

***Yersinia enterocolitica* – významný původce onemocnění z potravin**

Cupáková, Š., Necidová, L.

Ústav hygieny a technologie mléka, Fakulta veterinární hygieny a ekologie,
Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Souhrn

Yersinia enterocolitica je invazivní střevní patogen vyvolávající alimentární infekci. Za hlavní zdroj infekce jsou považovány kontaminované potraviny nebo voda. Onemocnění se vyskytuje celosvětově, obvykle se jedná o sporadické případy. *Y. enterocolitica* je heterogenní skupinou kmenů, které dělíme do šesti biotypů a asi 60 sérotypů. Humánní yersiniózu způsobují nejčastěji bioserotypy 1B/O:8; 2/O:5,27; 2/O:9; 3/O:3 a 4/O:3. Patogenní kmeny *Y. enterocolitica* produkují několik faktorů virulence kódovaných chromozomálně a na plazmidu virulence pYV. Bakterie se běžně vyskytuje v prostředí, vodách, odpadech, trávicím traktu řady zvířat a v potravinách, hlavním rezervoárem patogenních kmenů jsou prasata. *Y. enterocolitica* způsobuje gastrointestinální symptomy v rozsahu od mírného průjmu po akutní mezenterickou lymfadenitidu. V České republice má v posledních letech výskyt yersiniózy mírně stoupající tendenci.

Klíčová slova: *Yersinia enterocolitica*, faktory virulence, patogeneze, alimentární infekce, stanovení

Úvod

Své jméno získaly yersinie po francouzském vědci Alexandru Yersinovi, který společně s Shibasaburo Kitasatou v roce 1894 v Hong Kongu identifikoval *Yersinia pestis* jako původce dýmějového moru a provedl první charakterizaci nového rodu (Fàbrega and Vila, 2012). V současné době zahrnuje rod *Yersinia* (čeleď *Enterobacteriaceae*) 11 druhů, z nichž tři jsou patogenní pro člověka – *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* a *Y. pestis*. Jedná se o fakultativně intracelulární patogeny vykazující tropismus k lymfatické tkáni (Bhunias, 2008).

Yersinia enterocolitica je významný zoonotický patogen způsobující yersiniózu zvířat a člověka (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006). Už od 30tých let minulého století je tato bakterie známa jako původce alimentární infekce projevující se gastroenteritidou, mezenterickou lymfadenitidou a septikémií (Bhunias, 2008). Ačkoliv nepatří mezi nejčastější agens způsobující onemocnění člověka, může infekce *Y. enterocolitica* vyvolat život ohrožující stav, a to díky řadě faktorů virulence umožňujících bakterii rozvrátit obranný systém hostitele a dlouhodobě v něm přežívat (Fàbrega and Vila, 2012). Humánní yersinióza se vyskytuje celosvětově, nejčastěji bývá onemocnění zaznamenáno v evropských zemích. Obvykle má infekce sporadický výskyt. Hlavním rezervoárem patogenních kmenů *Y. enterocolitica* jsou prasata, z jejichž tonsil jsou patogenní yersinie také nejčastěji izolovány (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006).

Počet hlášených případů yersinióz v České republice v posledních deseti letech mírně stoupá. Příčinou onemocnění bývá v řadě případů konzumace masných výrobků, a to včetně produktů domácích zabijaček. Jejich velká tradice a oblíbenost v České republice spadá do zimních měsíců, což do jisté míry koresponduje i se zvýšeným počtem onemocnění v tomto ročním období.

Charakteristika *Yersinia enterocolitica*

Yersinia enterocolitica je fakultativně anaerobní, nesporotvorná, velmi krátká gramnegativní tyčinka o velikosti v průměru 0,5–1 x 1–3 μm. Je pohyblivá díky přítomnosti peritrichálních bičíků, které se na povrchu bakterie vyskytují při teplotě do 25 °C, při 37 °C bakterie bičíky ztrácí a je nepohyblivá. *Y. enterocolitica* je oxidáza negativní, fermentuje glukózu a sacharózu, ale nefermentuje laktózu a xylózu (Bhunias, 2008; Fàbrega and Vila, 2012).

Y. enterocolitica je psychrotrofní bakterie rostoucí v teplotním rozmezí 0–42 °C s optimem při 28–29 °C. Je citlivá k záhřevu, pasterační teploty nad 60 °C ji spolehlivě devitalizují. Dlouhodobě přežívá ve zmrazených potravinách. Je schopná tolerovat alkalické prostředí, roste při pH 4,2–9,0 s optimem v rozmezí 7–8. V potravinách obsahujících více než 5 % NaCl je její růst inhibován. Vakuové balení růst yersinií výrazně zpomaluje, oxid uhličitý může mít také inhibiční účinek (Fernandes, 2009). Yersinie jsou citlivé k ionizačnímu a UV záření (Bhunias, 2008).

Y. enterocolitica je heterogenní skupinou kmenů, které jsou podle svých fenotypových charakteristik děleny do šesti biotypů – 1A, 1B, 2, 3, 4 a 5. Kmeny patřící do biotypů 1B a 2–5 mohou nést plazmid pYV, který je potřebný pro plné vyjádření virulence, a také několik chromozomálně kódovaných faktorů virulence. Kmeny biotypu 1A postrádají plazmid pYV a jsou proto považovány za nepatogenní (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006; Fàbrega and Vila, 2012). Na druhou stranu některé studie uvádí, že i kmeny biotypu 1A mohou být virulentní a mohou vyvolat gastrointestinální onemocnění (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006).

Na základě O somatických antigenů rozeznáváme okolo 60 sérotypů *Y. enterocolitica*, avšak pouze některé z nich jsou schopné vyvolat onemocnění člověka. Ve většině případů se jedná o následující biosérotypy: 1B/O:8; 2/O:5,27; 2/O:9; 3/O:3 a 4/O:3. Biosérotyp 1B/O:8 je považován za nejvíce patogenní a schopný vyvolat nejzávažnější obtíže, nejběžněji se vyskytující biosérotypy 4/O:3 a 2/O:9 vyvolávají obvykle mírnější formu onemocnění. Hovoří se i o rozdílné geografické distribuci patogenních kmenů *Y. enterocolitica*. V Evropě jsou nejvýznamnějšími sérotypy vyvolávajícími humánní yersiniózu sérotypy O:3 a O:9, zatímco ve Spojených státech amerických je detekován především sérotyp O:8 (Fàbrega and Vila, 2012).

Faktory virulence a patogeneze onemocnění

Patogenní kmeny *Y. enterocolitica* produkují různé faktory virulence umožňující bakteriím adhezi, invazi a kolonizaci střevních epitelů a buněk lymfatických uzlin, dále růst a přežívání uvnitř makrofágů, devitalizaci makrofágů a neutrofilů a sérovou rezistenci. Faktory virulence jsou kódovány chromozomálně a na plazmidu virulence pYV (*plasmid for Yersinia virulence*) o velikosti 70 kb, který nepatogenní kmeny postrádají. Expresí faktorů virulence je ovlivněna teplotou a přítomností vápenatých iontů (Bhunias, 2008; Fàbrega and Vila, 2012).

Mezi chromozomálně vázané faktory virulence patří invasin, attachment invasion locus (Ail), enterotoxin (*Yersinia stable toxin*, Yst) a siderofory (např. yersiniabactin). Invasin má nezastupitelnou roli v časně intestinální fázi infekce, umožňuje kolonizaci bakterií a jejich translokaci přes M-buňky (Bhunias, 2008). Protein Ail byl detekován pouze u patogenních kmenů *Y. enterocolitica*, také se podílí na procesu adheze a invaze (Fàbrega and Vila, 2012). *Y. enterocolitica* produkuje termostabilní enterotoxin Yst odolávající záhřevu 100 °C po dobu 15 minut. Toxin je strukturálně i funkčně homologní s termostabilním enterotoxinem ST produkovaným enterotoxigenními kmeny *E. coli* (Bhunias, 2008). Role Yst toxinu v etiologii průjmového onemocnění je stále diskutována (Fàbrega and Vila, 2012).

Plazmidově vázané geny virulence kódují tvorbu proteinů vnější membrány (*Yersinia outer membrane proteins*, YOPs), adhesinu (*Yersinia adhesion protein*, YadA) a sekrečního systému typu III. YadA je významný faktor virulence umožňující yersiniím adhezi k hostitelským buňkám a chrání bakterie před fagocytózou. Sekreční systém typu III, označovaný též jako Ysc (*Yop secretion*), je nezbytný pro sekreci YOPs proteinů skrz vnější membránu bakteriální buňky do cytosolu hostitelské buňky. YOPs proteiny ovlivňují signální dráhy hostitelské buňky, narušují aktinovou cytoskeletární strukturu, ovlivňují fagocytózu, apoptózu makrofágů a zánětlivou reakci (Bhunias, 2008).

Alimentární infekce vyvolaná *Y. enterocolitica* postihuje obvykle gastrointestinální trakt a související lymfatickou tkáň – Peyerovy pláty a mezenteriální mízní uzliny. Přesto existují situace, kdy bakterie vzdorují obranným mechanismům hostitele a vyvolávají systémovou infekci postihující i extraintestinální orgány jako játra a slezinu (Fàbrega and Vila, 2012). Infekční dávka je obvykle vysoká: 10^7 – 10^9 bakterií. Děti jsou k infekci *Y. enterocolitica* více citlivé než dospělí. První symptomy infekce se obvykle objevují za 24–30 hodin po konzumaci kontaminované potravin a zpravidla přetrvávají 3–28 dní u dětí či 1–2 týdny u dospělých. Infekce má zřídka fatální průběh (Bhunias, 2008).

Po konzumaci kontaminované potravin či vody se bakterie dostávají do tenkého střeva, které kolonizují. Primárním místem infekce je terminální ileum a proximální kolon, kde se klinicky manifestuje velká část patologických projevů infekce. K adherenci využívají bakterie invasin, Ail a YadA. Invasin reaguje s β 1-integrinovými receptory na luminální straně M buněk Peyerových plátů. Pohlcené bakterie jsou následně uvolněny z M buněk do bazální vrstvy lamina propria, kde se pomnožují v lymfatických folikulech Peyerových plátů a způsobují nekrózu a abscesy. Bakterie jsou schopny reinvadovat epiteliální buňky prostřednictvím β 1-integrinových receptorů na jejich basolaterální straně. Z Peyerových plátů jsou bakterie makrofágy a dendritickými buňkami rozšiřovány do regionálních mezenteriálních mízních uzlin, kde způsobují lymfadenitidu. Dále jsou diseminovány do jater, sleziny a případně i plic. Přežívání bakterií uvnitř makrofágů je umožněno produkcí YOPs proteinů (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006; Bhunias, 2008; Fàbrega and Vila, 2012).

Klinická manifestace infekce závisí do jisté míry na věku, fyzické kondici pacienta, jeho zdravotním stavu a biosérotypu mikroorganismu. Nejčastější formou je akutní gastroenteritida doprovázená horečkou, zvracením a krvavým, vodnatým průjmem, typicky postihující kojence a malé děti. U starších dětí a dospívajících se onemocnění projevuje jako akutní terminální ileitida a mezenterická lymfadenitida doprovázená horečkou, průjmem a bolestmi břicha obvykle lokalizovanými v pravém dolním kvadrantu, což imituje zánět slepého střeva. V případě protrahované infekce může dojít k fatální nekrotizující enterokolitidě. Sepse je vzácnou komplikací vyskytující se u imunokomprimovaných pacientů nebo pacientů s jiným predispozičním onemocněním. V průběhu septikémie dochází k tvorbě abscesů v játrech a ledvinách. Mezi další komplikace patří např. septická artritida, erytema nodosum, pneumonie, endokarditida či meningitida (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006; Bhunias, 2008; Fàbrega and Vila, 2012).

Výskyt a epidemiologický význam

Yersinia enterocolitica se běžně vyskytuje v prostředí, vodách, odpadech, potravinách a v trávicím traktu řady zvířat (Fàbrega and Vila, 2012). Většina animálních kmenů je však biochemicky i sérologicky odlišná od kmenů získaných od pacientů s yersiniózou (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006). Kmeny izolované z prostředí jsou obvykle nepatogenní a náleží k biotypu 1A (Bhunias, 2008).

Nejběžnější cesta přenosu patogenních *Y. enterocolitica* je fekálně-orální prostřednictvím kontaminovaných potravin. Přenos přímým kontaktem člověk-člověk nebyl prokázán, k nepřímému přenosu došlo pravděpodobně v několika případech při transfúzi krve. Hypoteticky může u chovatelů či pracovníků na jatkách dojít k přenosu i přímým kontaktem s prasaty, nicméně přenos patogenních *Y. enterocolitica* z prasat na člověka nebyl dosud prokázán (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006).

Primárním rezervoárem patogenních kmenů jsou prasata, kde se bakterie vyskytují jako komenzálové buď ve střevě nebo častěji v hltanu, kde jsou izolovány z tonzil (Fernandes, 2009). Bhunias (2008) uvádí, že 35–70 % chovů prasat je zdrojem patogenních kmenů *Y. enterocolitica*. Studie zaměřená na detekci patogenní *Y. enterocolitica* v tonzilách porážených

prasat byla prováděná ve Francii a zahrnovala období leden až březen 2009 (Fondrevez *et al.*, 2010). Z 900 vzorků mízních uzlin odebraných na jednom porážecím místě ve francouzské Bretani bylo 9,1 % vzorků pozitivních. Nejčastějším biotypem byl biotyp 4 (80,5 % izolátů), následoval biotyp 3. V severní Itálii prováděli hodnocení výskytu *Y. enterocolitica* u porážených prasat Bonardi *et al.* (2002). Pozitivní nálezy byly u 4 % vzorků střevních obsahů a 14,7 % vzorků mízních uzlin. Nejvíce izolátů patřilo sérotypu O:3 biotyp 4 (82,1 %), 3,6 % patřilo k sérotypu O:9. V České republice se frekvencí výskytu *Y. enterocolitica* O:3 u porážených kusů zvířat zabývali Simonová *et al.* (2007). Nejvyšší incidence byla zaznamenána u prasat (3,3 %), zatímco u skotu a drůbeže byla velmi nízká (0,5 % a 0,2 %). Davies (2011) ve své publikaci zdůrazňuje absenci dostupných důkazů potvrzujících hypotézu, že intenzivní produkce vepřového masa zvyšuje riziko výskytu bakteriálních původců onemocnění – běžných komenzálů u prasat (salmonel, kampylobakterů, listerií a *Y. enterocolitica*) nebo že u prasat z alternativních chovů je riziko kolonizace těmito bakteriemi nižší.

Rezervoárem patogenních kmenů mohou být i psi, ovce, kozy, volně žijící hlodavci a zajáci (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006; Fàbrega and Vila, 2012). Fredriksson-Ahomaa *et al.* (2006) uvádí, že *Y. enterocolitica*, nejčastěji biosérotypu 4/O:3, byla izolována ze psů a koček. Psi vylučují bakterie výkaly ještě několik týdnů po infekci. Ačkoli přenos nebyl dosud prokázán, jsou pro svůj úzký kontakt s lidmi, zejména malými dětmi, domácí mazlíčci také považováni za možný zdroj infekce.

Potraviny jsou označovány jako hlavní zdroj infekce *Y. enterocolitica*, ačkoliv patogenní kmeny jsou ze vzorků potravin zřídka izolovány (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006). Mezi rizikové patří zejména nedostatečně tepelně opracované vepřové výrobky vyrobené z masa hlavy a jazyka. Mimo masných výrobků, bývá *Y. enterocolitica* izolována i z dalších potravin, např. ze syrového a pasterovaného mléka (Fernandes, 2009) a zeleniny (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006). Fernandes (2009) zdůrazňuje roli sekundární kontaminace potravin z výrobního zařízení a pracovních povrchů.

Obecně se uvádí, že hlavním zdrojem je vepřové maso a výrobky z něj. Patogenní kmeny mohou být přeneseny z jatek do zpracovatelských závodů a poté i do tržní sítě prostřednictvím kontaminovaných vepřových půlek a vnitřností. Kontaminované vepřové maso a droby jsou potom významným vehikulem pro přenos bakterií na člověka. Ke křížové kontaminaci drobů a vepřového masa může dojít přímo či nepřímo prostřednictvím výrobního zařízení, aerosolu či pracovníků manipulujících se surovinami a potravinami na jatkách, v tržní síti a kuchyních. Vlastní konzumace syrového vepřového masa hraje pouze omezenou roli, protože, až na výjimky, není ve většině vyspělých zemí zvykem. K přenosu dochází pravděpodobně častěji prostřednictvím vařeného masa a dalších výrobků, které jsou nedovařené nebo se s nimi nesprávně zachází (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006).

Protože je *Y. enterocolitica* psychrotrofní mikroorganismus, není dodržování chladicího řetězce dostatečným opatřením pro omezení jejího růstu. Mezi zcela zásadní opatření vedoucí ke kontrole výskytu *Y. enterocolitica* patří adekvátní sanitace ve všech fázích manipulace a zpracování potravin a jejich řádné tepelné ošetření (Bhunja, 2008).

Podle Messelhausera *et al.* (2011) je *Y. enterocolitica* třetím nejvýznamnějším bakteriálním původcem způsobujícím průjemová onemocnění v Německu. Studie prováděná těmito autory zahrnovala mimo jiné i vyšetření 446 vzorků vepřového masa a výrobků z vepřového masa. U 18 % z nich byla detekována přítomnost patogenní *Y. enterocolitica*, z toho sérotyp O:3 představoval 10 %. Počty *Y. enterocolitica* se ve vzorcích obsahujících vepřové maso pohybovaly v rozmezí 0,04 KTJ.g⁻¹ až 2,3.10⁵ KTJ.g⁻¹.

Z údajů hlášených SVÚ Jihlava (osobní sdělení) je zřejmé, že vyšetření prokazující *Y. enterocolitica* ve vzorcích potravin se provádí velmi zřídka. Stanovení *Y. enterocolitica* v potravinách není požadováno žádným legislativním předpisem. Například v roce 2012 byly vyšetřeny pouze dva vzorky – a to hovězí výsekové maso, z nichž pouze u jednoho byla přítomnost *Y. enterocolitica* potvrzena.

Na rozdíl od jiných alimentárních onemocnění nejsou počty hlášených bakteriálních střevních infekcí způsobených *Y. enterocolitica* v České republice příliš vysoké, v posledním desetiletí však můžeme zaznamenat vzrůstající trend (Graf č. 1). K vysokému počtu hlášených yersinióz v roce 2012 přispěla i epidemie v Dětské psychiatrické léčebně Opařany, při které onemocnělo 62 osob – dětí i zaměstnanců (Moravcová, 2012). Vehikulem při této epidemii byla masová pomazánka připravovaná v mlýnku používaném na mletí syrového masa, na kterém bylo předchozí den zpracováno syrové vepřové maso do karbanátků. Otázkou zůstává, zda trend vyšších počtů hlášených onemocnění zaznamenaných v roce 2012 bude pokračovat i v následujících letech.

Stanovení *Yersinia enterocolitica* v potravinách

Průkaz suspektních patogenních *Yersinia enterocolitica* podle ČSN EN ISO 10273 (2004) zahrnuje následující tři kroky: 1) pomnožení v selektivních tekutých půdách, 2) vyočkování a identifikace a 3) konfirmace. Vzorek se homogenizuje a pomnožuje ve dvou selektivních tekutých půdách: půdě s peptonem, sorbitolem a žlučovými solemi (PSB) a půdě s irgasanem, tikarcilinem a chlorečnanem draselným (ITC). Inkubace probíhá při teplotě 25 °C po dobu 48 hodin (ITC) nebo 3–5 dní (PSB). Následně se provede vyočkování kultury z PSB média na agar s cefsulodinem, irgasanem a novobiocinem (CIN), a to jednak přímo z média a jednak po alkalizaci kultury v roztoku KOH. Kultura z ITC média se vyočkuje na *Salmonella/Shigella* agar s deoxycholátem sodným a chloridem vápenatým (SSDC). Naočkované misky se inkubují při 30 °C po dobu 24–48 hodin. Po ukončení inkubace je hodnocena přítomnost charakteristických kolonií *Y. enterocolitica*, a to na CIN agaru malé (≤ 1 mm) a hladké kolonie s červeným středem a průsvitnými okraji (Obrázek č. 1), na SSDC agaru malé (≤ 1 mm) a šedé kolonie s nerozlišeným okrajem (Obrázek č. 2). Kolonie při prohlédnutí v šikmo dopadajícím světle nemění duhové barvy a jsou jemně zrnité (odlišení kolonií *Y. enterocolitica* od velmi podobných kolonií pseudomonád). Konfirmace suspektních kolonií je založena na vybraných biochemických a biotypizačních testech, testech předpokládané patogenity a sérologické diagnostice.

Pro identifikaci *Y. enterocolitica* jsou nejvýznamnější následující vlastnosti: pohyblivost při 25 °C, ale ne při 37 °C, produkce ureázy a negativní oxidázová reakce. Při růstu *Y. enterocolitica* na Kligler Iron agaru nevzniká při fermentaci glukózy plyn, bakterie neprodukuje sirovodík (Fàbrega and Vila, 2012). Pro odlišení patogenních a nepatogenních kmenů se používá sérotypizace. ČSN EN ISO 10273 (2004) doporučuje testovat vhodnými antiséry nejběžnější patogenní sérotypy O:3, O:5,27, O:8 a O:9, ale například Fàbrega and Vila (2012) uvádí, že se v Evropských státech na základě geografické distribuce patogenních sérotypů testuje především přítomnost antigenů O:3 a O:9. Alternativní možností k sérotypizaci je použití jednoduchých fenotypových testů k průkazu exprese plazmidově vázaných faktorů virulence, např. autoaglutinace při 37 °C, závislost růstu na vápníku při 37 °C či rezistence k baktericidnímu účinku séra (Fàbrega and Vila, 2012).

Omezením konvenčních kultivačních metod je jejich nízká citlivost, dlouhá inkubační doba, nedostatečná identifikace jednotlivých druhů a nedostatečné odlišení patogenních a nepatogenních kmenů. Proto se při stanovení i typizaci *Y. enterocolitica* využívá řada molekulárně-biologických metod. Pomocí polymerázové řetězové reakce (PCR) mohou být patogenní *Y. enterocolitica* detekovány přímo ve vzorcích rychle a s dostatečnou specifitou a

citlivostí. Ke kvantifikaci *Y. enterocolitica* v klinických, potravinových a environmentálních vzorcích lze využít metodu real-time PCR (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2006). Metodou PCR lze také detekovat přítomnost genů kódujících produkci jednotlivých faktorů virulence (Bhunja, 2008).

V současné době je při stanovení *Y. enterocolitica* využívána i MALDI-TOF hmotnostní spektrometrie, která představuje rychlou, přesnou a relativně levnou metodu identifikace bakterií na základě jejich specifických proteinových profilů (Fàbrega and Vila, 2012).

Závěr

Yersinia enterocolitica je významným patogenem především masa a masných výrobků. Počty yersinióz v České republice mají v posledním desetiletí vzrůstající tendenci. Prevence výskytu této psychrotrofní bakterie spočívá především v dodržování správné výrobní a hygienické praxe v provozech na zpracování masa a při přípravě pokrmů s důrazem na adekvátní sanitaci a řádné tepelné ošetření.

Poděkování

Práce vznikla za finanční podpory IGA VFU Brno č. 18/2012/FVHE.

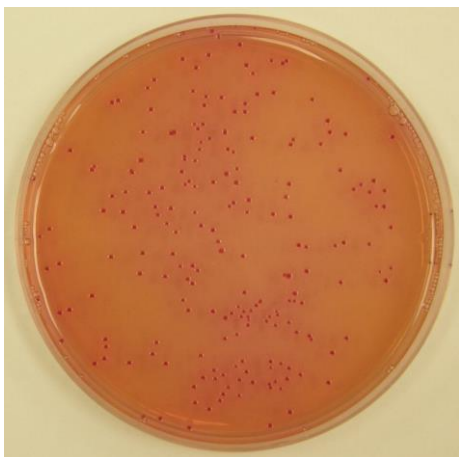
Autorky děkují MUDr. Čestmíru Benešovi za poskytnutí údajů z databáze Epidat SZÚ ČR a MVDr. Evě Klímové z SVÚ Jihlava za informace o počtech vyšetřovaných vzorků.

Použitá literatura

- BHUNIA, AK. *Foodborne microbial pathogens. Mechanisms and pathogenesis*. 1st ed. New York, USA: Springer Science+Business Media, LLC. 2008. p. 227–235.
- BONARDI, S., BRINDANI, F., PIZZIN, G., LUCIDI, L., D'INCAU, M., LIEBANA, E., MORABITO, S. Detection of *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* and verotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in pigs at slaughter in Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 2003, vol. 85, no. 1–2, p. 101–110.
- ČSN EN ISO 10273. Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda průkazu suspektních patogenních *Yersinia enterocolitica*. Praha: Český normalizační institut. 2004. 36 s.
- DAVIS, PR. Intensive swine production and pork safety. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2011, vol. 8, no. 2, p. 189–201.
- FÀBREGA, A., VILA, J. *Yersinia enterocolitica*: Pathogenesis, virulence and antimicrobial resistance. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 2012, vol. 30, no. 1, p. 24–32.
- FERNANDES, R. *Microbiology handbook. Vol. 3: Meat products*. 1st ed. Leatherhead, UK: Leatherhead Food International Ltd. 2009. 297 p.
- FONDREVEZ, M., LABBE, A., HOUARD, E., FRAVALO, P., MADEC, F., DENIS, M. A simplified method for detecting pathogenic *Yersinia enterocolitica* in slaughtered pig tonsils. *Journal of Microbiological Method*, 2010, vol. 83, no. 2, p. 244–249.
- FREDRIKSSON-AHOMAA, M., STOLLE, A., KORKEALA, H. Molecular epidemiology of *Yersinia enterocolitica* infections. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 2006, vol. 47, no. 3, p. 315–329.
- MESSELHAUSER, U., KAMPF, P., COLDITZ, J., BAUER, H., SCHREINER, H., HOLLER, C., BUSCH, U. Qualitative and quantitative detection of human pathogenic *Yersinia enterocolitica* in different food matrices at retail level in Bavaria. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2011, vol. 8, no. 1, p. 39–44.
- MORAVCOVÁ, R. Epidemie gastroenteritidy, vyvolaná kmenem *Yersinia enterocolitica* v Dětské psychiatrické léčebně Opařeny. *Zprávy z Centra epidemiologie a mikrobiologie (SZÚ, Praha)*, 2012, roč. 21, č. 10, s. 342–345.
- SIMONOVÁ, J., VÁZLEROVÁ, M., STEINHAUSEROVÁ, I. Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* serotype O:3 by biochemical, serological, and PCR methods. *Czech Journal of Food Sciences*, 2012, vol. 25, no. 4, p. 214–220.

Článek byl publikován v roce 2013 v časopise Maso:

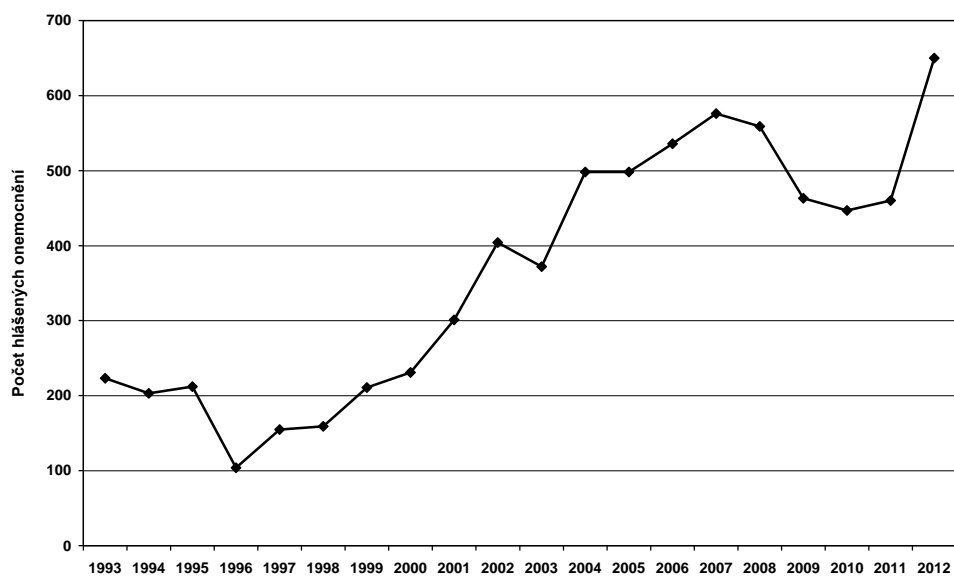
CUPÁKOVÁ, Š., NECIDOVÁ, L. *Yersinia enterocolitica* – významný původce onemocnění z potravin. *Maso*, 2013, roč. 24, č. 2, s. 45–49.



Obrázek č. 1: Charakteristické kolonie *Yersinia enterocolitica* na CIN agaru



Obrázek č. 2: Charakteristické kolonie *Yersinia enterocolitica* na SSDC agaru



Graf č. 1: Počet hlášených případů yersinióz v České republice v letech 1993–2012 (zdroj: Epidat, SZÚ, ČR)