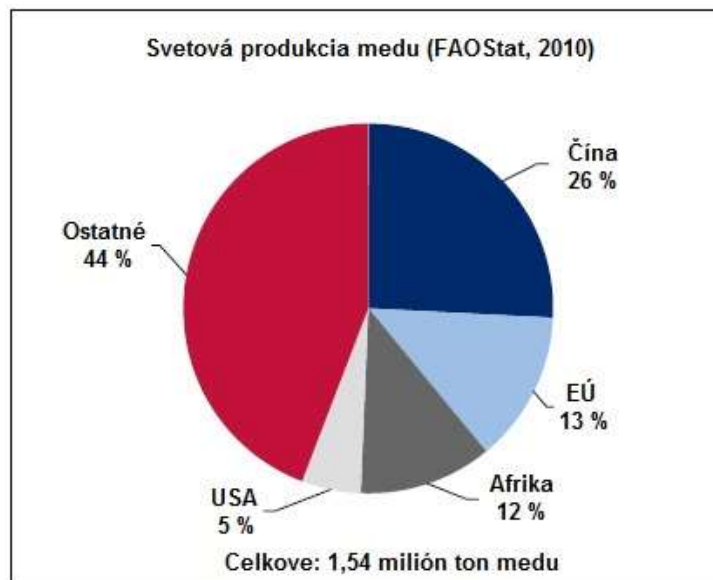
Pre opelenie entomofilných poľnohospodárskych plodín je dôležité organizovať kočovanie so včelstvami. Jedno a to isté včelstvo môže byť využité pre opelenie niekoľkých plodín rozkvitajúcich postupne na rôznych plochách.

Veľký význam má opelenie včelami aj pre prírodnú zeleň. Zeleň predstavuje vlastné podmienky pre existenciu voľného života, redukuje pôdnu eróziu a poskytuje primárnu produkciu kyslíka do atmosféry. Zeleň v miernych oblastiach, ktorá je vysoko závislá na opelení včelami, stabilizuje biosféru, upravuje klímu, slúži ako filter jedovatých substancií, reguluje čistotu vody, rozkladá odpadky, je zásobárňou genetického materiálu, poskytuje sekundárne opelovacie zdroje v susedstve poľnohospodárskych plodín a dodáva aj estetickú hodnotu.

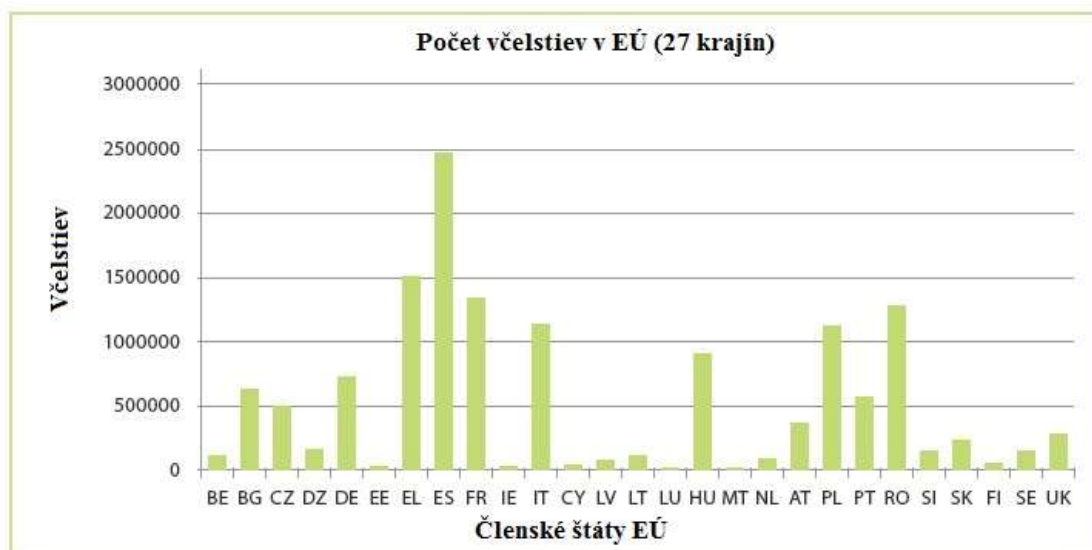
Včelie produkty rozlišujeme priame (včelí vosk, včelí jed, materská kašička) a nepriame (med, včelí peľ a propolis). Predstavujú tzv. priamy úžitok z chovu včiel. Pri hodnotení

celospoločenského významu včelárstva však nesmieme zabúdať aj na nepriamy úžitok, ktorý mnohonásobne prevyšuje hodnotu včelích produktov - opelenie poľnohospodárskych kultúr, ako aj význam pri zmysluplnom naplnení voľno časových aktivít a pri agropodnikaní.

**Graf 2 Svetová produkcia medu** (zdroj dát: FAOSTAT)



**Graf 3 Počet včelstiev v krajinách, ktoré patria do EÚ** (zdroj dát: FAOSTAT)



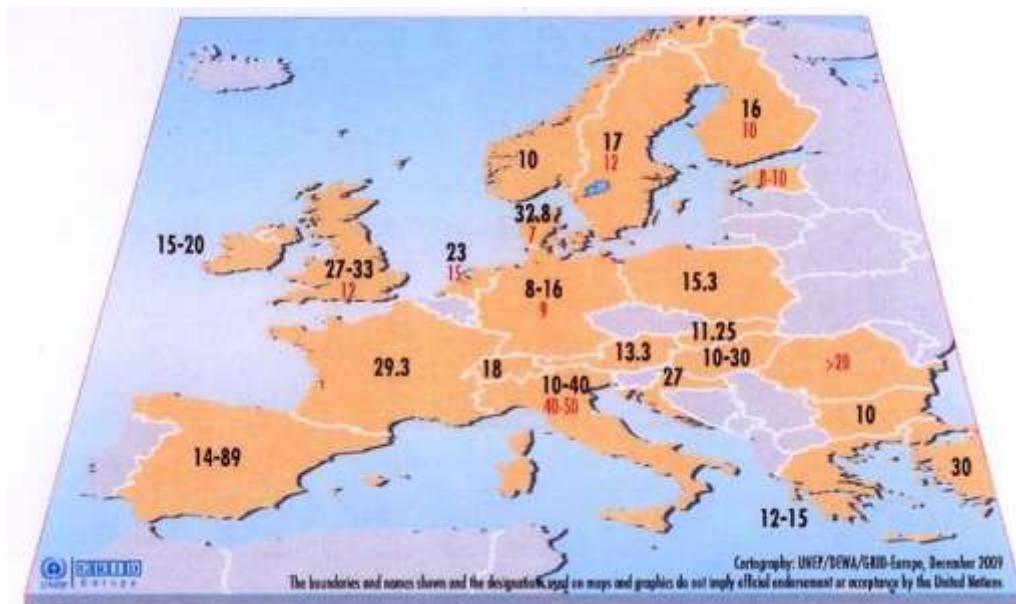
Od roku 2003 boli v Európe a v Amerike zaznamenané vysoké straty včelstiev. V roku 2006 bol zavedený termín Colony Collapse Disorder (CCD), ktorý sa značil charakterizovať



vzniknutý jav u včiel. CCD je charakterizovaný tým, že dochádza k rýchlej strate dospelých včiel zo včelstva. Žiadne mŕtve včely sa nenachádzajú vo vnútri úľa alebo v jeho tesnej blízkosti. V konečnej fáze kolapsu, je prítomná len matka s malou hŕstkou novo vyliahnutých dospelých včiel. V takýchto včelstvách často nachádzame značné množstvo zaviečkovaného plodu a medné zásoby.

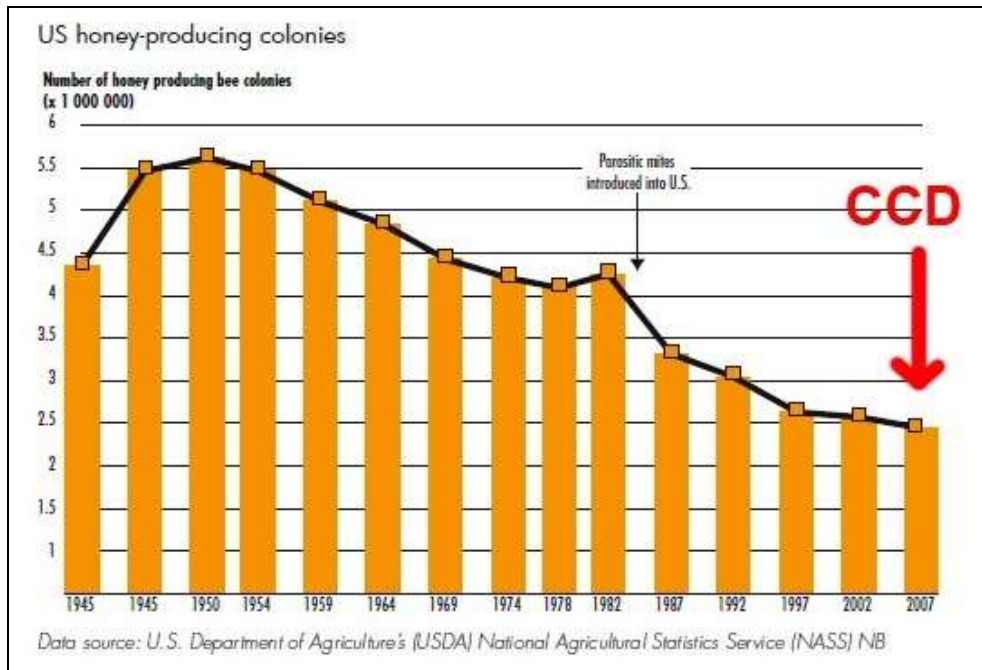
V Spojených štátoch včelári vykázali 38 % priemerné straty včelstiev počas zimného obdobia 2006-2007. Príčina CCD nebola konkrétne určená, avšak mnoho teórií zahrňovalo hladovanie, mikroorganizmy, klieštiky (*Varroa*), elektromagnetické žiarenie alebo účinok pesticídov.

**Mapa 1 Úhyn včelstiev v Európe (podľa UNEP)**

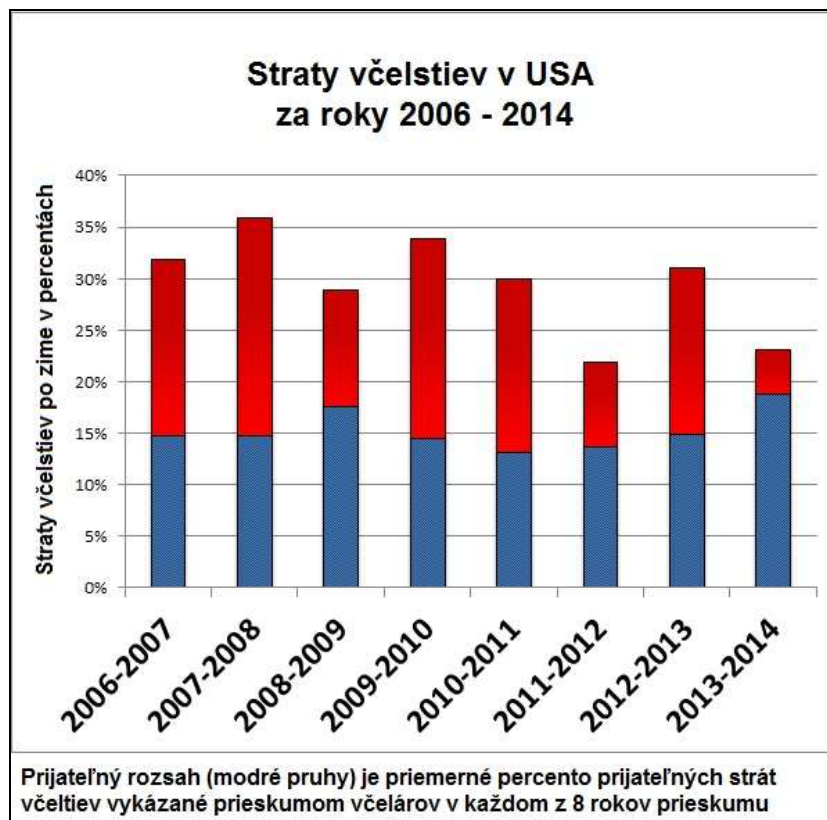


V roku 2010 vydalo OIE tlačovú správu k veľkým úhynom včelstiev na svete. Táto úmrtnosť včiel a nárast včelích chorôb sa stala prioritou OIE, a preto riešenie tohto problému zahrnula vo svojom strategickom pláne na roky 2011 – 2015.

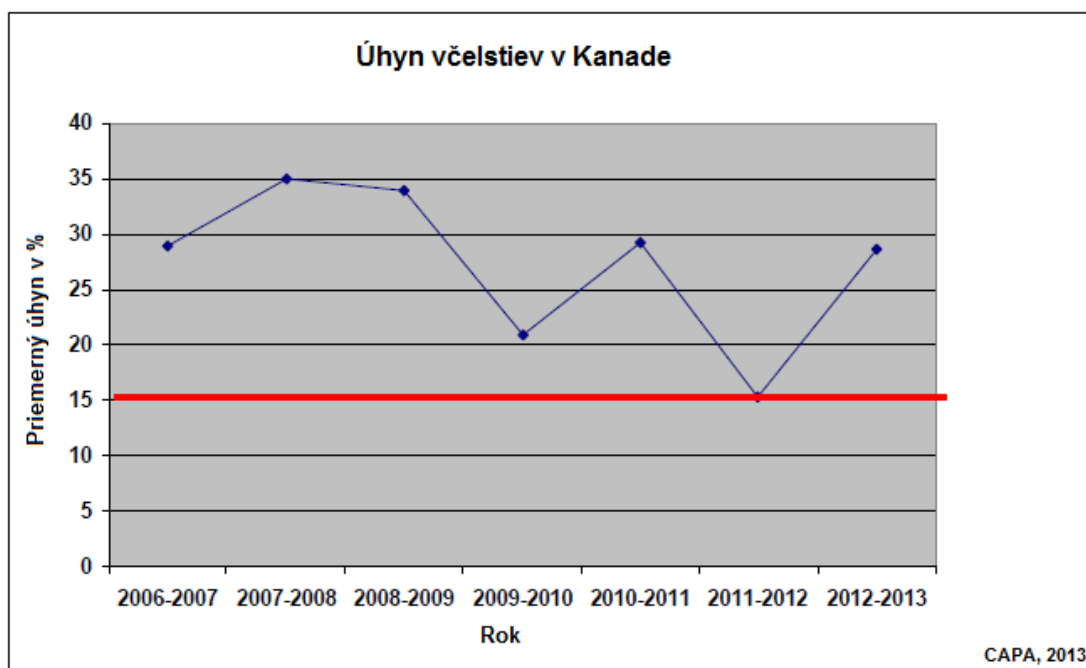
Graf 4 Pokles včelstiev v USA od roku 1945 do 2007 (podľa USDA)



Graf 5 Úhyn včelstiev v USA od roku 2006 do 2014 (podľa USDA)



**Graf 6 Úhyn včelstiev v Kanade od roku 2006 do 2014** (podľa CAPA National Survey Committee and Provincial Apiarists)



Dôležitá úloha včiel sa dá taktiež vyjadriť aj ekonomickým odhadom, lebo tieto opelovače prispievajú najmenej 22,0 miliardami euro ročne pre európske poľnohospodárstvo, pretože 84 % poľnohospodárskych plodín a viac ako 80 % divo rastúcich kvetov v EÚ si vyžaduje opelenie hmyzom.

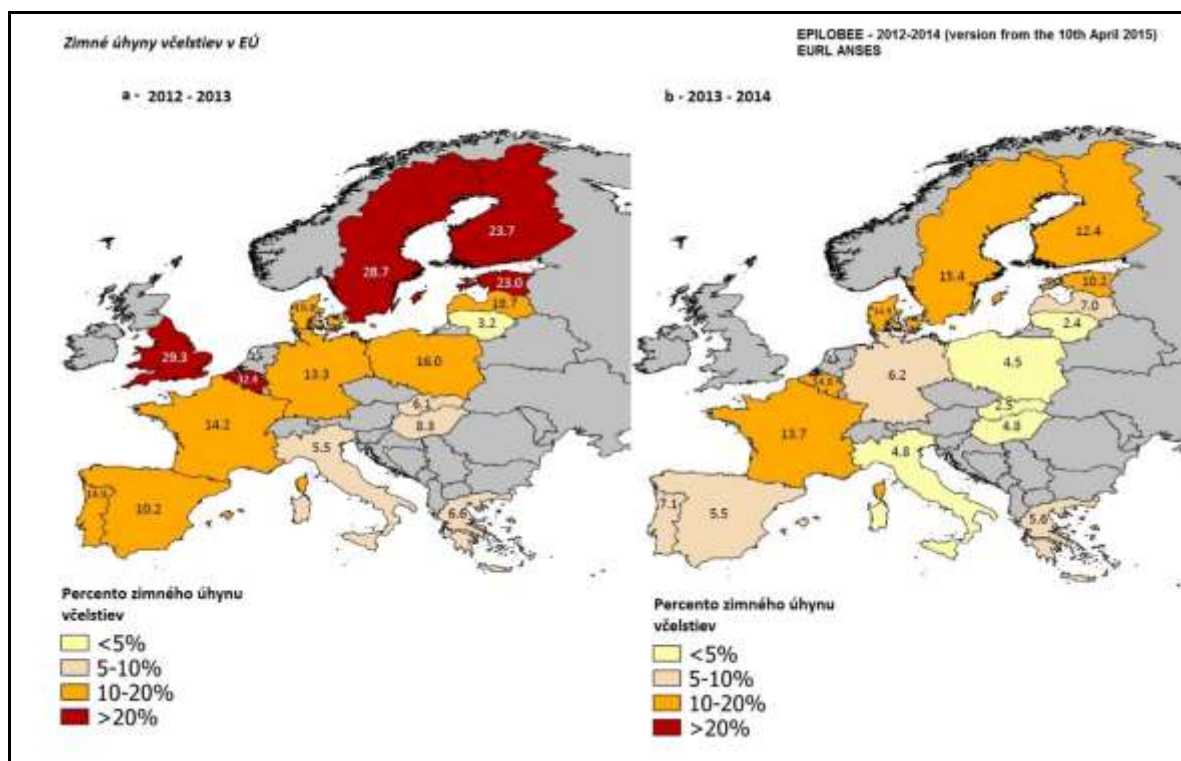
V USA sa (podľa Cornell University) odhaduje ročný zisk z opelovacej činnosti včiel na 14 miliárd dolárov a 130 miliónov dolárov z predaja medu.

V roku 2012 sa v USA konalo zasadnutie National Stakeholder Conference on Pollinator Health, kde sa konštatovalo, že v roku 1947 bolo v USA 6 miliónov včelstiev a od tohto času dochádza k nezastaviteľnému poklesu včelstiev.

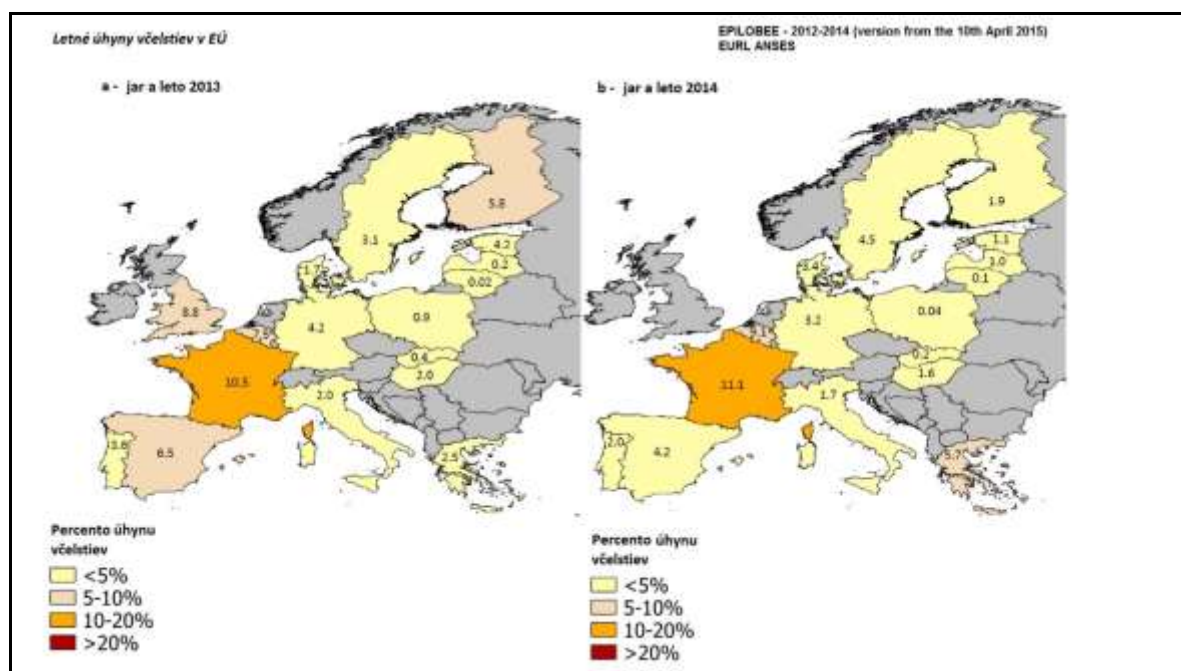
V roku 1970 bolo 4 milióny a roku 1990 len 3 milióny včelstiev. V súčasnom období sa vyskytuje približne 2,5 milióna včelstiev v USA.

Z najnovších informácií získaných z práce Epilobee „A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2014“ vypracovanou European Union Reference Laboratory for honeybee health (Chauzat, 2015).

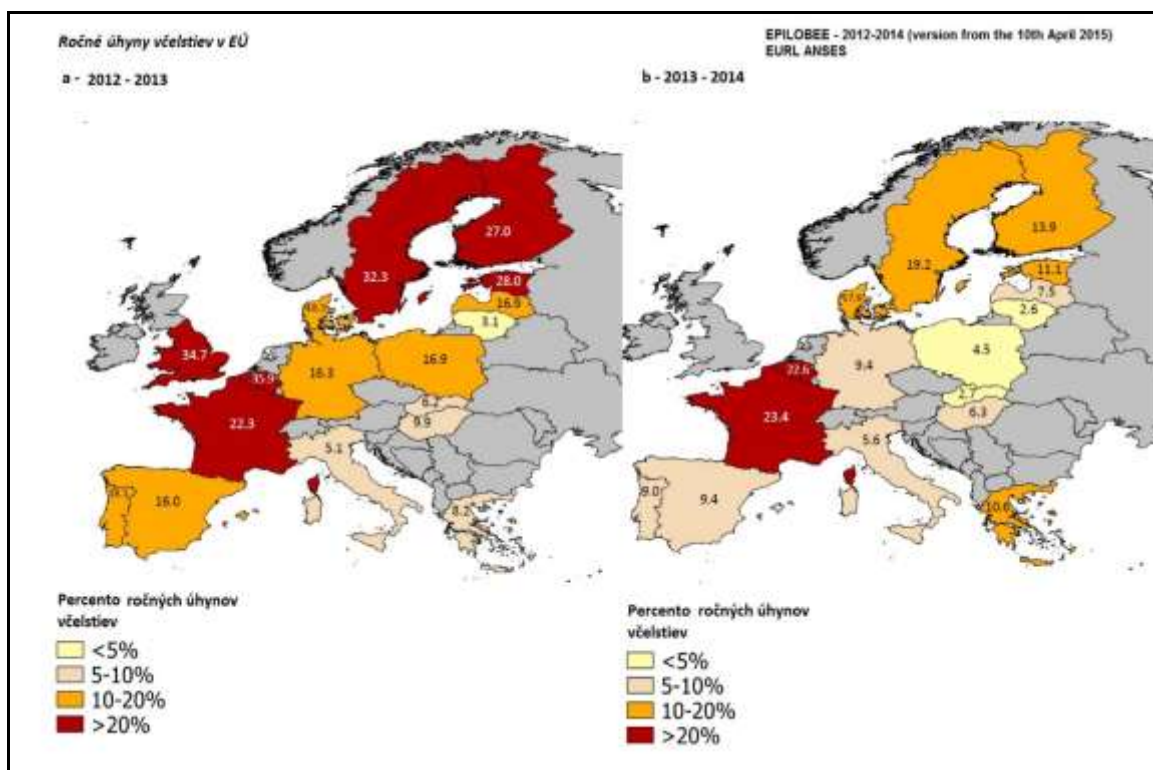
**Mapa 2 Percentuálny úhyn včelstiev počas zimy v rokoch 2012 – 2013 a 2013 – 2014 (podľa EPILOBEE, 2015)**



**Mapa 3 Percentuálny úhyn včelstiev počas leta v rokoch 2013 a 2014 (podľa EPILOBEE, 2015)**



**Mapa 4** Percentuálny ročný úhyn včelstiev počas leta v rokoch 2012 - 2013 a 2013 - 2014  
(podľa EPILOBEE, 2015)



### 3. ANALÝZA RIZIKA

#### 3.1. Identifikácia nebezpečenstva

Nozéma patrí medzi najrozšírenejšie parazity postihujúce bezstavovce, ale aj stavovce, včetine človeka. Nozémová nákaza včiel je známa už viac ako storočie a pôvodca bol nazvaný ako *Nosema apis*. Nozéma postihuje aj ďalší hmyz, napríklad *Nosema vespula* (osa), *Nosema bombi* (čmeliak), *Nosema oulemae* (chrobák), *Nosema trichoplusiae* (motýľ *Trichoplusia*), *Nosema furnacalis* (motýľ *Ostrinia furnacalis*), *Nosema necatrix* (motýľ *Mythimna unipuncta*) alebo *Nosema bombycis* (priadka morušová). Podobne iný druh nozémy môže spôsobovať u cicavcov vážne ochorenia (napr. *Encephalitozoon cuniculi* u zajacov).

#### Obrázok 1 Spóry *Nosema bombi* u čmeliakov



Do roku 2006 sa mikrosporídie považovali za protozoa avšak od roku 2006 sa zaraďujú do ríše húb (plesní). Zaradenie sa uskutočnilo na základe zistenia počtu génov.

#### 3.2. Charakterizácia nebezpečenstva

Nozémová nákaza včiel je choroba dospelých včiel a nie je zaradená medzi nebezpečné nákazy včiel (OIE). Patrí medzi najrozšírenejšie choroby včiel (*Apis mellifera* a *Apis cerana*).

Vedecké zaradenie dvoch najvážnejších parazitov rodu *Nosema* (*Nosema apis* a *Nosema ceranae*) je nasledovné:

<p><b>Nosema apis</b></p> <p><b>Vedecké zaradenie</b></p> <p>Ríša: Fungi</p> <p>Kmeň: Zygomycota</p> <p>Trieda: Dikaplophasea</p> <p><b>Microsporidia</b></p> <p>Rad: Dissociodikaplophasida</p> <p>Podrad: Nosematioidea</p> <p>Čelad': Nosimatidae</p> <p>Rod: <b>Nosema</b></p> <p>Druh: Nosema apis</p> <p><b>Vedecký názov</b></p> <p><i>Nosema apis</i></p> <p>Zander, 1909</p>	<p><b>Nosema ceranae</b></p> <p><b>Vedecké zaradenie</b></p> <p>Ríša: Fungi</p> <p>Kmeň: Zygomycota</p> <p>Trieda: Dikaplophasea</p> <p><b>Microsporidia</b></p> <p>Rad: Dissociodikaplophasida</p> <p>Podrad: Nosematioidea</p> <p>Čelad': Nosimatidae</p> <p>Rod: <b>Nosema</b></p> <p>Druh: Nosema ceranae</p> <p><b>Vedecký názov</b></p> <p><i>Nosema ceranae</i></p> <p>Fries et al., 1996</p>
---	--

Choroba bola pozorovaná od druhej polovice 19. storočia, avšak až Zander v roku 1909 poukázal na malé oválne telieska v epiteliálnych bunkách žalúdka včiel, ktoré sú pôvodcami hnačkovania včiel. Pôvodcu choroby nazval *Nosema apis*. Avšak od roku 1996 bola objavená *Nosema ceranae*.

### NOSEMA APIS

*Nosema apis* vytvára trvalú formu, spóru, ktorá meria 4-6 µm x 2-4 µm. Vo vnútri sa nachádza zárodok (sporont), ktorý je dvojjadrový, s dlhým, špirálovite stočeným pólóvým vláknom.

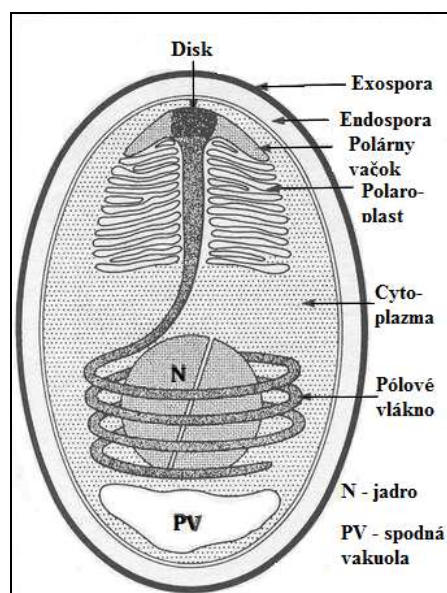
### CHARAKTERISTIKA NOSEMA APIS

Nosema apis	
Meno	<i>Nosema apis</i> Zander
Čo je to	mikrosporídium, parazit dospelých včiel ktoré invaduje epiteliálne bunky žalúdka
Počítanie spór	haemocytometrom
Mikroskopické zväčšenie	350-600x
Veľkosť spór	4-7 µm dlhé a 2-4 µm široké, zdanlivo transparentné ale so zreteľne tmavým okrajom a s 18-44 slučkami a 2 radmi polárnych vlákien

Životaschopnosť spór ( <i>Nosema apis</i> )	
Vo výkaloch	Viac ako 2 roky
V mede	Viac ako 1 rok
30-34°C	Optimálny rast
< 10°C	Vývoj sa zastaví
> 37°C	Zabije vegetatívne formy
49°C	Zabije spóry, ak pôsobí 24 hodín
> 60°C	Zabije spóry, ak pôsobí aspoň 15 minút

K nakazeniu dochádza alimentárnou cestou, v žalúdku sa zo spór uvoľnia nepravidelne meňavkovité planonti veľké 2,8 µm, ktoré cez pólové vlákna prenikajú do epiteliálnych buniek žalúdka kde parazitujú a rozmnožujú sa.

**Obrázok 2** Zloženie spóry *Nosema sp.* (<http://user.mendelu.cz/apridal>)

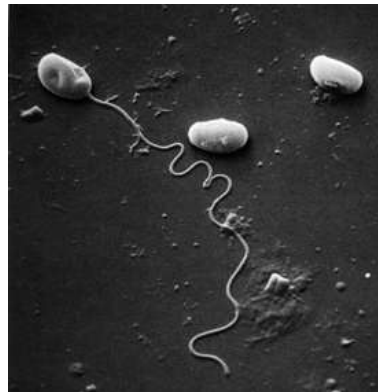


V ameboidnom zárodku dôjde k splynutiu jadier a táto primárna forma sa nazýva planont. V bunkách žalúdočnej výstelky dorastajú planonty na guľaté schizonty, ktoré majú 1 až 5 jadier. Schizonty sa rozpadnú na jednojadrové merozoity. Z merozoitov sa vyvíjajú dvojjadrové štádiá - diplokarya, spájajúce sa do krátkych retiazok, s jadrami tesne pri sebe. Plazma, ktorá obklopuje tieto dvojice, sa odškrucuje. Zložitý nepohlavný vývin pokračuje



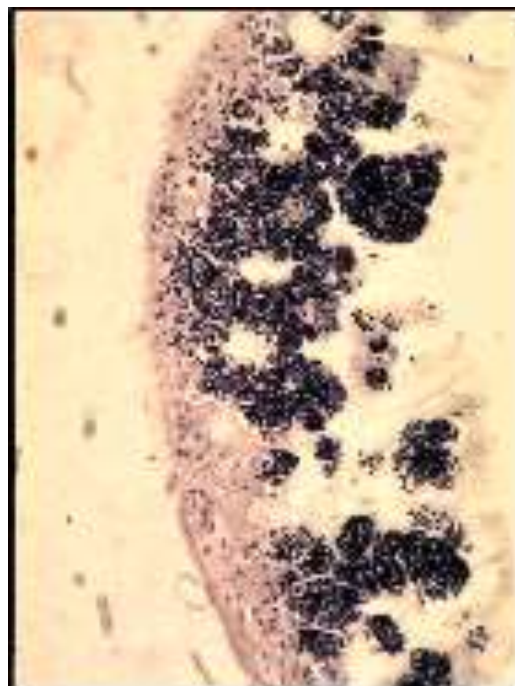
štádiami mitóz až vzniknú dva jednojadrové spóroblasty. Po rozdelení jednojadrových spóroblastov vznikajú oválne spóry. Celý vývinový cyklus trvá u včely 7 dní.

**Obrázok 3** *Nosema apis* s pólovým vláknom (Larsson, 1981).



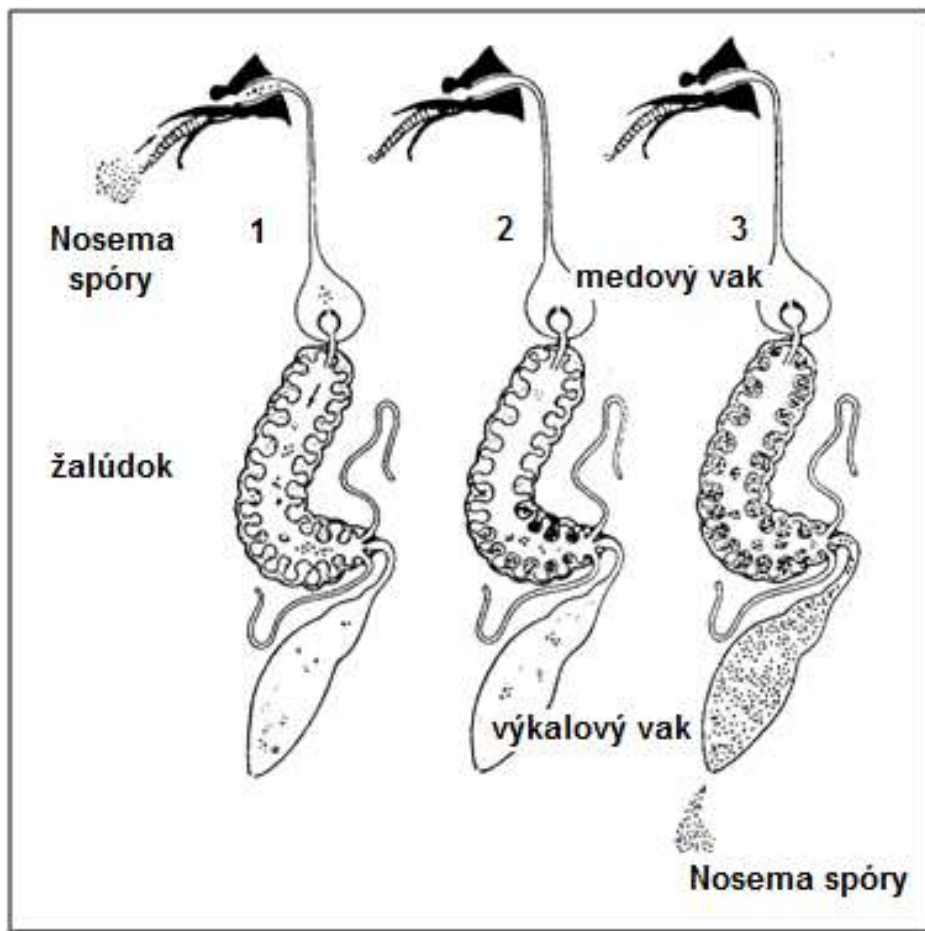
Počas prvých piatich dní po invázii môže dôjsť v dôsledku porušenia črevnej bariéry k prestúpeniu saprofytických baktérií z tráviaceho traktu do hemolymfy včiel a k hynutiu včiel na septikémiu.

**Obrázok 4** Spóry *Nosema apis* v epiteliálnych bunkách (Penn State University)



Napadnuté bunky črevného epitelu strácajú plazmu a prestáva sa tvoriť peritrofitická membrána. Tým dochádza k porušeniu činnosti žalúdka a k nedokonalému tráveniu. Tým sa plne nevyužije potrava, hlavne bielkoviny a glycidy. Glycidy predovšetkým v zimnom období zaťažujú výkalový vak a spôsobujú hnačku včiel.

**Obrázok 5** Priebeh nozémovej nákazy (podľa Morgenthalera)

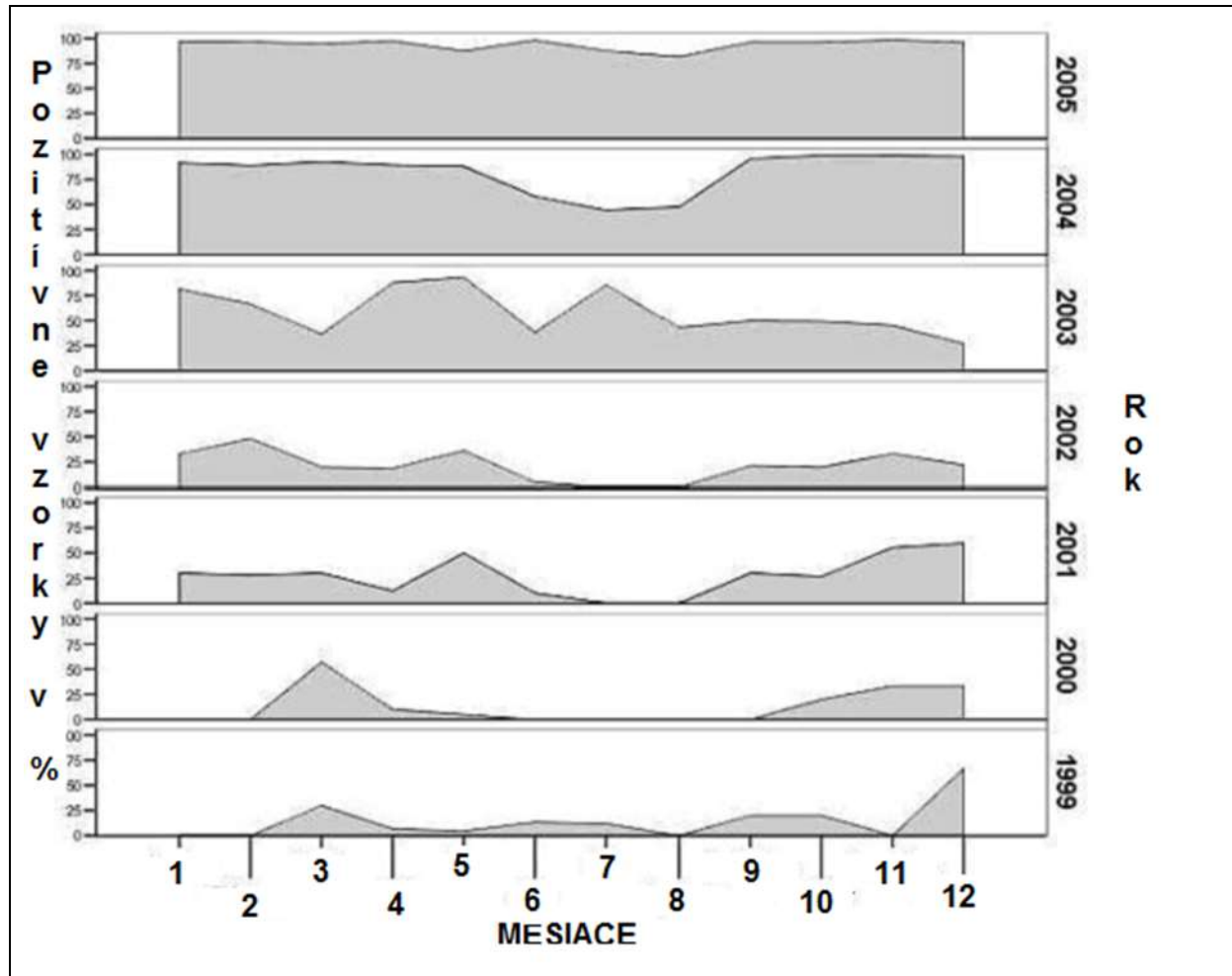


1. Spóry prenikajú cez ústa, pažerák, prednú časť žalúdka do zadnej časti.
2. Infekcia žalúdočných buniek začína v zadnej časti. Niekoľko spór je už v rekte.
3. Celý epitel zadnej časti žalúdka ako aj rektum sú preplnené spórami.

Matkám postihnutých nozémovou nákazou atrofujú ovária v dôsledku zníženej schopnosti tráviť bielkoviny. U robotníc hypoproteinémia spôsobuje atrofiu hltanových (faryngeálnych) žliaz, čo má za následok neschopnosť týchto robotníc kŕmiť plod a matku.

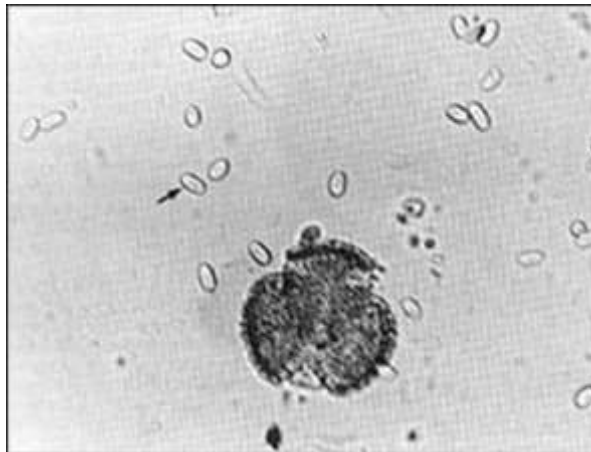
Taktiež takéto robotnice rýchlejšie starnú. V samotnom včelstve sa choroba najviac šíri koprofágiou - tzn. požíraním výkalov.

**Obrázok 6** Percento pozitívnych vzoriek nozémy v mesačných intervaloch v Španielsku v rokoch 1999-2005 (Martin-Hernandez, et al., 2007)



**DIAGNÓZA** - presná diagnóza sa určí laboratórnym vyšetrením. K vyšetreniu sa zasielajú čerstvo uhynuté včely s prejavmi klinického ochorenia alebo podozrivé z neho. U čerstvo uhynutých včiel môžeme vyšetřovať jednotlivé výkaly získané miernym stlačením zadočku včely. Pri skupinovom vyšetrení odstrihneme 30 zadočkov včely do trecej misky, pridáme 5 ml destilovanej vody, dobre rozotrieme a suspenziu nakvapkáme na podložné sklíčko. Po prikrytí krycím sklíčkom pozorujeme pri 400 až 600 násobnom zväčšení. V pozitívnom materiály diagnostikujeme zeleno fluoreskujúce oválne spóry. Diferenciácia oboch patogénov *Nosema apis* and *Nosema ceranae* je veľmi náročné, vyžaduje genetické metódy použitím PCR.

**Obrázok 7 Spóry *Nosema apis* u včiel v svetelnom mikroskope (Fries, I.)**



V svetelnom mikroskope sú spóry oboch druhov nosemy veľmi podobné a preto je ich diferenciálna diagnostika nemožná. Je to dané chýbaním jasných morfológických charakteristík pre druhové rozlíšenie. Jedine technika používajúca molekulárne markery môže pomôcť v diagnostike a identifikácii včelích mikrosporídií. Technika využívajúca PCR je veľmi citlivá metóda pre detekciu mikrosporídiovej infekcie, pretože je schopná dokázať všetky štádiá jeho vývojového cyklu.

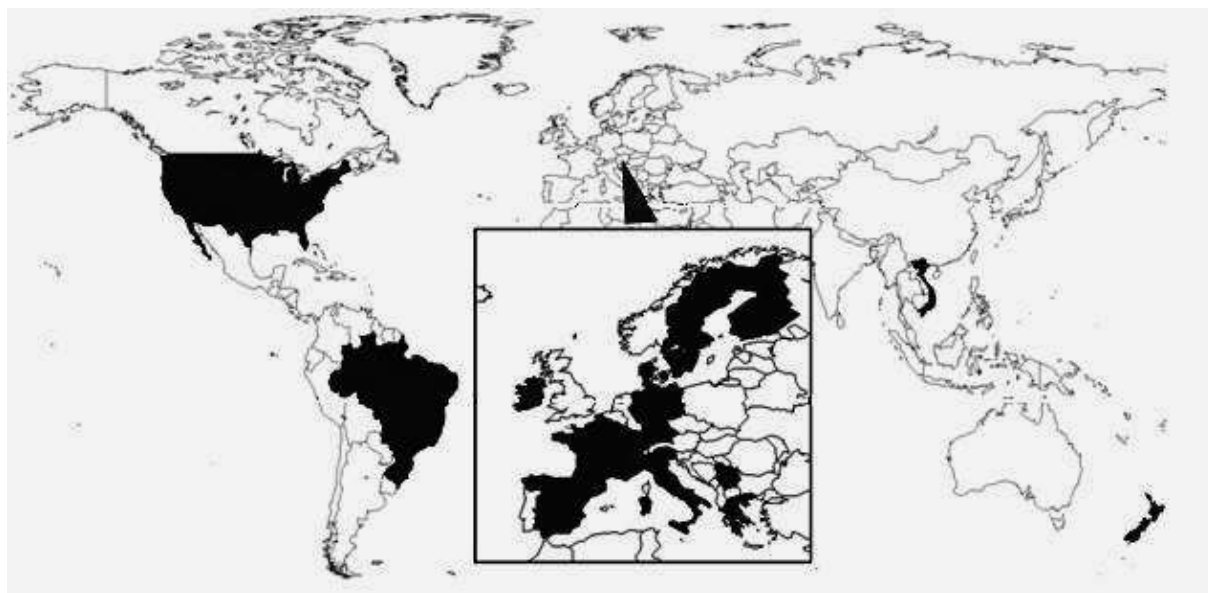
**Obrázok 8 Spóry *Nosema apis* a *Nosema ceranae* u včiel v svetelnom mikroskope (Rudd, R. and Randy, O.)**



## NOSEMA CERANAE

*Nosema ceranae* bola prvý raz objavená v roku 1996 profesorom Ingemarom Friesom (Švédska poľnohospodárska univerzita v Uppsale) pri návšteve Číny vo včelách *Apis cerana*. Rozdiel medzi dvoma mikrosporídiami *Nosema apis* a *Nosema ceranae* je v ich ultraštruktúre a genetike. Predpokladalo sa, že *Nosema ceranae* postihuje len včely *Apis cerana*, avšak v roku 2005 na Taiwane objavili *Nosema ceranae* aj na *Apis mellifera*. Následne v Španielsku v roku 2005 dr. Mariano Higes objavil *Nosema ceranae* aj na *Apis mellifera* (vo vzorkách včiel z roku 2004, kde 90 % vzoriek obsahovalo *Nosema ceranae* a v roku 2005 až 97 % vzoriek bolo pozitívnych). V roku 2006 potvrdili výskyt *Nosema ceranae* aj vo Francúzku, Nemecku a Švajčiarsku.

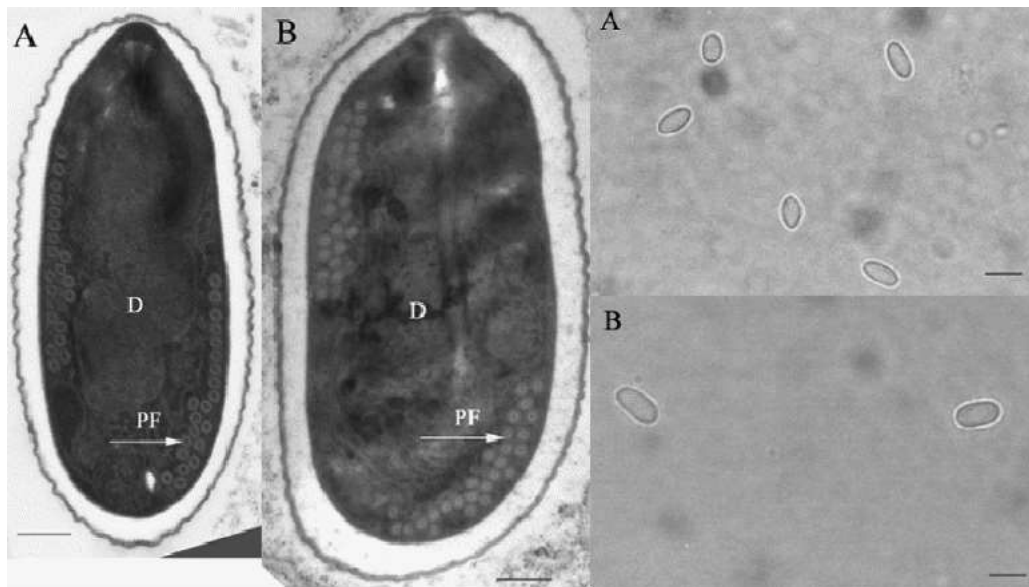
**Mapa 5 Výskyt *Nosema ceranae* na svete (Klee et al., 2007)**



Najhlavnejším rozdielom medzi oboma nozémami je rýchlosť *Nosema ceranae* spôsobiť úhyn včelstva. Včely uhynú do 8 dní po napadnutí spórmi *Nosema ceranae*, čo je oveľa rýchlejšie ako u *Nosema apis*. Tak sa zdá, že hlavne lietavky sú najviac postihnuté, pretože po opustení včelstva sa nevracajú späť do úľa. Zanechávajú slabé včelstvo, ktoré sa svojimi symptómami podobá CCD (Colony collapse disorder – symptóm zrútenia sa včelstva) opísanej v USA.

**Morfologická charakteristiky** - *N. ceranae* sa odlišuje od *N. apis* podľa Friesa a kol. (2006) tým, že v prvom rade veľkosť spór je málo menšia u *N. ceranae* (A) ako u *N. apis* (B). *N. ceranae* má menší počet závitov pólového vlákna ako *N. apis*.

**Obrázok 9 Porovnanie spór *N. ceranae* (A) a *N. apis* (B) elektrónovým a svetelným mikroskopom (Fries a kol., 2006)**



Infikované včely často neprejavujú typické symptómy choroby alebo aj keď sa vyskytujú, nie sú špecifické pre nozémovú nákazu a môžu byť pripisované iným chorobám včiel. Ku klasickým symptómom patria: zmenšenie populácie včelstva - môže to byť veľmi rýchle alebo nepatrné a často sa nazýva ako „jarné zoslabenie“ vyskytujúce sa v 8 až 9 mesiaci. U silne infikovaného včelstva rapidný pokles mednej znášky. Nachádzame uhynuté včely na letáci. Nie je to bežné ale dochádza k úhynu letaviiek mimo úľ, žalúdok včiel je sivasto biely.

Keď včela medonosná *Apis mellifera* bola pred 50. rokmi introdukovaná do Ázie, dostala sa do blízkeho kontaktu s domácou včelou indickou *Apis cerana* a tým aj s parazitom *Varroa jacobsoni*. Následná adaptácia na nového vhodného hostiteľa mohla viesť ku genetickým zmenám, ktoré mohli mať viac menej rôzne vplyvy na nového hostiteľa. Toto malo za následok vznik nového druhu klieštika *Varroa destructor* na *Apis mellifera*. Podobným spôsobom, pri kontakte dvoch hostiteľských druhoch, mohlo mať odzvu pre mikrosporídiové infekcie. Exportovanie *Apis mellifera* do celého sveta má súvisí s roznesením *Nosema apis* ako parazita tráviaceho traktu včiel nie len u *Apis mellifera* ale aj ako parazita *Apis cerana*. Pre tohto ázijského hostiteľa bol opísaný v roku 1996 nový parazit *Nosema ceranae* na základe génových sekvencií a ultraštruktúrnych znakov. O tomto parazite sa domievalo, že je viazaný na svojho hostiteľa a že je geograficky limitovaný na Áziu. Avšak následne bolo zistené, že môže infikovať *Apis mellifera* nie len v Ázii ale aj v Európe.

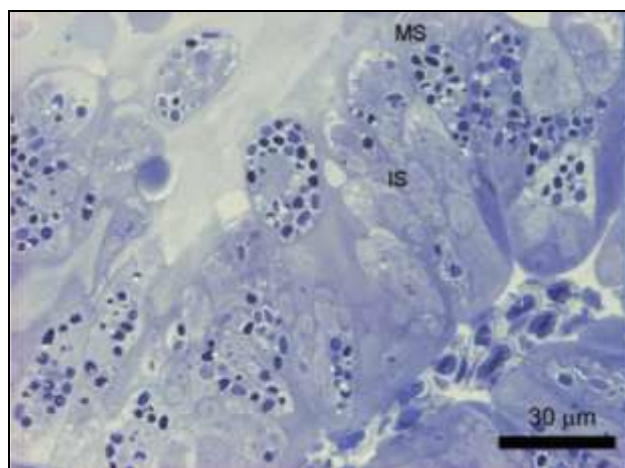
*Nosema apis* a *Nosema ceranae* majú podobný vývinový cyklus. Dospelé včely sa nakazia spórami nozémy kontaminovanou vodou alebo potravou, výmenou potravy s inými včelami alebo pri ich pracovných povinnostiach pri čistení kontaminovaných plástov. Následne spóry sa rozmnožujú v epiteliálnych bunkách žalúdka včiel a produkujú veľké množstvo nových parazitov, pričom likvidujú epiteliálne bunky a nakoniec sú vylučované do výkalov.

Robotnice, matky ale aj trúdi sú vnímavý na infekciu spór nozémy, ktoré sú životaschopné dlhú dobu v jednotlivých častiach úľa.

***Nosema ceranae* vykazuje niektoré odlišnosti** - zmeny v tráviacom trakte, pozorované u postihnutých včiel, boli oveľa vážnejšie ako je známe u infekcii s *Nosema apis*, ktoré súviseli s obzvlášť ťažkými a rozľahlými bunkovými léziami. Na druhej strane klasické symptómy choroby chýbali ako napríklad hnačkovanie, sťažený pohyb, nápadné prípady úhynov v blízkosti včelnice. Ako dôvod neustáleho znižovania počtu včiel vo včelstve súvisí s infekciou hlavne lietaviek, ktoré sa nevrátia späť do včelstva a hynú mimo svoj úľ.

Novo vyhliahnuté včely sú vždy bez infekcií a preto k infekcii dochádza len krmením včelou. Spóry infikujú epiteliálne bunky tak, že vegetatívne formy sú vpravené do buniek pomocou polárneho vlákna. Akonáhle sa nachádza v bunke, vegetatívna bunka sa zväčšuje do veľkosti a rozmnožuje sa. Po 6 až 10 dňoch infikovaná epiteliálna bunka žalúdka včiel je zaplnená novými spórmi. Epiteliálna bunka je uvoľnená do žalúdka, kde praská uvoľnenými tráviacimi enzýmami. Pri uvoľnení infikovaných epiteliálnych buniek v žalúdku včely a po ich prasknutí sa do obsahu žalúdka uvoľní až 30 – 50 miliónov infekčných spór nozémy.

**Obrázok 10** Infikované tkanivo tráviaceho traktu včely spórmi *Nosema ceranae* (Highes, M., 2009)



Spóry nozémy sú rozšírené ku ďalším včelám vo včelstve prostredníctvom výkalov z infikovaných včiel. Choroba narušuje zažívanie peľu a preto sa skrakuje dĺžka života včiel.

V oveľa väčšej miere postihuje robotnice ako trúdov alebo matku. Predpokladá sa, že je to dané následkom čistiacej aktivity mladých včiel (trúdi a matka sa na čistení nepodieľajú). Nozémou infikované včely nie sú v kontakte s matkou a ani ju nekrmia tak ako zdravé včely. Preto matka uniká infikovaniu ale ak dôjde k jej infekcii, tak dochádza ku degenerácii vaječníkov a jej kapacita kladenia vajíčok je redukovaná následkom atrofie oocytov. Matka, ktorá sa infikovala spórmi nozémy v období chovu plodu je vymenená včelami.

Sezónny trend klasickej infekcie ukazuje nízku infekciu počas leta s miernym nárastom na jeseň. K pomalému zvýšeniu infekcie dochádza počas zimy. Avšak k hlavnému prepuknutiu dochádza v jarnom období, kedy dochádza k rapídному nárastu infekcie vo včelstve. Je to spôsobené začínajúcim plodovaním a obmedzenými lietacími aktivitami včiel. Ak takéto včelstvá nie sú preliečené, môže to spôsobiť výmenu matky vo včelstve, zimný úhyn, znižovanie výnosu medu a celkové zoslabovanie včelstva.

### **3.3. Charakterizácia rizika**

#### **Dopad *Nosema apis* na včelstvo:**

- staršie včely (lietavky) hynú veľmi rýchlo pri silnej infekcii – dĺžka života týchto včiel sa skrakuje na polovicu,
- mladšie včely preberajú ich povinnosti pri zháňaní a prísune nektáru a peľu,
- s menším počtom včiel vo včelstve je ťažké udržiavať teplotu plodu,
- hypofaringeálne žľazy infikovaných mladušiek nie sú úplne vyvinuté, čo vedie že až z 15 % vajíčok sa nevyvinie „dospelá“ larva,
- ťažko infikované matky prestanú klásť vajíčka a uhynú po niekoľkých týždňoch, hnačkovanie sa zhoršuje,
- vo vážnych prípadoch nozémovej nákazy včelstvo môže eventuálne uhynúť.

#### **Dopad *Nosema ceranae* na včelstvo:**

Pretože *Nosema ceranae* je novo objavený patogén pre včely, úplný dopad infekcie ešte nie je úplne odhalený. Avšak niektoré pozorovania už boli zistené:



- *Nosema ceranae* usmrtí včely do 8 dní - čo je oveľa rýchlejšie ako pri infekcii *Nosema apis*,
- väčší úhyn počas jesene/zimy,
- znížená produkcia medu,
- nevyskytuje sa hnačka u včiel alebo ich malátne lezenie, tak ako u infekcii *Nosema apis*,

**Graf 7 Výskyt nozematózy vo včelstvách v USA od roku 1984 do 2011**



## 4. ZÁVERY A ODPORÚČANIA

**Medzi základné opatrenia pri nozémovej nákaze patria:**

- zozbieranie a spálenie mŕtvych a chorých včiel,
- vytočenie medu, zriedenie s vodou v pomere 1 : 1 a 15 minútové prevarenie (až takto môžeme takýto med použiť pre včely),
- staršie pláсты vytopíme na vosk a môžu sa použiť na výrobu medzistienok, svetlé pláсты môžeme dezinfikovať,
- úle a rámičky po mechanickom očistení dezinfikujeme teplom (napríklad dezinfekcia teplom 49 °C počas 24 hodín),
- kontrola zdravotného stavu včelstiev pre chovateľov matiek.

Do roku 2002 sa na terapiu, ale aj na prevenciu používalo antibiotikum fumagilin, produkované plesňou *Aspergillus fumigatus*, ktoré zasahuje do syntézy DNA parazita, a preto pôsobí len na vývojový cyklus, nie na spóry. Dovedy sa choré včelstvá liečili prípravkom Fumagillin DCH pulvis. V súčasnom období nie je možné používať v krajinách Európskej únie žiadne antibiotikum a preto nie je možné používať ani fumagilin.

**Obrázok 11 Fumagillin DCH pulvis AUV**

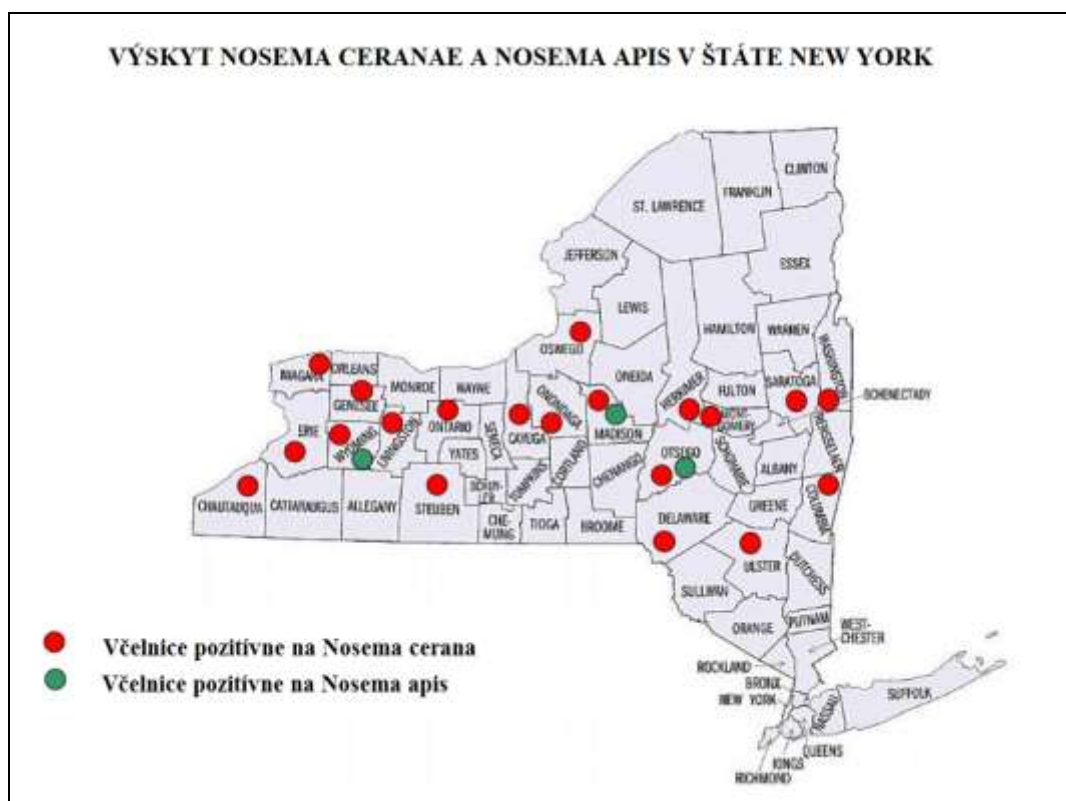


Podľa názorov zo Španielska by sa mal fumagilin vrátiť na trh Európskej únie na liečenie nozémovej nákazy. Avšak reakcia Bruselu je jednoznačne proti a je pre striktné dodržiavanie

nariadení EÚ zakazujúce používanie akýchkoľvek antibiotík do včelárskej praxe. V USA sa vyskytujú názory, že fumagilin môže hrať v blízkej budúcnosti dôležitú úlohu pri zvládnutí *Nosema ceranae*, pretože sú toho názoru, že práve *Nosema ceranae* môže byť príčinou CCD.

V posledných rokoch v mnohých krajinách sveta upozorňujú na väčší výskyt *Nosema ceranae* v porovnaní s výskytom *Nosema apis* vo vzorkách uhynutých včiel, čo napovedá, že v budúcnosti sa dá očakávať oveľa väčší problém v porovnaní s predchádzajúcim obdobím.

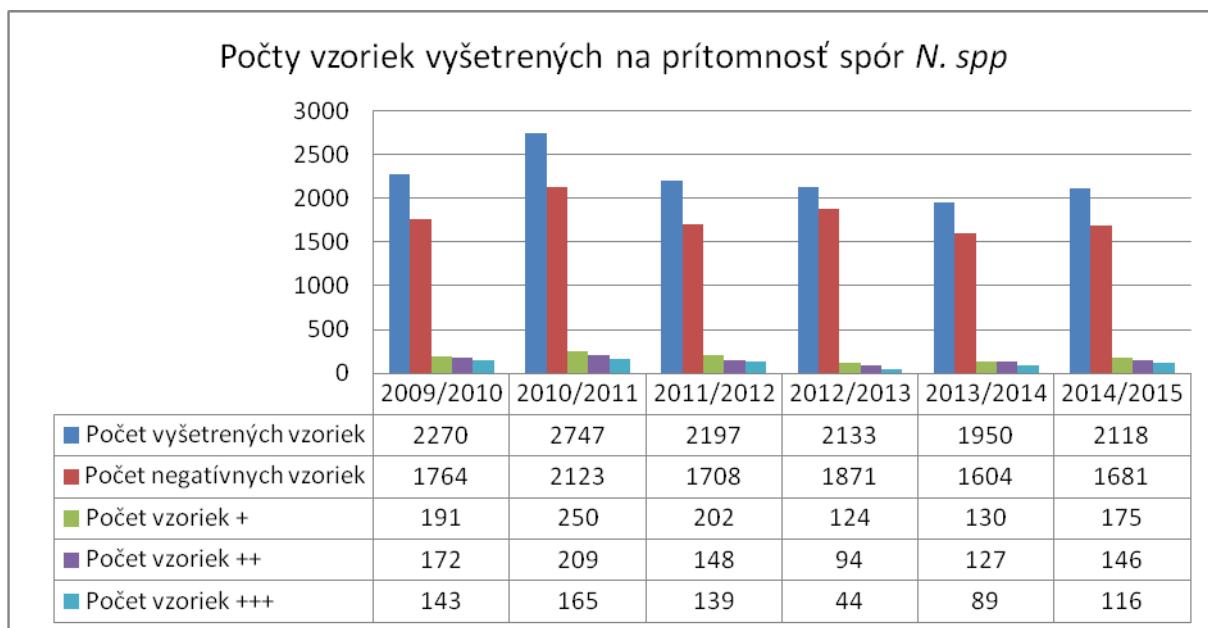
**Mapa 6 Pomer výskytu *Nosema ceranae* a *Nosema apis* v štáte New York (Szalanski, A.L., 2010)**



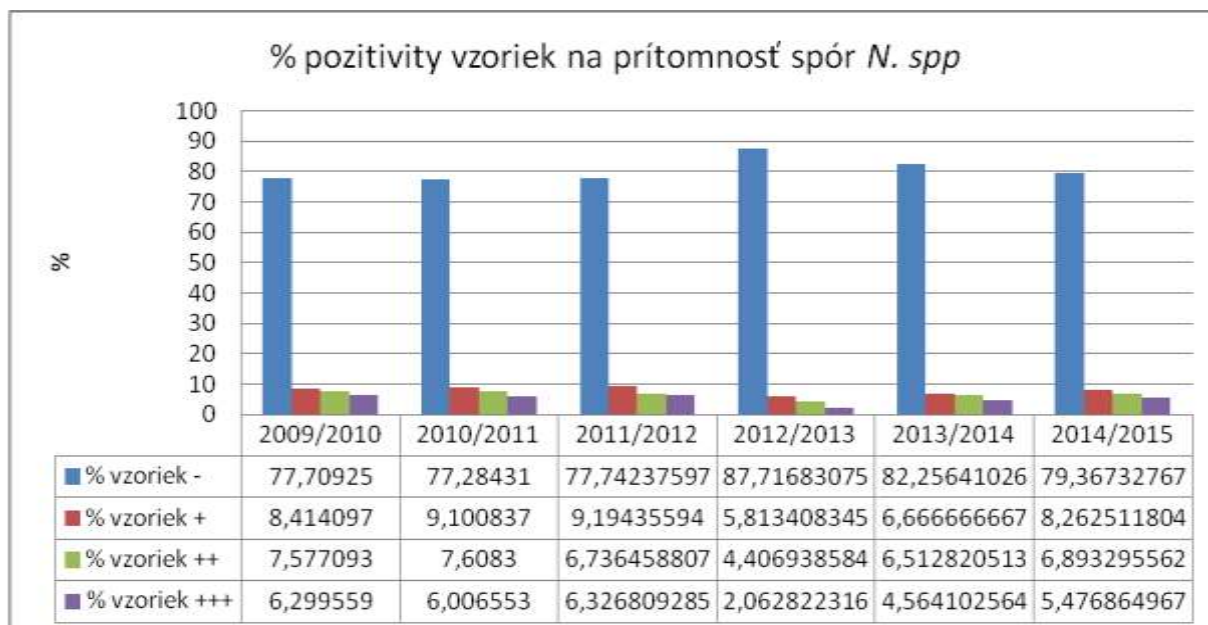
Napomáha tomu rozširovanie samotnej *Nosema ceranae*, taktiež nekontrolovateľný obchod so včelími matkami, zákaz používania prípravku v EÚ na báze fumagilínu, nedostatočná a jednotvárná bielkovinová výživa včiel a mnohé iné faktory.

Výskyt nozematózy na Slovensku v rokoch 2009 až 2015 podľa Ústavu včelárstva VÚŽV v Liptovskom Hrádku sa pohybuje v šľachtiteľských a v rozmnožovacích chovoch od 12 % do 22 %.

**Graf 8 Počty vzoriek vyšetrených na prítomnosť spór *Nosema* spp. v rokoch 2009 – 2015**  
(Ústav včelárstva L. Hrádok)



**Graf 9 Výskyt spór *Nosema* spp. zo vzoriek včiel v rokoch 2009 – 2015** (Ústav včelárstva L. Hrádok)

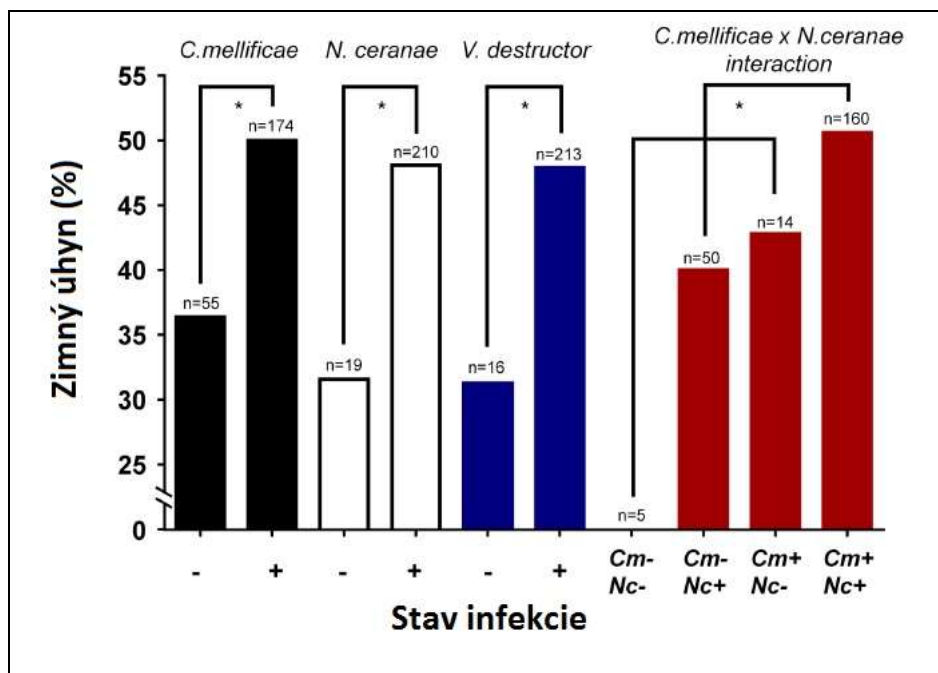


## ČO ČAKÁ VÝSKUMNÍKOV V BLÍZKEJ BUDÚCNOSTI

V prvom rade potrebujeme pochopiť nakoľko je virulentná *Nosema ceranae* na svojom novom hostiteľovi včele medonosnej *Apis mellifera*. Predpokladá sa, že existuje korelácia medzi *Nosema ceranae* a úhynom včelstiev, avšak to ešte v skutočnosti neznamená, že práve *Nosema ceranae* spôsobuje ich úhyn. Aj iné faktory, ako napríklad klieštik *Varroa destructor* alebo používanie prípravkov na ochranu rastlín, mohlo spôsobiť úhyny v rôznych krajinách a *Nosema ceranae* sa mohla pomnožiť v hynúcich sa včelstvách. Samozrejme musí byť synergický vzťah medzi *Nosema ceranae* a rôznymi faktormi vedúcej k zvýšenému úhynu včiel.

Tento synergický vzťah medzi *C. mellifica*, *V. destructor* a *N. ceranae* skúmali Ravoet a kol. (2013) na úhyn včelstiev v Belgicku a je markantný tak ako je to na grafe 8.

**Graf 8** Efekt *Crithidia mellifica*, *Varroa destructor* a *Nosema ceranae* na vplyv úhynu včelstiev v Belgicku (Ravoet, J. a kol., 2013)



Na základe toho čo vieme o nozematóze včiel a situácii, ktorá vznikla za posledné roky, nastáva otázka, či veterinárne služby členských krajín EÚ by nemali dávať väčší dôraz na prevenciu vzniku nozematózy viac ako sa to deje doteraz.

## 5. LITERATURA

1. Fries, I, Martín, R., Meana, A., García-Palencia, P., Higes, M. Infections of *Nosema ceranae* in European honey bees. *Journal of Apicultural Research*. Volume 45, Issue 4, p. 230-233
2. Klee J, Besana AM, Genersch E, Gisder S, Nanetti A, Tam DQ, Chinh TX, Puerta F, Ruz JM, Kryger P, Message D, Hatjina F, Korpela S, Fries I, Paxton RJ. Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*. *J Invertebr Pathol.*, 2007, 96 (1) p.1-10
3. Laurent, M., Hendrikx, P., Ribiere-chabert, M. and Chauzat, M.P. A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2014. European Union Reference Laboratory for honeybee health (EURL), 2015, p. 44
4. Mariano Higes, H., Martín R., Meana, A. *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2006, 92, 2, p. 93–95
5. Martín-Hernández R, Meana A, Prieto L, Salvador AM, Garrido-Bailón E, Higes M. Outcome of colonization of *Apis mellifera* by *Nosema ceranae*. *Appl Environ Microbiol*. 2007, 73 (20), p. 6331-8
6. Ravoet, J., Maharramov, J., Meeus, J., De Smet, L. Wenseleers, T., Smagghe, G., de Graaf, D.C. Comprehensive Bee Pathogen Screening in Belgium Reveals *Crithidia mellificae* as a New Contributory Factor to Winter Mortality. *Plos One*. August 26, 2013

## **6. SKRATKY**

CAPA - Corrective and Preventive Action

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations

OIE-World Organisation for Animal Health

UNEP - The United Nations Environment Programme

USDA - The United States Department of Agriculture