

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



Štěpánka Žárová

Epidemiologie vybraných zoofilních dermatofytů
Epidemiology of selected zoophilic dermatophytes

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Adéla Čmoková

Praha 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 9. 5. 2018

.....
Štěpánka Žárová

Poděkování

Ráda bych poděkovala své školitelce Mgr. Adéle Čmokové za její ochotu, trpělivost a pomoc nejen při zpracování práce a dále pak Mgr. Vítu Hubkovi, Ph.D., doc. Mgr. Ondřeji Koukolovi, Ph.D. a Mgr. Miroslavu Kolaříkovi, Ph.D. za jejich podnětné připomínky.

Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje epidemiologii kožních onemocnění způsobených tzv. zoofilními dermatofyty, tedy fylogeneticky příbuznými druhy patogenních hub z řádu Onygenales (Ascomycota, Pezizomycotina), které mají rezervoár mezi zvířaty a jsou často přenášeny na člověka. První část práce se zabývá vývojem a současným stavem taxonomie dermatofytů s důrazem na zoofilní druhy. Hlavní část je zaměřena na pět vybraných druhů, popis jejich hostitelského spektra, populační struktury, klinických projevů infekce a vývoj jejich rozšíření mezi lidskými pacienty v Evropě. V tomto regionu se od 50. let 20. století spektrum zoofilních dermatofytů zřetelně proměnilo. Výrazný je pokles incidence druhu *Trichophyton verrucosum* po zavedení vakcinace skotu. Nárůst incidence druhů *T. erinacei* a *T. benhamiae* pravděpodobně souvisí s rostoucí oblibou chovu ježků a morčat či s introdukcí nového kmene. Zajímavá je vysoká incidence druhu *Microsporum canis* ve Středomoří a Rusku. Díky komplexnímu přístupu zahrnujícímu velké množství epidemiologických studií a aktuální pohled na taxonomii může být tato práce cenným podkladem pro epidemiology.

Klíčová slova: dermatofytické houby, *Trichophyton*, *Microsporum*, kožní patogeny, infekce, spektrum hostitelů, vakcinace, epidemie, zoofilní druhy, taxonomie

Abstract

This bachelor thesis specializes on the epidemiology of skin infections caused by so called zoophilic dermatophytes, phylogenetically related species of pathogenic fungi of the order Onygenales (Ascomycota, Pezizomycotina) that have their reservoir in animals and are often transmitted to human. The first part of the thesis deals with the evolution and current state of the taxonomy of dermatophytes with special focus on the zoophilic species. The main part concentrates on five selected species, the description of their host spectra, population structure, clinical manifestation of infection, and changes in distribution among human patients in Europe. In this region the spectrum of the zoophilic dermatophytes has changed markedly since the 1950s. Especially apparent is a decline in the incidence of the species *Trichophyton verrucosum* after the implementation of vaccination in cattle. The rise of the species *T. erinacei* and *T. benhamiae* probably relates to the increasing popularity of pet hedgehogs and guinea pigs or to a newly introduced strain. Interesting is the high incidence of the species *Microsporum canis* in the Mediterranean and Russia. Thanks to the comprehensive approach including many epidemiological studies and current view on the taxonomy this thesis may form a valuable base for epidemiologists.

Key words: dermatophytic fungi, *Trichophyton*, *Microsporum*, skin pathogens, infection, host spectrum, vaccination, outbreak, zoophilic species, taxonomy

Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Dermatofyty a dermatofytózy	1
1.2. Rozmnožování a párovací typy	2
1.3. Hostitelé	3
1.4. Faktory ovlivňující šíření infekcí	4
2. Taxonomický přehled.....	5
2.1. <i>T. interdigitale</i> / <i>T. mentagrophytes</i> komplex	6
2.2. <i>T. tonsurans</i> / <i>T. equinum</i> komplex.....	7
2.3. <i>T. benhamiae</i> komplex	8
2.4. <i>T. simii</i> komplex	8
2.5. <i>Microsporum</i> sp.....	8
3. Vybrané zoofilní druhy	9
3.1. <i>Microsporum canis</i>	9
3.2. <i>Trichophyton verrucosum</i>	13
3.3. <i>Trichophyton equinum</i>	17
3.4. <i>Trichophyton erinacei</i>	19
3.5. <i>Trichophyton benhamiae</i>	22
4. Závěr.....	26
5. Zdroje	28

1. Úvod

Dermatofytózy jsou běžným onemocněním člověka (Hayette & Sacheli 2015). Značnou část (v některých evropských zemích až okolo 60 %) těchto infekcí způsobují zoofilní dermatofyty, které mají rezervoár mezi zvířaty s přenosem na člověka (Georg 1960, Novikova et al. 2016, Tsoumani et al. 2011).

Bakalářská práce si klade za cíl shrnout dosavadní poznatky o hostitelích, populační struktuře, klinických projevech a rozšíření zoofilních druhů *Microsporum canis*, *Trichophyton verrucosum*, *T. equinum*, *T. erinacei* a *T. benhamiae*. Tyto druhy byly mezi dalšími druhy zoofilních dermatofytů vybrány proto, že napadají hospodářská a domácí zvířata a z hlediska pravděpodobnosti přenosu infekce jsou tedy pro člověka vysoce rizikové, v případě hospodářských zvířat mohou mít tyto infekce také ekonomické dopady (Lund & DeBoer 2008). Spolu s těmito druhy do této skupiny patří také jeden z nejběžnějších zoofilních dermatofytů druh *T. mentagrophytes*, který byl vynechán z důvodu širokého hostitelského spektra a dosavadních nejasností v taxonomickém pojetí, které je však v této práci široce diskutováno (Beguin et al. 2012, de Hoog et al. 2017).

Nejen druh *T. mentagrophytes*, ale i taxonomie dalších druhů z této skupiny prošla v nedávné době značnou proměnou, některé druhy byly rozděleny (např. právě *T. mentagrophytes*) a nové druhy validovány (např. *T. benhamiae*), což má mimo jiné za následek změny v tradičně popisovaných hostitelských spektrech a v rozšíření těchto patogenů (de Hoog et al. 2017). Znalost primárních a potenciálních hostitelů, rozšíření patogenů a jejich populační struktura jsou přitom zásadní pro epidemiologii, mohou pomoci při dohledání zdroje nákazy a přijetí preventivních opatření. Důležitá je tato znalost také z lékařského hlediska, je-li zdroj infekce předem znám, urychlí se diagnostika onemocnění a zahájení správné léčby.

1.1. *Dermatofyty a dermatofytózy*

Dermatofyty jsou mikroskopické vláknité houby z čeledi *Arthrodermataceae* (Ascomycota, Pezizomycotina, řád Onygenales) (Gräser et al. 1999a). Některé druhy z této skupiny mohou způsobovat onemocnění kůže a kožních adnex zvířat včetně člověka nazývaná dermatofytózy neboli tinea (t.). Značná část těchto patogenů je rozšířená celosvětově (např. *T. rubrum*, *M. canis*), některé druhy jsou naopak hojně jen v určité oblasti či dokonce endemické (např.

M. audouinii v Africe, *T. megninii* v Portugalsku a na Sardinii) (Weitzman & Summerbell 1995).

Široká enzymatická výbava umožnila dermatofytům osídlení různých ekologických nik, podle nichž druhy dělíme na geofilní, zoofilní a antropofilní (Georg 1960). Příslušnost druhu k určité ekologické skupině je dána jeho přirozeným rezervoárem v půdě (geofilní), mezi zvířaty (zoofilní) či lidmi (antropofilní druhy) (Georg 1960, Pier et al. 1994).

Geofilní druhy žijí primárně saprotrofně v půdě, kde se živí rozkladem keratinu např. z uvolněných chlupů a kožních šupin zvířat v jejich norách (Weitzman & Summerbell 1995). Ve vzácných případech geofilní druhy napadají zvířata obývající tyto nory a výjimečně i člověka, např. je-li jedinec imunokompromitovaný nebo má povrchové zranění (Brasch & Gräser 2005, Chermette et al. 2008). Zoofilní druhy osidlují přímo kůži, chlupy a drápy zvířat, z nichž může dojít k přenosu infekce na člověka (zoonóza) (Hameed et al. 2017). Antropofilní dermatofyty pak mají svůj rezervoár mezi lidmi, příležitostně může dojít k přenosu infekce z lidí na zvířata (Brilhante et al. 2006). Rozdělení dermatofytů mezi tyto ekologické skupiny je důležité pro epidemiologii, neboť se druhy v ekologických skupinách liší způsobem šíření a populačními charakteristikami (rozšíření, způsob rozmnožování) (Summerbell 2000).

U člověka jsou dermatofyty nejčastějším původcem kožních infekcí a dermatofytózy jednou z nejběžnějších infekcí vůbec (Havlickova et al. 2008). Podle klinické manifestace a lokalizace infekce rozlišujeme tinea corporis neboli t. cutis glabrae (infekce trupu a končetin), t. capitis (hlava a vlasy), t. faciei (obličej), t. barbae (brada), t. cruris (třísla, rozkrok), t. pedis (chodidla), t. manuum (dlaně a prsty), t. unguium čili onychomykózy (nehty nohou a rukou) a infekce meziprstí. Znalost lokalizace je důležitá z důvodu určení patogena, infekce různými druhy může mít odlišné projevy (Degreef 2008).

Geofilní druhy často způsobují infekce končetin kvůli blízkému kontaktu s půdou např. u farmářů (Śpiwak & Szostak 2000). Zoofilní druhy většinou způsobují zánětlivé tinea corporis a t. capitis, což souvisí s přenosem infekce na části těla, kde dochází k častému kontaktu se zvířaty (Asticcioli et al. 2008). Infekce antropofilními druhy jsou typické v místech intenzivního pocení, např. v tříslech, nebo na chodidlech vlivem uzavřené obuvi (Cohn 1992, Odom 1993).

1.2. *Rozmnožování a párovací typy*

Dermatofyty se mohou rozmnožovat pohlavně a nepohlavně, nepohlavní rozmnožování je však častější i u pohlavně se rozmnožujících druhů (Weitzman & Summerbell 1995).

Pohlavní rozmnožování je vůči ostatním skupinám relativně častější ve skupině geofilních druhů, u některých antropofilních druhů naopak nebylo nikdy pozorováno (de Hoog et al. 2017, Gräser et al. 1999a). Tento jev můžeme vysvětlit evoluční původností geofilních druhů a tím, že pohlavní rozmnožování dermatofytů probíhá pravděpodobně v asociaci s půdou, která k pohlavnímu procesu poskytuje vhodné podmínky jako je vlhkost, dostatek keratinu a vyšší pravděpodobnost setkání pohlavně odlišných jedinců (Cafarchia et al. 2013, Metin & Heitman 2017, Summerbell 2000). Z geofilních druhů se vyvinuly druhy zoofilní a antropofilní, které ztratily primární asociaci s půdou, což vedlo k omezení pohlavního procesu a klonálnímu šíření některých druhů (Gräser et al. 2000a, Summerbell et al. 1999). Z fylogenetických studií vyplývá, že zoofilnost, stejně jako antropofilnost, vznikla několikrát nezávisle na sobě, příslušnost druhů k jednotlivým ekologickým skupinám tedy nemusí korespondovat s jejich evoluční příbuzností (Gräser et al. 2008).

Dermatofyty jsou heterotalické houby, což znamená, že se při pohlavním procesu musí setkat opačně pohlavně ladění jedinci (Hubka et al. 2014a). Mluvíme proto o párovacích typech, které se u dermatofytů označují jako (-) a (+). Párovací typ jedince je určen na genetické úrovni přítomností jednoho ze dvou genů MAT (mating type) lokusu, které jsou označovány MAT1-1 a MAT1-2 (Metin & Heitman 2017). U některých druhů (např. *T. rubrum*, *T. verrucosum*, *T. equinum*) je však znám pouze jeden párovací typ (Gräser et al. 1999b, Kano et al. 2014, Martinez et al. 2012). To může být způsobeno náhodou, nebo tím, že byli v minulosti ve výhodě jedinci daného párovacího typu, např. díky adaptaci na určitou ekologickou niku a konkrétního hostitele (Gräser et al. 1999b). To vedlo ke klonálnímu šíření populace jedinců tohoto typu, vymizení jedinců opačného párovacího typu a mohlo vyústit až k ustanovení preferované populace jakožto samostatného druhu (Gräser et al. 2006). V rámci jednoho druhu mohou mít populace jednotlivých párovacích typů odlišnou vazbu na hostitele, jako je tomu u druhu *T. erinacei* (Heidemann et al. 2010).

1.3. Hostitelé

Zástupci patogenních dermatofytů jsou si geneticky velmi blízce příbuzní, což naznačuje na krátkou dobu jejich vývoje ze společného předka, za tuto dobu se však jednotlivým druhům podařilo obsadit různé ekologické niky a specializovat se na konkrétní hostitele (Martinez et al. 2012). Hostitelská spektra jednotlivých druhů jsou různě široká, u většiny druhů ale můžeme rozlišit hostitele primárního a hostitele sekundárního. Některé druhy mají jediného hlavního hostitele, např. *T. verrucosum* a tur domácí, *T. equinum* a kůň, *Lophophyton gallinae*

a kur domácí, a infekce jiných zvířat jsou vzácné (Dvořák & Otčenášek 1969, Chermette et al. 2008, Khosravi & Mahmoudi 2003). Jiné druhy napadají s vysokou frekvencí více hostitelů, např. u druhu *M. canis* bývá kromě kočky považován za primárního hostitele také pes a infekce dalších zvířat jsou též poměrně časté (Cabañes 2000, Chermette et al. 2008, Marchisio et al. 1995). Dlouhodobý přenos mezi sekundárními hostiteli je však limitovaný, pravděpodobně díky rychlému odléčení infekce a absenci asymptomatických jedinců (Summerbell 2000).

U primárních a sekundárních hostitelů můžeme pozorovat odlišné příznaky infekce (Rippon 1982, cit. podle Aly 1994). Přítomnost houby u hlavního hostitele může být asymptomatická, tyto jedinci jsou však důležitými přenašeči infekce, která se mezi primárním hostitelem rychle šíří (Romano et al. 1997). K projevu infekce dochází u oslabených jedinců a mláďat, která mají slabší imunitu (Khosravi 1996). Infekce sekundárních hostitelů se projevuje vážněji, například lézemi v různých částech těla a vypadáváním chlupů, lépe se však odhojují (Chermette et al. 2008). K přenosu dermatofytóz dochází buď přímým kontaktem s nakaženým jedincem, nebo nepřímo přes kontaminovanou půdu, uvolněnou srst a kožní šupiny či předměty, se kterými přišli do styku infikovaní jedinci, např. u koní vybavení používané ve stájích jako sedla, deky a kartáče (Donnelly et al. 2000, Chermette et al. 2008, Takatori & Ichijo 1985). K přenosu na člověka může dojít jak z primárního, tak ze sekundárního hostitele, tyto infekce jsou však vzácné (Quaife 1966). Ve výjimečných případech dochází k mezilidskému přenosu (Sidwell et al. 2014, Simpson 1974).

1.4. Faktory ovlivňující šíření infekcí

Infekce se snadno šíří na krátké vzdálenosti, pravděpodobnost přenosu infekce je vyšší při vysokých populačních hustotách hostitelů (Lund et al. 2014). Extrémním případem jsou velmi hustě osídlená místa, např. chovy či školy, v nichž snadno dochází k lokálním epidemiím vlivem zamoření daného prostoru (Cmokova et al. 2017, Chollet et al. 2015, Ming et al. 2006, Yu et al. 2004). Šíření dermatofytů na delší vzdálenosti, například i mezi kontinenty, může být zprostředkováno transportem zvířat a v případě člověka migrací či cestovním ruchem (Havlickova et al. 2008, Macura 1993).

Mezi další faktory můžeme zařadit socioekonomickou a hygienickou úroveň, místní zvyklosti, turismus, sportovní aktivity, kvalitu zdravotní péče a klima (Borman et al. 2007, Buxton et al. 1996, Havlickova et al. 2008, Svejgaard 1995). Vzhledem k tomu, že pro růst většiny dermatofytů je ideální teplota 25-28 °C, je úspěšné šíření infekce pravděpodobnější

v teplém a vlhkém prostředí, z tohoto důvodu jsou dermatofytózy relativně časté v tropických a subtropických oblastech (Havlickova et al. 2008). S vlhkostí a zároveň i hygienickou úrovní souvisí častý výskyt dermatofytů v prostorech veřejných bazénů a na plážích v písku (Detandt & Nolard 1995, Pereira et al. 2013, Segal & Frenkel 2015). Bylo také dokázáno, že dermatofyty společně s některými dalšími patogenními druhy hub dokáží přežívat v chlorované i mořské vodě (Anderson 1979, Fischer 1982).

V rámci evropských zemí se zastoupení původců dermatofytóz liší ve městě a na vesnici (Havlickova et al. 2008). Ve Francii je t. capitis u obyvatel měst způsobená převážně antropofilními dermatofyty, zatímco na venkově jsou častějšími patogeny zoofilní druhy jako *M. canis*, *T. mentagrophytes* a *T. verrucosum* (Ginter-Hanselmayer et al. 2007). Na venkově ve východní Evropě, např. Rusku, jsou tyto druhy hlavními zoofilními původci dermatofytóz (Medvedeva et al. 1990). Tento jev lze vysvětlit tím, že na venkově dochází častěji ke kontaktu se zvířaty, která jsou hostiteli dermatofytů (Cabañes 2000, Naseri et al. 2013). Rozšíření infekcí člověka způsobených zoofilními dermatofyty může kopírovat rozšíření hlavních hostitelů těchto druhů (Seebacher et al. 2008).

Spektrum dermatofytů se liší v závislosti na geografické poloze (Havlickova et al. 2008). Antropofilní druhy převažují ve střední a severní Evropě, naopak u obyvatel jižní Evropy jsou nejčastěji izolovanými dermatofyty *M. canis* a *T. verrucosum* (Seebacher et al. 2008). Tento fenomén se projevuje také na frekvenci různých manifestací infekcí, které s ekologií patogena velmi úzce souvisí, zatímco ve střední Evropě jsou nejčastější onychomykózy a t. pedis, které jsou často způsobovány antropofilními druhy, v oblasti Mediteránu jsou převažující lokalizace t. corporis a t. capitis, typické zvláště pro zoofilní druhy (výjimkou jsou antropofilní druhy *T. violaceum* a *T. tonsurans*) (Seebacher et al. 2008).

2. Taxonomický přehled

Pohled na druhový koncept dermatofytů se stejně jako u jiných organismů stále s novými poznatky mění. V minulosti byl kladen důraz na klinický obraz infekce, posléze také na morfologii, fyziologii, prováděly se křížící pokusy, v současnosti hrají hlavní roli molekulární znaky (de Hoog et al. 2017). Každou takovou změnu přirozeně reflektují změny v taxonomii této skupiny.

Od popsání první dermatofytózy byly v průběhu 19. století druhy určovány primárně na základě klinického obrazu (Gruby 1843, 1844). Následně se přistoupilo ke kultivaci a k vymezení druhů se začaly používat morfologické znaky (Sabouraud 1910). Ukázalo se

však, že u dermatofytů se geneticky identické kmeny jednoho druhu často morfologicky liší a navíc jsou v kulturách proměnlivé v čase (Brilhante et al. 2005, Faggi et al. 2001). Na základě morfologického konceptu tak v první polovině 20. století vzniklo velké množství nových jmen, která musela být s pozdějšími poznatky redukována (Georg 1957, Sabouraud 1910).

Ve druhé polovině 20. století se coby nezávislé na morfologii začaly používat fyziologické znaky zkoumané pomocí nutričních a fyziologických testů (Georg & Camp 1957). Tyto testy byly založené na sadě několika agarových medií sloužící ke zjištění např. požadavků na vitamíny a aminokyseliny, *in vitro* perforace chlupů, růstu na bílé rýži a přítomnosti či absence ureázy (Ajello et al. 1962, Bocobo & Benham 1949, Georg & Camp 1957, Philpot 1977, Rebell & Taplin 1970, Shadomy & Philpot 1980, Silva 1953). Tento systém byl však komplikovaný z důvodu nízké rozlišovací schopnosti a častého nesouladu s existujícími taxonomickými hranicemi (Kane et al. 1997, cit. podle Gräser et al. 2000a).

S příchodem biologického druhového konceptu, který definuje druhy jako skupiny křížících se populací reprodukčně oddělené od jiných skupin (Mayr 1942), se začaly provádět křížící pokusy (Dawson & Gentles 1961, Dawson et al. 1964, Stockdale 1962, 1968). Vzhledem k tomu, že většina klinicky významných druhů je klonální, např. *T. verrucosum*, je použití tohoto konceptu u skupiny dermatofytů problematické (Kano et al. 2014).

Po nástupu molekulární éry bylo mnoho druhů vzniklých na základě morfologického konceptu druhu a křížících pokusů synonymizováno (de Hoog et al. 2017, Gräser et al. 1999a). Ve své práci vycházím z v současnosti nejnovější multilokusové fylogenetické analýzy, kterou provedli v roce 2017 de Hoog et al. Kromě synonymizace mnoha druhů a vytvoření nových kombinací jmen byly v této práci navrženy rody *Arthroderma* a *Nannizzia*, které po zrušení duální nomenklatury již neslouží k pojmenování pohlavních stádií, a rody *Guarromyces*, *Lophophyton* a *Paraphyton* (de Hoog et al. 2017, McNeill et al. 2012).

V současnosti můžeme klinicky významné dermatofyty rozdělit do následujících komplexů: *T. interdigitale*/*T. mentagrophytes* komplex, *T. tonsurans*/*T. equinum* komplex, *T. benhamiae* komplex, *T. simii* komplex a druhy rodu *Microsporum*, ve kterých nalézáme především zoofilní a méně často antropofilní/geofilní zástupce, dále komplex *T. rubrum* a rod *Epidermophyton* s antropofilními zástupci, a geofilní dermatofyty.

2.1. *T. interdigitale*/*T. mentagrophytes* komplex

Do tohoto komplexu patří antropofilní druh *T. interdigitale* a zoofilní druh *T. mentagrophytes*. Původně jediný druh *T. interdigitale* zahrnoval jak antropofilní, tak zoofilní kmeny (Gräser et

al. 2008, Hubka et al. 2014a). Z toho důvodu jej de Hoog et al. rozdělili do dvou druhů – druh *T. interdigitale* zahrnuje antropofilní kmeny, druh *T. mentagrophytes* kmeny zoofilní (de Hoog et al. 2017). Toto rozdělení má klinický význam pro člověka vzhledem k odlišné manifestaci infekce a léčbě. Infekce antropofilními kmeny se projevuje jako t. pedis a t. unguium a má sklony k chronicitě, zoofilní kmeny působí silné zánětlivé reakce většinou formou t. corporis (Heidemann et al. 2010, Nenoff et al. 2007). Stále však není jisté, že se jedná o dva odlišné druhy, jejich morfologické odlišení klasickými metodami je problematické (Nenoff et al. 2007). Z hlediska morfologie antropofilní kmeny často tvoří bílé, vzdušné kolonie se žlutou spodinou, mikrokonidie jsou kulovité až klavátní, makrokonidie a spirální hyfy většinou chybí. Zoofilní kmeny mají nejčastěji granulární kolonie v odstínech okrové a hnědé s hnědou nebo hnědočervenou spodinou, mikrokonidie jsou většinou kulovité, doutníkovité makrokonidie a spirální vlákna jsou většinou přítomny (Hubka et al. 2014a). Časté jsou však i přechodné typy, nebo jeden kmen produkuje oba morfologické typy (Heidemann et al. 2010, Nenoff et al. 2007).

Situace okolo druhu *T. mentagrophytes* je značně komplikovaná z toho důvodu, že k němu bylo v minulosti přiřazováno mnoho dnes již samostatných druhů. Ty byly označovány jako jeho variety, jednalo se např. o *T. mentagrophytes* var. *granulosum*, *T. mentagrophytes* var. *mentagrophytes* (posléze zoofilní kmeny *T. interdigitale*, nyní opět *T. mentagrophytes*), *T. mentagrophytes* var. *interdigitale* (dnešní *T. interdigitale*, tedy antropofilní kmeny), *T. mentagrophytes* var. *erinacei* (dnešní *T. erinacei*) a *T. mentagrophytes* var. *quinckeanum* (dnešní *T. quinckeanum*) (Beguin et al. 2012, de Hoog et al. 2017, Gräser et al. 2000a, Chollet et al. 2015a, Nenoff et al. 2007). Stejně tak dnes již samostatné zoofilní druhy *T. benhamiae* a *T. simii* byly dříve považovány za další dvě pohlavní stádia náležící tomuto druhu pod názvy *A. benhamiae* a *A. simii* (de Hoog et al. 2017).

2.2. *T. tonsurans*/*T. equinum* komplex

Příbuzný komplex je tvořen druhy *T. tonsurans* a *T. equinum*. Stejně jako u předchozího komplexu ani zde nebylo jasné, jestli se jedná o dva druhy, někteří autoři tyto druhy synonymizovali (Gräser et al. 1999c), aktuálně jsou však považovány za odlišné (de Hoog et al. 2017; Gräser et al. 2006, 2008). Liší se jak geneticky – jedinou substitucí v oblasti ITS-1 (Brasch et al. 2009), tak svou ekologií a fyziologií. *T. tonsurans* je striktně antropofilní, způsobuje t. corporis a t. capitis (Aly 1994, Dvořák & Otčenášek 1969). *T. equinum* je zoofilní, hlavním hostitelem je kůň, přenos infekce na člověka je vzácný a na rozdíl od

T. tonsurans vyžaduje tento druh niacin v mediu (Georg & Camp 1957, Hubka et al. 2014a). *T. equinum* má pouze párovací typ (+) odpovídající alele MAT1-2, naopak *T. tonsurans* má párovací typ (-), tedy MAT1-1 (Martinez et al. 2012).

2.3. *T. benhamiae* komplex

T. benhamiae komplex zahrnuje minimálně 6 druhů: antropofilní *T. concentricum* a zoofilní *T. eriotrephon*, *T. bullosum*, *T. erinacei*, *T. verrucosum* a *T. benhamiae* (de Hoog et al. 2017, Lyskova et al. 2015).

Trichophyton erinacei (J.M.B. Sm. & Marples) A.A. Padhye & J.W. Carmich. 1969 byl primárně popsán jako varieta druhu *Trichophyton mentagrophytes* – *T. mentagrophytes* var. *erinacei* (Smith & Marples 1963), později bylo navrženo jeho klasifikace coby samostatný druh (Padhye & Carmichael 1971, Quaife 1966).

Trichophyton verrucosum E. Bodin 1902 má pouze párovací typ (+) odpovídající alele MAT1-2 (Kano et al. 2014). Vzhledem k jeho klonálnímu charakteru bylo navrženo, že se jedná o klonální druh vzniklý z odštěpené populace druhu *T. benhamiae* (Kano et al. 2014).

Trichophyton benhamiae (Ajello & Cheng) Y. Gräser & de Hoog 2016 je nové jméno vzniklé kombinací vycházející z basionymu *Arthroderma benhamiae* Ajello & Cheng, které reflektuje nové řazení tohoto druhu do rodu *Trichophyton* (de Hoog et al. 2017). U tohoto druhu se však pravděpodobně také jedná o komplex druhů (Cmokova et al. 2015, Symoens et al. 2013). V minulosti byl druh řazen společně s druhy *A. simii* a *A. vanbreuseghemii* pod jménem *T. mentagrophytes* podle nepohlavního stádia do dnes již neexistujícího *T. mentagrophytes* komplexu (Ajello & Cheng 1967).

2.4. *T. simii* komplex

T. simii komplex aktuálně zahrnuje antropofilní druh *T. schoenleinii* a zoofilní druhy *T. quinckeanum* a *T. simii* (de Hoog et al. 2017). Druh *T. quinckeanum* zahrnuje zoofilní kmeny způsobující infekce typu favus u myší a velbloudů, které se dříve řadily do druhu *T. mentagrophytes* (Gräser et al. 1999c, Hubka et al. 2014a).

2.5. *Microsporum* sp.

Rod *Microsporum* zahrnuje antropofilní druhy *M. audouinii* a *M. ferrugineum* a zoofilní druh *M. canis* (de Hoog et al. 2017, Gräser et al. 2000b). Komplex byl dříve označován podle nejbližšího pohlavního stádia jako *Arthroderma otae* komplex (Gräser et al. 2000b, Hubka et al. 2014a, Kaszubiak et al. 2004).

Microsporium canis E. Bodin ex Guég. 1902 je druh v minulosti nazývaný taktéž *A. otae* (Gräser et al. 2000b, Hubka et al. 2014a). Izoláty z koní byly dříve řazeny do samostatného druhu *M. equinum* (Delacroix & Bodin 1896), který je nyní považován za totožný s druhem *M. canis* (Sharma et al. 2007).

3. Vybrané zoofilní druhy

3.1. *Microsporium canis*

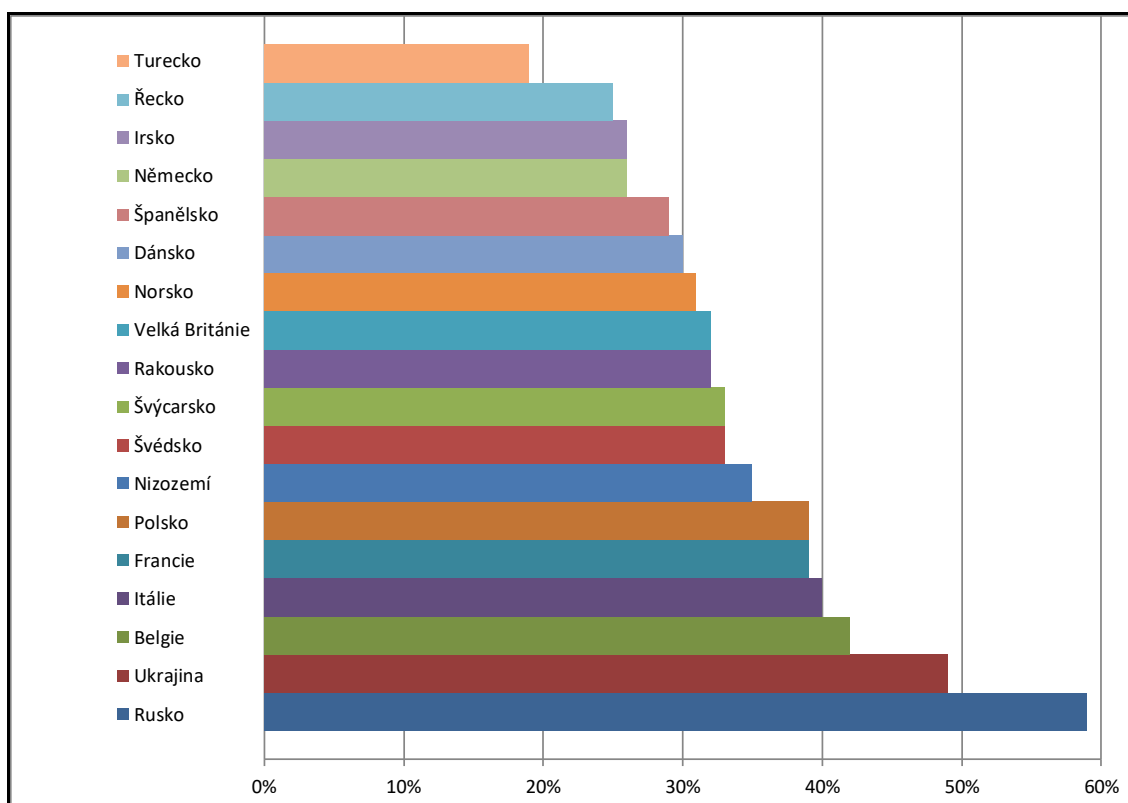
Hlavním hostitelem zoofilního druhu *Microsporium canis* je kočka, přičemž častěji je izolován z koček dlouhosrstých (Brilhante et al. 2003, Mignon & Losson 1997). Snadno se šíří mezi toulavými kočkami a kočkami v útulcích (Chermette et al. 2008, Romano et al. 1997). Příležitostně napadá člověka, psa, koně, vzácně pak králíka a další savce (Cabañes 2000, Cafarchia et al. 2004, Drouot et al. 2009, Hubka et al. 2014a, Chermette et al. 2008, Marchisio et al. 1995, Pasquetti et al. 2013). Tento druh je jedním z nejčastěji izolovaných dermatofytů ze zvířat obecně (Chermette et al. 2008, Nweze 2011). K nákaze člověka dochází přímým kontaktem s infikovaným zvířetem nebo vzácněji nepřímo z půdy či infikovaného člověka (Kane et al. 1997, cit. podle Cano et al. 2005). Kvůli rostoucí oblíbenosti domácích mazlíčků v průběhu 20. století stejně jako v případě dalších zoofilních druhů vzrostl počet infekcí přenesených na člověka (Brajac et al. 2004, Zhan et al. 2015).

Za centrum evolučního původu druhu *M. canis* je považována Afrika, kde je často nalézán příbuzný druh *M. audouinii* (Kaszubiak et al. 2004, Sharma et al. 2007, Vanbreuseghem 1950). Nejen Afriku, ale také Asii bychom mohli označit za předpokládanou oblast původního rozšíření *M. canis*, protože jde o druh blízce příbuzný také druhu *M. ferrugineum*, který se vyskytuje víceméně endemicky v jihovýchodní Asii (Kaszubiak et al. 2004). Pravděpodobně měly tyto dva antropofilní druhy společného předka, který se oddělil při přechodu z domestikovaných zvířat na člověka coby hostitele (Kaszubiak et al. 2004).

V současnosti je *M. canis* kosmopolitně rozšířený druh, mezi lidmi je nejhojnější v jižní Evropě, v arabských zemích a Asii (Fuller 2009, Ginter-Hanselmayer et al. 2007, Havlickova et al. 2008, Mahmoud 2002). Nárůst výskytu *M. canis* byl pozorován v poválečném období v Mediteránu a jižní Evropě, především v Itálii (Caprilli et al. 1980). Nyní je tento druh nejčastějším původcem lidských dermatofytóz v Chorvatsku, Itálii a Slovinsku, především v oblastech velkých měst jako je Turín, Milán, Řím a Lublaň (Dolenc-Voljč 2005, Marchisio et al. 1996, Mercantini et al. 1995, Panasiti et al. 2007, Terragni et al. 1993, Vidotto et al.

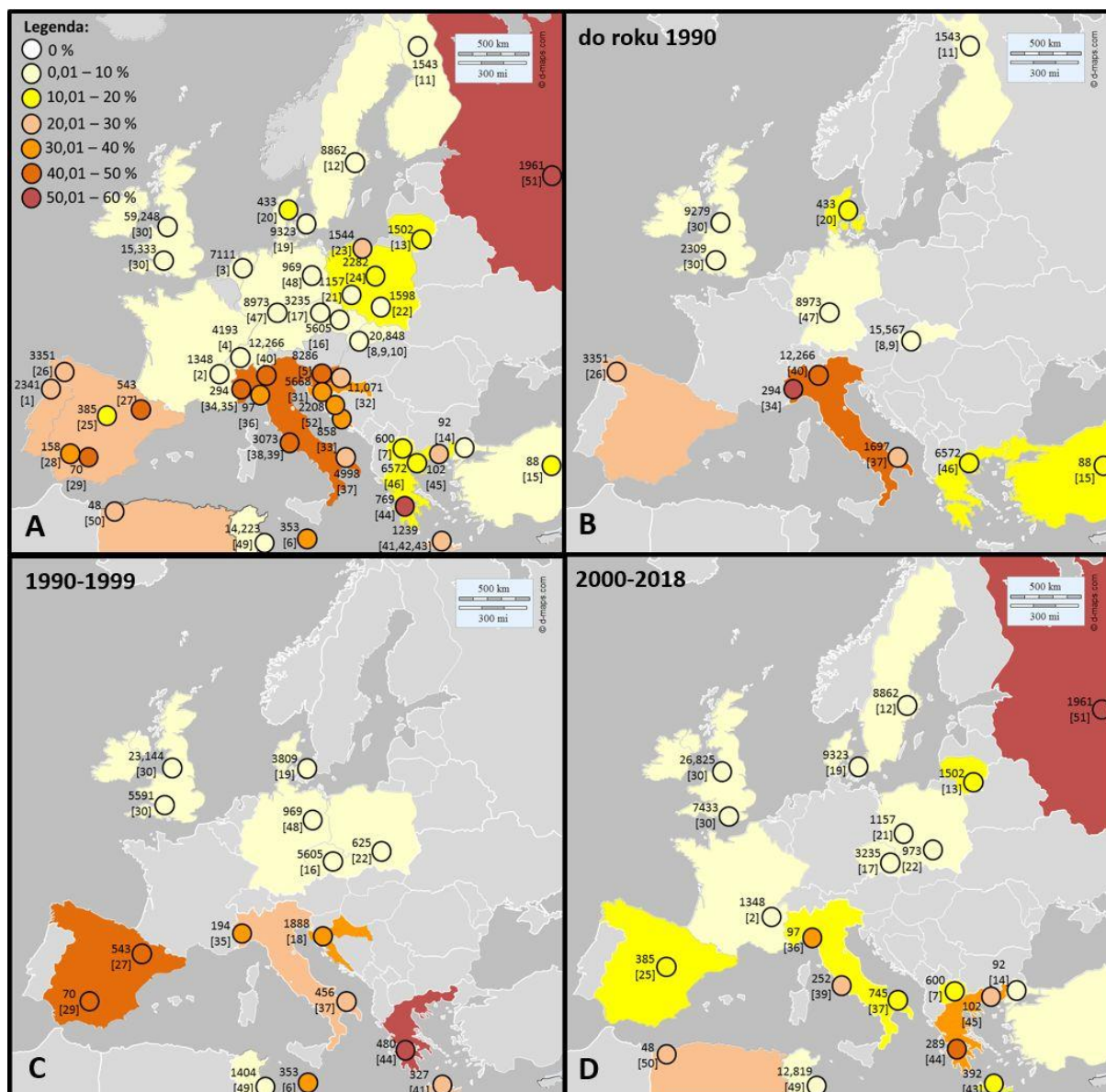
1982). Toto výrazné rozšíření ve Středomoří, zachycené na obrázku 1, pravděpodobně souvisí s vysokou koncentrací toulavých koček, které se zdají být v těchto zemích rezervoárem tohoto druhu (Dolenc-Voljč 2005, Seebacher et al. 2008). Populace potulných koček lze těžko regulovat či jinak bránit šíření této houby, z volně žijících koček se infekce může přenést na domácí kočky a zprostředkovaně na člověka (Dolenc-Voljč 2005).

Předpokládá se, že ze Středomoří, tedy hlavní oblasti rozšíření druhu *M. canis*, se tento druh začal šířit na sever Evropy, k nárůstu počtu případů došlo v minulosti např. v Dánsku (Svejgaard et al. 1982), Belgii a Nizozemí (Korstanje & Staats 1994), což je vysvětlováno zvýšenou oblibou domácích zvířat, nejčastěji koček a psů (Havlickova et al. 2008). Kočky jsou v Evropě nejpopulárnějšími domácími mazlíčky, v roce 2016 jich bylo evidováno přes 102 milionů, přičemž se odhaduje, že 24 % evropských domácností vlastní alespoň jednu kočku (FEDIAF The European Pet Food Industry 2016). Vysoký podíl infekcí *M. canis* v Rusku tedy může souviset s velkou popularitou domácích koček v této zemi (graf 1) (Dalia Research 2017, Novikova et al. 2016).



Graf 1 Podíl obyvatel vlastníků koček ve vybraných evropských státech. Graf byl vytvořen na základě údajů z reprezentativního průzkumu zahrnujícího 43,034 obyvatel 52 států z celého světa v únoru 2017 společností Dalia Research. Ze všech těchto zemí má Rusko největší podíl lidí vlastníků koček.

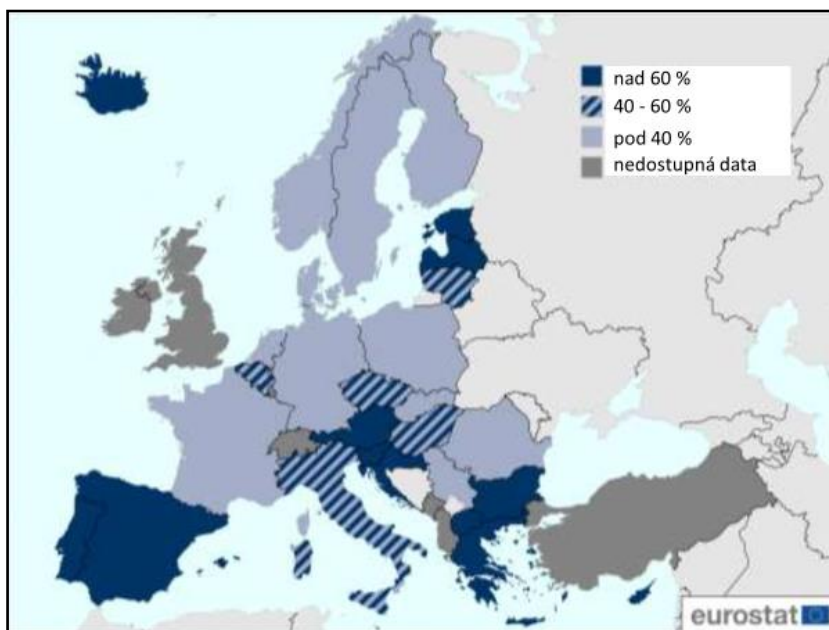
Zdroj: (Dalia Research 2017)



Obr. 1 Podíl infekcí způsobených druhem *Microsporum canis* na všech případech lidských dermatofytóz v Evropě: od roku 1951 do současnosti (A), do roku 1990 (B), v letech 1990-1999 (C) a v letech 2000-2018 (D). Jedná se o podíl infekcí způsobených tímto druhem na případech lidských dermatofytóz všech typů u pacientů všech věkových kategorií. Kolečka podle barevné škály označují místa, kde byly provedeny epidemiologické studie, čísla u koleček vyjadřují celkový počet izolovaných dermatofytů, čísla v závorkách jsou odkazy na použité studie. Pro hodnoty jednotlivých států jsou použity průměrné hodnoty z příslušných studií. Patrný je vysoký podíl infekcí způsobených tímto druhem v oblasti Středomoří a v Rusku. Zdroje: 1 (Valdigem et al. 2006), 2 (Faure-Cognet et al. 2016), 3 (Korstanje & Staats 1995), 4 (Monod et al. 2002), 5 (Dolenc-Voljč 2005), 6 (Vella Zahra et al. 2003), 7 (Starova et al. 2010), 8 (Buchvald 1970), 9 (Buchvald & Šimaljaková 1986), 10 (Buchvald & Šimaljaková 1995), 11 (Lehenkari & Silvennoinen-Kassinen 1995), 12 (Drakensjö & Chryssanthou 2011), 13 (Paškevičius & Švediene 2013), 14 (Gurcan et al. 2008), 15 (Oztunali et al. 1985), 16 (Kuklová & Kučerová 2001), 17 (Hubka et al. 2014b), 18 (Brajac et al. 2003), 19 (Saunte et al. 2008), 20 (Svejsgaard et al. 1982), 21 (Jankowska-Konsur et al. 2011), 22 (Budak et al. 2013), 23 (Nowicki 1996),

24 (Kaszuba et al. 1998), 25 (de la Torre et al. 2003), 26 (Pereiro Miguens et al. 1991), 27 (Fortuño et al. 1997), 28 (Casal et al. 1991), 29 (Padilla et al. 2002), 30 (Borman et al. 2007), 31 (Kaštelan et al. 2014), 32 (Miklić et al. 2010), 33 (Babic-Erceg et al. 2004), 34 (Vidotto et al. 1982), 35 (Marchisio et al. 1996), 36 (Asticcioli et al. 2008), 37 (Vena et al. 2012), 38 (Mercantini et al. 1995), 39 (Panasiti et al. 2007), 40 (Terragni et al. 1993), 41 (Maraki & Tselentis 1998), 42 (Maraki et al. 2007), 43 (Maraki 2012), 44 (Tsoumani et al. 2011), 45 (Nasr et al. 2016), 46 (Devliotou-Panagiotidou et al. 1995), 47 (Elsner et al. 1987), 48 (Tietz et al. 1995), 49 (Neji et al. 2009), 50 (Kheira et al. 2007), 51 (Novikova et al. 2016), 52 (Brajac et al. 2004)

Naopak v severských zemích, např. Finsku, se infekce způsobené tímto druhem objevují zřídka, což je vysvětlováno velmi chladnou zimou, kterou by toulavé kočky nepřežily, a celkově studeným klimatem (Lehenkari & Silvennoinen-Kassinen 1995). Velmi nízký je podíl infekcí způsobený tímto druhem také ve střední a západní Evropě, infekce mohou souviset se silným cestovním ruchem směřujícím do Středomoří, což potvrzuje obrázek 2, tato oblast tedy může být považována za rizikovou (Havlickova et al. 2008). Tomuto scénáři napovídá prudký nárůst počtu případů po období velkých prázdnin v Německu a České republice (Uhrlaß et al. 2015, data nepublikována).



Obr. 2 Podíl zahraničních turistů na celkovém počtu strávených nocí v rámci turismu v roce 2015.

Z obrázku je patrné, že značná část cestovního ruchu míří do středomořských států.

Upraveno dle (Eurostat 2016)

Ačkoli jsou u tohoto druhu známy oba párovací typy, jejich rozšíření je nerovnoměrné. Párovací typ (+) je znám pouze z Japonska (Hironaga et al. 1980), téměř všechny izoláty *M. canis* odpovídají párovacímu typu (-) (Kaszubiak et al. 2004), což může být příčinou klonálního šíření (da Costa et al. 2013, Gräser et al. 2000b, Pasquetti et al. 2013, Sharma et al.

2007). Na základě fenotypové a molekulární analýzy izolátů z koček, psů a lidí byla potvrzena genetická totožnost těchto izolátů, a tedy i jejich klonální původ (Brilhante et al. 2005, Sharma et al. 2007).

Přirozeným habitatem druhu *M. canis* je osrstěná kůže koček, psů a koní, kde se vyskytuje převážně bez příznaků (Chermette et al. 2008, Romano et al. 1997). Pokud dojde k rozšíření infekce a manifestaci onemocnění, způsobuje většinou kruhové léze v přední části těla a na hlavě zvířat (Chermette et al. 2008). U koček dochází k projevu spíše u mladších jedinců, u nichž vznikají léze zprvu na kořeni čenichu, v oblasti uší, na distálních částech končetin a na ocase (Chermette et al. 2008). Například v íránském Isfahánu byl *M. canis* izolován z 26 toulavých koček, přičemž u všech 22 dospělých koček byla infekce asymptomatická, zatímco zbývající 4 byla kořata a infekce se u nich projevovала alopecií, ulámanými chlupy a strupy (Khosravi 1996). U psů se objevují holé kruhové ohraničené léze většinou na hlavě, jednotlivě nebo v nízkých počtech. Příležitostně se infekce může projevit jako kerion, rozsáhlá chronická dermatofytóza ve vážných případech vede až k úplné alopecii (vypadání chlupů) (Chermette et al. 2008).

U lidí způsobuje tento druh stejně jako druhy *M. audouinii* a *M. ferrugineum* nejčastěji mírně zánětlivé infekce kůže a hlavy, a to především u dětí (Ginter-Hanselmayer et al. 2004, Sharma et al. 2007). Výjimečně způsobuje silně zánětlivé infekce (Ernst 2009, Pryce & Verbov 1992, Stephens et al. 1989, Terragni et al. 2009). Jedná se o nejčastějšího původce tinea capitis ve vyspělých zemích (Havlickova et al. 2008) a ve velkých městech Evropy (Ginter-Hanselmayer et al. 2007, Seebacher et al. 2008) nebo také např. v Šanghaji (Zhu et al. 2004).

3.2. *Trichophyton verrucosum*

Hlavním hostitelem zoofilního druhu *Trichophyton verrucosum* je tur domácí (*Bos primigenius* f. *taurus*) (Chermette et al. 2008). Jedná se o nejčastějšího původce dermatofytózy hovězího dobytka, zatímco infekce jiných druhů zvířat jsou vzácné a dochází k nim pouze ve spojení s infikovaným skotem (Dvořák & Otčenášek 1969, Chermette et al. 2008). Příležitostně jsou infekce koní a koz (Connole 1990, Nweze 2011, Pepin & Austwick 1968), hlášeny byly případy infekce velbloudů (Khosravi & Mahmoudi 2003). Dříve byly jako hostitelé tohoto druhu udávány také ovce, z těchto zvířat však byla uváděna varieta *T. verrucosum* var. *autotrophicum* Scott, která byla následně synonymizována s druhem *T. interdigitale* (Deng et al. 2008, Gräser et al. 1999c, Scott 1976). Poměrně časté jsou

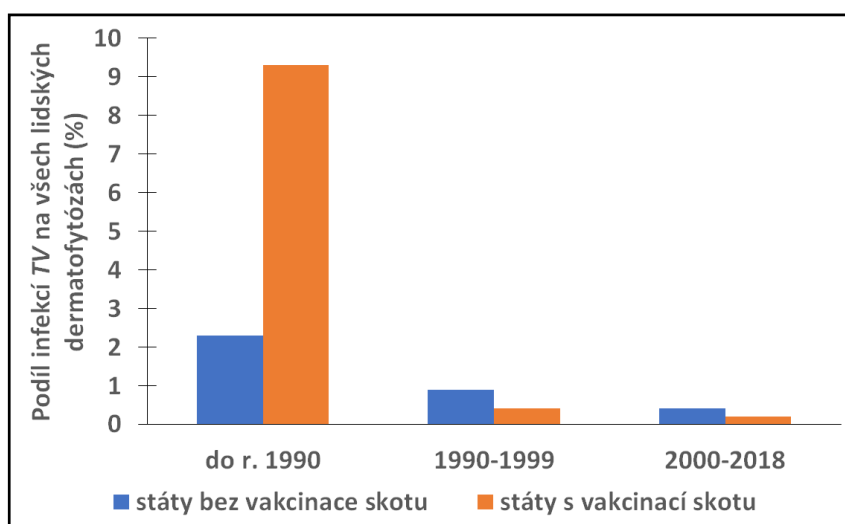
zoonotické přenosy na člověka (Cabañes 2000, Chermette et al. 2008, Naseri et al. 2013, Sabota et al. 1996). Většinou je tento druh izolován z obyvatel na venkově, kde dochází častěji ke kontaktu se zvířaty (Cabañes 2000, Naseri et al. 2013). Přenos na člověka je poměrně častý zejména v případě pracovníků se skotem (Kane & Smitka 1978, Sabota et al. 1996, Silver et al. 2008). V některých regionech je prevalence *T. verrucosum* mezi lidmi vysoká, např. v Íránu jde dokonce o nejčastěji izolovaný dermatofyt z lidských pacientů (Chadeganipour et al. 1997).

Trichophyton verrucosum je rozšířený celosvětově, ze skotu byl izolován např. na Novém Zélandu (Smith et al. 1969), v Japonsku (Takatori et al. 1993), Číně (Ming et al. 2006), Pakistánu (Hameed et al. 2017), Íránu (Khosravi & Mahmoudi 2003, Yahyaraeyat et al. 2009), Jordánsku (Al-Ani et al. 2002), Itálii (Agnetti et al. 2014, Papini et al. 2009, Rossi et al. 2012), Švédsku (Svensson et al. 2003), Španělsku (Cabañes et al. 1997), a Brazílii (da Silveira et al. 2003, Ollhoff 2005). Ve studii provedené ve střední Itálii byla u telat průměrná prevalence *T. verrucosum* celkově 87,7 %, u symptomatických telat pak 95,7 % (Papini et al. 2009). V Brazílii dosahovala prevalence u telat s lézemi 95,8 % (da Silveira et al. 2003). Více infekcí je pozorováno u telat, která mají slabší imunitní systém a ještě si nevytvořila rezistenci, v přeplněných podmínkách, kdy jsou zvířata v těsném kontaktu, a v období podzim až zima kvůli vyšší vlhkosti (da Silveira et al. 2003, Chermette et al. 2008, Papini et al. 2009). Léze se objevují častěji v zimě také z důvodu ustájení dobytka, po vypuštění na pastvu často spontánně vymizí (Chermette et al. 2008).

Podíl lidských infekcí způsobených druhem *T. verrucosum* je v evropských státech víceméně srovnatelný až na Slovensko s výjimečně vysokými podíly 8-28,2 % (obr. 3) (Buchvald 1970; Buchvald & Šimaljaková 1986, 1995). Změny lze pozorovat v proporčním zastoupení lidských dermatofytóz způsobených tímto druhem v průběhu let (graf 2).

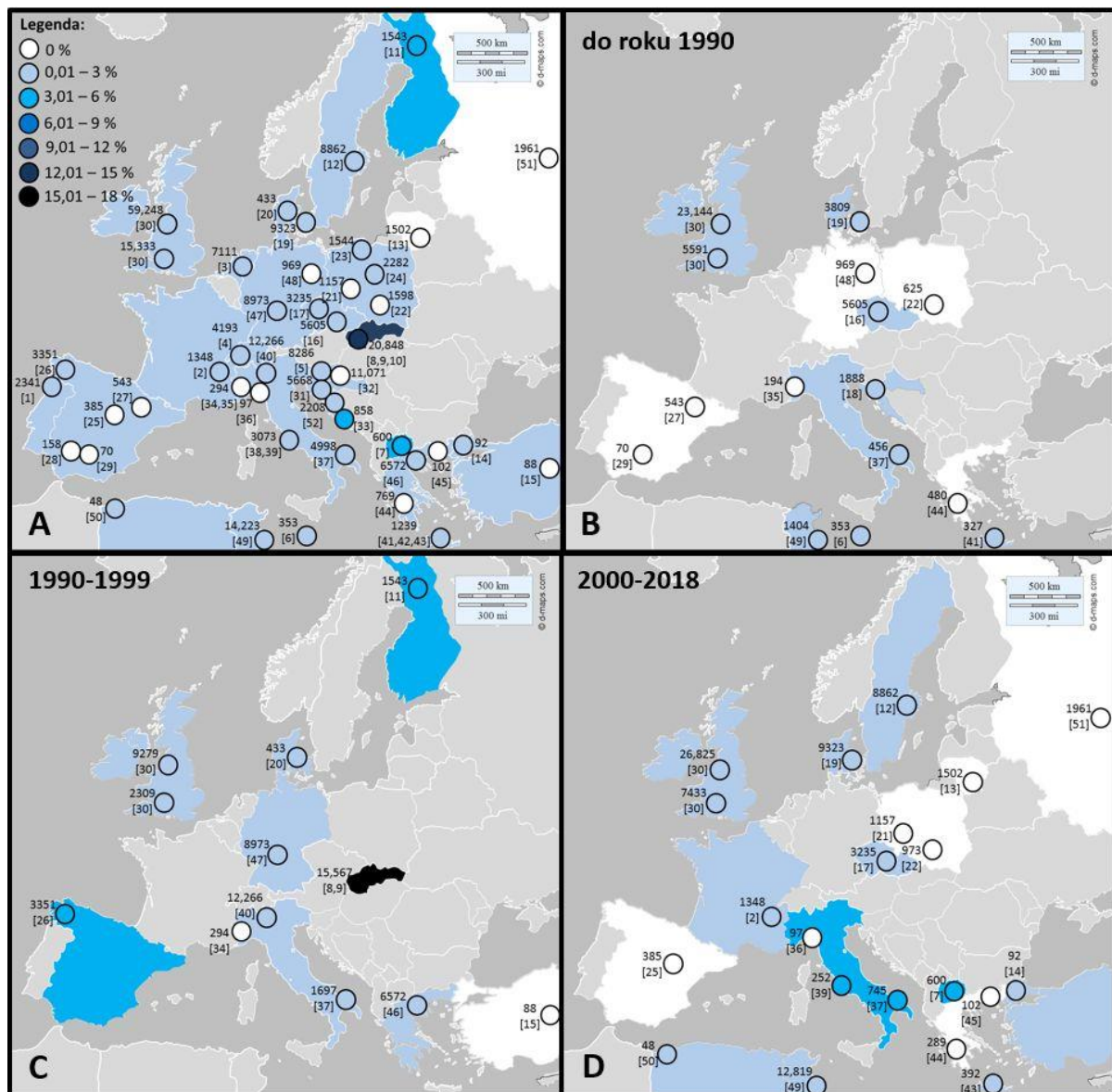
Vzhledem k vysoké incidenci u chovaných krav i u pracovníků v těchto chovech se přistoupilo k profylaktické vakcinaci dobytka proti druhu *T. verrucosum* (Rotermund et al. 1977, Rybníkář et al. 1991a). Na začátku 70. let 20. století byla v Sovětském svazu připravena atenuovaná vakcína LTF-130 (Sarkisov et al. 1971), od roku 1974 se začala používat také československá vakcína CCM 8165 společnosti Bioveta z Ivanovic na Hané (Rybníkář et al. 1991a). Na základě těchto vakcín byly zavedeny celostátní imunizační programy v několika evropských státech - v bývalé Německé demokratické republice (Rotermund et al. 1977), Maďarsku (Horvath & Gaal 1977), tehdejší Jugoslávii (Krdzalic et al. 1978) a Československu (Rybníkář et al. 1991a, 1996), Bulharsku (Stankushev et al. 1979), Nizozemí

(Spanoghe et al. 1985), Švédsku (Törnquist et al. 1985) a Norsku (Aamodt et al. 1982). V Norsku díky imunizaci dobytka klesla roční incidence infikovaných stád z 1,7 % v roce 1980 na 0,043 % v roce 2004, v roce 2009 už nebyla nahlášena žádná další stáda s klinickými příznaky (Lund et al. 2014). Úspěšnost vakcinace se projevila nápadným relativním úbytkem také u lidských případů v zemích, které se zapojily do těchto imunizačních programů (graf 2) (Kielstein 1990). Imunizační program v bývalé Německé demokratické republice vedl k poklesu incidence infekcí člověka, kdy mezi lety 1966-1970 bylo zaznamenáno 2822 případů profesní dermatofytózy, mezi lety 1986-1988 to bylo pouze 430 případů (Kielstein 1990). Naopak ve Finsku, které imunizační program nezavedlo, došlo mezi lety 1987-1990 k epidemii, kdy bylo infikováno 47 chovatelů skotu (Lehenkari & Silvennoinen-Kassinen 1995). Kromě účinné vakcinace se pokles onemocnění způsobených tímto druhem vysvětluje mechanizací v zemědělství, díky níž došlo k omezení přímého kontaktu zemědělských pracovníků s dobytkem, celkovým ústupem od zemědělského průmyslu či přechodem k menším soukromým chovům (Borman et al. 2007, Buchvald & Šimaljaková 1995, Korstanje & Staats 1994, Seebacher 2000). Z grafu 2 je dále patrné, že v současnosti pokračuje mírný pokles, což je v rozporu s nárůstem očekávaným některými autory, ke kterému mělo dojít z důvodu nekonzistentního očkování (Havlickova et al. 2008).



Graf 2 Podíl infekcí způsobených druhem *Trichophyton verrucosum* (TV) na celkovém počtu lidských dermatofytóz v Evropě, rozdělený na státy, ve kterých byly zavedeny vakcinační programy skotu, a ostatní státy, v jednotlivých časových obdobích: do roku 1990, v letech 1990-1999 a v letech 2000-2018.

Graf byl vytvořen na základě průměrných hodnot ze studií provedených v příslušných zemích podle obrázku 3. Patrný je celkový relativní úbytek případů lidských dermatofytóz způsobených *T. verrucosum*, markantní je zejména pokles mezi prvním a druhým obdobím, a to především u evropských zemí, v nichž byly zavedeny celostátní programy imunizace hovězího dobytka. Vakcinace byla prováděna hlavně v průběhu 80. let 20. století, což se promítlo na výrazném relativním úbytku lidských případů mezi lety 1990-1999. Následný pokles už nebyl tak výrazný, pravděpodobně proto, že se již tak jedná o velmi nízké podíly.



Obr. 3 Podíl infekcí způsobených druhem *Trichophyton verrucosum* na všech případech lidských dermatofytóz v Evropě: od roku 1951 do současnosti (A), do roku 1990 (B), v letech 1990-1999 (C) a v letech 2000-2018 (D). Jedná se o podíl infekcí způsobených tímto druhem na případech lidských dermatofytóz všech typů u pacientů všech věkových kategorií. Kolečka podle barevné škály označují místa, kde byly provedeny epidemiologické studie, čísla u koleček vyjadřují celkový počet izolovaných dermatofytů, čísla v závorkách jsou odkazy na použité studie. Pro hodnoty jednotlivých států jsou použity průměrné hodnoty z příslušných studií. Nápadný je vysoký podíl na Slovensku. Při porovnání jednotlivých období můžeme pozorovat relativní úbytek infekcí ve Španělsku, Německu a Řecku, a naopak nárůst v Itálii a Turecku. Další trendy nemůžeme z důvodu nedostatečného množství prováděných studií v jednotlivých zemích vyvodit.

Zdroje: 1 (Valdigem et al. 2006), 2 (Faure-Cognet et al. 2016), 3 (Korstanje & Staats 1995), 4 (Monod et al. 2002), 5 (Dolenc-Voljč 2005), 6 (Vella Zahra et al. 2003), 7 (Starova et al. 2010), 8 (Buchvald 1970), 9 (Buchvald & Šimaljaková 1986), 10 (Buchvald & Šimaljaková 1995), 11 (Lehenkari & Silvennoinen-Kassinen 1995), 12 (Drakensjö & Chryssanthou 2011), 13 (Paškevičius & Švediene 2013), 14 (Gurcan et al. 2008), 15 (Oztunali et al. 1985), 16 (Kuklová & Kučerová 2001), 17 (Hubka et al. 2014b), 18 (Brajac et al. 2003),

19 (Saunte et al. 2008), 20 (Svejgaard et al. 1982), 21 (Jankowska-Konsur et al. 2011), 22 (Budak et al. 2013), 23 (Nowicki 1996), 24 (Kaszuba et al. 1998), 25 (de la Torre et al. 2003), 26 (Pereiro Miguens et al. 1991), 27 (Fortuño et al. 1997), 28 (Casal et al. 1991), 29 (Padilla et al. 2002), 30 (Borman et al. 2007), 31 (Kaštelan et al. 2014), 32 (Miklić et al. 2010), 33 (Babic-Erceg et al. 2004), 34 (Vidotto et al. 1982), 35 (Marchisio et al. 1996), 36 (Asticcioli et al. 2008), 37 (Vena et al. 2012), 38 (Mercantini et al. 1995), 39 (Panasiti et al. 2007), 40 (Terragni et al. 1993), 41 (Maraki & Tselentis 1998), 42 (Maraki et al. 2007), 43 (Maraki 2012), 44 (Tsoumani et al. 2011), 45 (Nasr et al. 2016), 46 (Devliotou-Panagiotidou et al. 1995), 47 (Elsner et al. 1987), 48 (Tietz et al. 1995), 49 (Neji et al. 2009), 50 (Kheira et al. 2007), 51 (Novikova et al. 2016), 52 (Brajac et al. 2004)

U napadeného dobytka může být přítomnost této houby asymptomatická, léze se pak většinou objeví do osmi týdnů, je však možné, že někteří jedinci jsou vůči této houbě přirozeně imunní a mohou tak být pasivními přenašeči (Ollhoff 2005, Papini et al. 2009). Ve většině případů *T. verrucosum* vyvolává silnou imunitní odpověď a způsobuje kruhové kožní léze bez srsti na hlavě – především v oblasti očí a uší, krku či hýždích (Chermette et al. 2008, Papini et al. 2009). U koní způsobuje nodulární dermatofytózu (kerion) většinou na hlavě (Chermette et al. 2008).

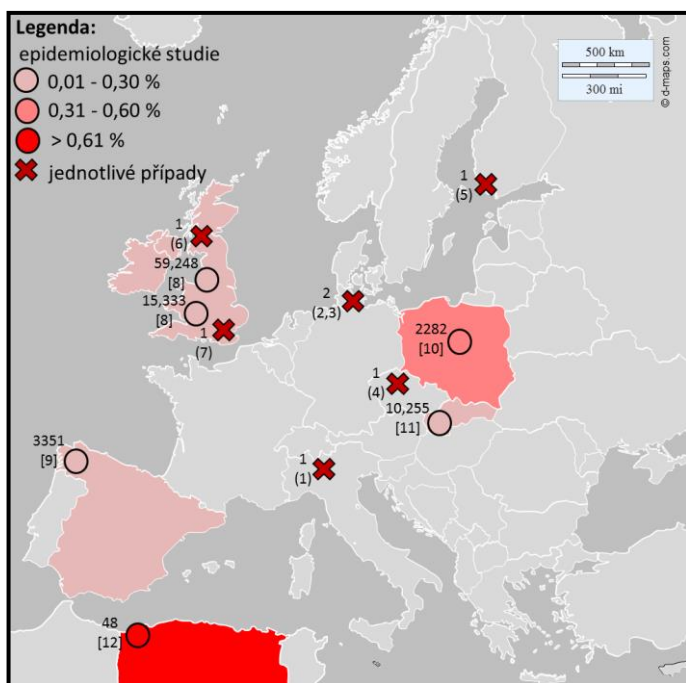
U člověka je častým původcem tinea corporis a t. capitis, způsobuje také t. barbae (Sabota et al. 1996), t. faciei (Yamada et al. 2012) a t. manuum (Dvořák & Otčenášek 1969, Naseri et al. 2013). Podle Ruteckého et al. se jedná o nejčastější patogen způsobující t. barbae (Rutecki et al. 2000).

3.3. *Trichophyton equinum*

Trichophyton equinum je zoofilní druh, jehož hlavním hostitelem je kůň (*Equus caballus*), jedná se o nejčastějšího původce dermatofytóz těchto zvířat (Chermette et al. 2008, Nweze 2011). Ve vzácných případech napadá člověka (Smith et al. 1969), známé jsou infekce skotu (Nweze 2011, Stenwig 1985) a koz (Nweze 2011), hlášena byla také infekce ovce (Nweze 2011), kočky (Nweze 2011), psa (Carman et al. 1979, Meckenstock 1969) a velblouda (Khosravi & Mahmoudi 2003). Mezi koňmi se šíří snadno přímým kontaktem v rámci stáje (English 1961), ve stáji se závodními tažnými koňmi v Japonsku bylo infikováno okolo 20 % koní (English 1961, Takatori & Ichijo 1985). Častější je infekce koní závodních než plemenných (Pascoe 1976). K přenosu infekce na člověka může dojít jak ze závodních koní (Huovinen et al. 1998), tak z pouhé rekreační jízdy na koních (Shwayder et al. 1994) a pravděpodobně i z poníků (Amor et al. 2001, Brasch et al. 1998). V riziku jsou děti i dospělí,

většina pacientů jsou však lidé přicházející do častého kontaktu s koňmi, jako závodní jezdci, chovatelé, pracovníci ve stájích a veterináři (Huovinen et al. 1998, Takatori & Ichijo 1985).

T. equinum je rozšířen celosvětově, k infekci člověka došlo na Novém Zélandě (Smith et al. 1969), v Austrálii (Maslen & Thompson 1984), Japonsku (Takatori & Ichijo 1985), Malajsii (Ng et al. 2003), Jihoafrické republice (Marais & Olivier 1963), Alžírsku (Kheira et al. 2007), Španělsku (Amor et al. 2001, Pereiro Miguens et al. 1991), Itálii (Veraldi et al. 2018), Německu (Brasch et al. 1998, 2009), Polsku (Kaszuba et al. 1998), České republice (Buchvald & Valentová 1965), Slovensku (Buchvald & Šimaljaková 1986), Finsku (Huovinen et al. 1998), Velké Británii (Borman et al. 2007, Burden et al. 1994, Nicholls & Midgley 1989) a Spojených státech (Shwayder et al. 1994). Evropské případy jsou zakresleny na obrázku 4.



Obr. 4 Lidské dermatofytózy způsobené druhem *Trichophyton equinum* v Evropě.

Kolečka označují místa, kde byly provedeny epidemiologické studie, čísla u koleček vyjadřují celkový počet izolovaných dermatofytů. Barva státu odpovídá podílu případů infekcí způsobených tímto druhem z příslušné studie podle barevné škály. Jedná se o studie zahrnující případy lidských dermatofytóz všech typů u pacientů všech věkových kategorií. Křížky označují místa, kde byly hlášené jednotlivé případy infekcí člověka tímto druhem, číslo udává počet případů. Čísla v závorkách jsou odkazy na použité studie a hlášení případů. Případy

infekcí člověka způsobených tímto druhem jsou v Evropě vzácné, vyšší podíl činily v Alžírsku, studie však zahrnovala příliš nízký počet pacientů na to, abychom z jejích výsledků mohli něco usuzovat.

Zdroje: 1 (Veraldi et al. 2018), 2 (Brasch et al. 1998), 3 (Brasch et al. 2009), 4 (Buchvald & Valentová 1965), 5 (Huovinen et al. 1998), 6 (Burden et al. 1994), 7 (Nicholls & Midgley 1989), 8 (Borman et al. 2007), 9 (Pereiro Miguens et al. 1991), 10 (Kaszuba et al. 1998), 11 (Buchvald & Šimaljaková 1986), 12 (Kheira et al. 2007)

Infekce domestikovaných koní jsou známy např. z Nového Zélandu (Smith et al. 1969), Austrálie (Maslen & Thompson 1984), Japonska (Ichijo et al. 1978, Takatori & Ichijo 1985), Jihoafrické republiky (Marais & Olivier 1963), Nigérie (Nweze 2011), Egypta (Ahdy et al.

2016), Španělska (Cabañes et al. 1997), Německa (Spormann et al. 2008), Norska (Stenwig 1985) a Velké Británie (English 1961).

První vakcína proti dermatofytóze koní byla používána v Sovětském svazu od roku 1981, šlo o živý izolát *T. equinum* vyráběný pod názvem S-P-1, tato profylaktická vakcína měla úspěšnost 95 % a následná imunita měla vydržet minimálně 5 let (Sarkisov & Kolesnikov 1989, cit. podle Rybníkář et al. 1991b). Od roku 1986 se začala vyrábět vakcína Trichoequen v bývalém Československu, průběh onemocnění u očkovaných zvířat byl mírnější než u jedinců neočkovaných a léze vymizely spontánně, v případě terapeutického využití byla léčba rychlejší (Rybníkář et al. 1991b). Obě tyto vakcíny jsou aktuálně používány (Rybníkář & Kuja 2015). Trichoequen byl úspěšně testován i v dalších zemích, např. v Německu, kam je dodáván pod obchodní značkou HippoTrichon (von Felbert et al. 2009). S další, tentokrát inaktivovanou vakcínou, přišli ve Spojených státech Pier a Zancanella v roce 1993, během tříletého experimentu byla díky této vakcíně snížena incidence ze 40 % na nulu, tato vakcína však nebyla uvedena na trh (Pier & PJ Zancanella 1993).

U koní způsobuje druh *T. equinum* zpočátku drobné ohraničené léze s alopecií (Ahdy et al. 2016) většinou v oblasti sedla (Pascoe 1976), dále na hrudi, případně na zádech a hýždích (Takatori & Ichijo 1985). Typické léze jsou suché s tenkými prашnými kožními šupinami a ulámanými chlupy. Léze se mohou rychle rozšířit po celém těle a spojit se do větších ložisek (Chermette et al. 2008).

U lidí způsobuje převážně *t. corporis* (Pereiro Miguens et al. 1991, Smith et al. 1969), vzácně *t. capitis* (Brasch et al. 2009, Burden et al. 1994), *t. faciei* (Amor et al. 2001) a onychomykózy na rukou (Huovinen et al. 1998, Nicholls & Midgley 1989). Léze jsou většinou drobné a léčba je rychlá (Takatori & Ichijo 1985).

3.4. *Trichophyton erinacei*

Hlavním hostitelem zoofilního druhu *Trichophyton erinacei* je ježek západní (*Erinaceus europaeus*) a středoafričský ježek bělobřichý (neboli trpasličí, *Atelerix albiventris*), který je oblíbeným domácím mazlíčkem (Abarca et al. 2017, Morris & English 1969). Infekce byla pozorována také u dalšího chovaného druhu – ježka dlouhouchého (*Hemiechinus auritus*) (Abarca et al. 2017). Evidovány jsou případy u psa (Kurtdele et al. 2014, Piérard-Franchimont et al. 2008), kočky (Carman et al. 1979) a dalších malých savců, tyto případy jsou však výjimečné a jsou dávány do souvislosti s ježkem západním (Chermette et al. 2008, Piérard-Franchimont et al. 2008). Příležitostně dochází k zoonotické nákaze člověka (Marples

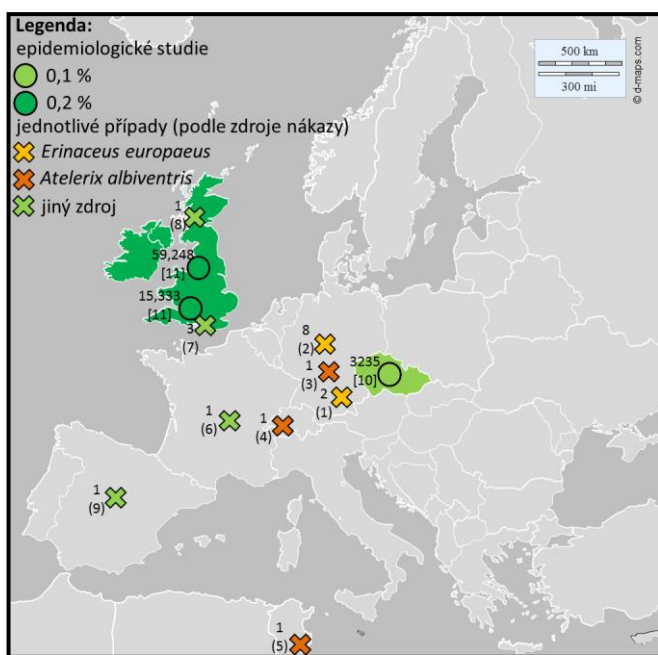
& Smith 1960). K infekci dochází většinou přímým kontaktem s nakaženým ježkem, což je problém v mnoha zemích, kde v posledních letech roste obliba ježků coby exotických domácích mazlíčků (Abarca et al. 2017, Rhee et al. 2009). K nákaze může dojít také nepřímo přes kontaminovaná doupata, v nichž ježci přezimují (English & Morris 1969, Romano et al. 2001, Smith et al. 1969). Ačkoliv z půdy doposud nebyl *T. erinacei* izolován a při experimentech nebyla inokulovaná houba schopná v půdě přežít (English et al. 1964), bylo zjištěno, že v suchém opuštěném doupěti může houba přežívat minimálně rok (English & Morris 1969). Člověk však může být nakažen pravděpodobně prostřednictvím půdy (Roger et al. 1991) nebo dalšími zvířecími vektory jako je pes (English et al. 1962, Quaipe 1966), kočka (Carman et al. 1979, Jury et al. 1999) nebo králík (Hubka et al. 2014b). Možný je přenos mezi lidmi (Sidwell et al. 2014, Simpson 1974).

Pomocí křížících pokusů byly rozlišeny dvě populace tohoto druhu (Takahashi et al. 2003, Takashio 1979). Populace jsou specifické pro konkrétní hostitele a příslušnost jednotlivých izolátů lze rozlišit podle dvou substitucí v oblasti ITS (Heidemann et al. 2010). První populace je asociována s ježkem bělobřichým, a to jak s volně žijícími jedinci v Africe, tak s domácím mazlíčkem v Japonsku (Heidemann et al. 2010) a pravděpodobně i jinde. Izoláty této populace mají párovací typ (-). Druhá populace je asociována s volně žijícími jedinci ježka západního v Evropě a na Novém Zélandu a izoláty spadající do této populace mají párovací typ (+) (Takahashi et al. 2003, Takashio 1979).

T. erinacei je v populacích volně žijících ježků západních rozšířený především v západní Evropě na Britských ostrovech a ve Francii (Morris & English 1969) a na Novém Zélandu (Marples & Smith 1960, Smith & Marples 1963). Zajímavostí je, že tento druh byl poprvé popsán z Nového Zélandu, ačkoliv ježek západní zde není původním druhem, byl introdukovan z Velké Británie ve druhé polovině 19. století (Thomson 1922). U ježků bělobřichých chovaných v zajetí se vyskytuje hojně v Japonsku (Mochizuki et al. 2005; Takahashi et al. 2002, 2003) a Španělsku (Abarca et al. 2017).

Případy infekce člověka jsou hlášeny z celého světa, evropské případy společně s uvedeným zdrojem infekce shrnuje obrázek 5. Infekce zprostředkované ježkem západním jsou známé z Německa, kde byl *T. erinacei* zaznamenán ve zvýšené míře u pracovníků v chovu těchto ježků (Schäuder et al. 2007) i u zájmových chovatelů (Kargl et al. 2018). V Austrálii, kde se ježek ve volné přírodě nevyskytuje, byla hlášena infekce přenesená pravděpodobně z ježka západního na dovolené na Novém Zélandu, a dále infekce pracovnice s kulturou této houby (Maslen 1981). K infekci ze v zajetí chovaného ježka bělobřichého

došlo také v Německu (Weishaupt et al. 2014), dále pak ve Švýcarsku (Perrier & Monod 2015), Tunisku (Drira et al. 2015), Taiwanu (Hsieh et al. 2010), Jižní Korei (Rhee et al. 2009), Spojených státech (Rosen 2000) a v Chile (Concha et al. 2012). U některých dalších případů není bohužel uvedeno, jestli a jakým druhem ježka byla infekce přenesena, např. v Jižní Korei (Lee et al. 2011), Španělsku (Durán-Valle et al. 2013), Velké Británii (Borman et al. 2007) a Kanadě (Eid et al. 2014). Infekce člověka jsou známé také ve Francii (Roger et al. 1991) a České republice (Hubka et al. 2014b).



Obr. 5 Lidské dermatofytózy způsobené druhem *Trichophyton erinacei* v Evropě.

Kolečka označují místa, kde byly provedeny epidemiologické studie, čísla u koleček vyjadřují celkový počet izolovaných dermatofytů. Barva státu odpovídá podílu případů infekcí způsobených tímto druhem z příslušné studie podle barevné škály. Jedná se o studie zahrnující případy lidských dermatofytóz všech typů u pacientů všech věkových kategorií. Křížky označují místa, kde byly hlášeny jednotlivé případy infekcí člověka tímto druhem, číslo udává počet případů, barva vyjadřuje zdroj lidské nákazy. Čísla v závorkách jsou odkazy na použité studie a hlášení případů. Vzhledem k nízkému

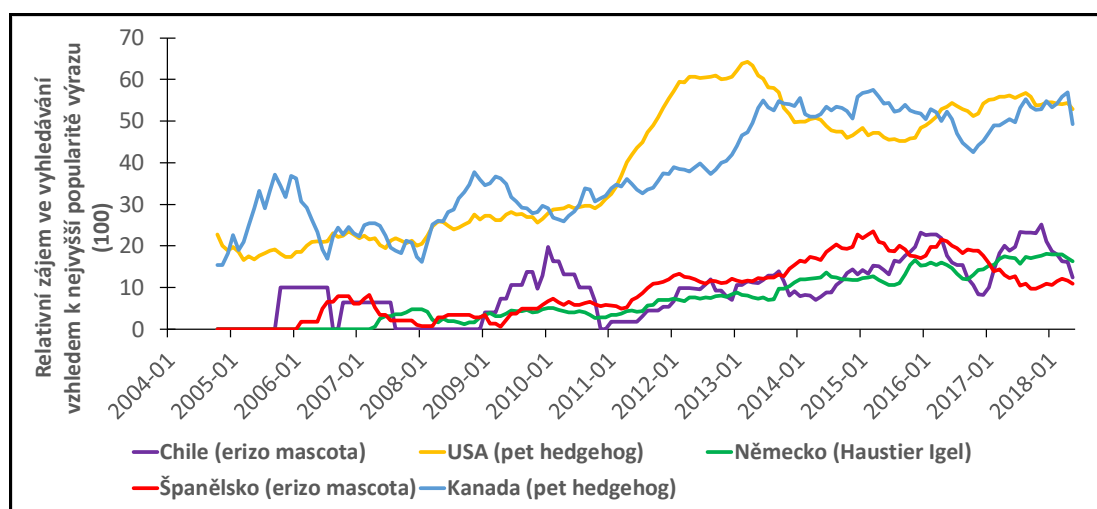
počtu případů a nedostatečným informacím o zdrojích infekce nelze z obrázku vyvozovat trendy v distribuci dvou populací druhu *T. erinacei*. Zdroje: 1 (Kargl et al. 2018), 2 (Schauder et al. 2007), 3 (Weishaupt et al. 2014), 4 (Perrier & Monod 2015), 5 (Drira et al. 2015), 6 (Roger et al. 1991), 7 (Quaife 1966), 8 (Jury et al. 1999), 9 (Durán-Valle et al. 2013), 10 (Hubka et al. 2014b), 11 (Borman et al. 2007)

Případy lidských dermatofytóz způsobených druhem *T. erinacei* se ve větším množství objevují v posledních 20 letech, což může být dáno do souvislosti s rostoucí poptávkou po hlavním hostiteli tohoto druhu jako domácím mazlíčkovi (graf 3), zejména v případě chovu ježků bělobřichých v Evropě (Abarca et al. 2017).

U ježků může být přítomnost *T. erinacei* asymptomatická (Concha et al. 2012), v případě chronické infekce dochází ke vzniku lézí většinou v oblasti čenichu a hlavy, ale i v jiných částech těla. V místech lézí ježkům vypadá srst a bodliny. Tato místa mohou být asociována s roztoči, kteří žijí ektoparaziticky na pokožce ježků (Morris & English 1969,

Smith & Marples 1963). Druh *T. erinacei* byl kromě ježků izolován také z těl a exkrementů těchto roztočů (konkrétně druhu *Caparinia tripilis*), proto se můžeme domnívat, že také roztoči mohou být přenašeči tohoto druhu (Smith & Marples 1963). Prevalence u divokých ježků ve Velké Británii činila 20-25 % (Morris & English 1969), na Novém Zélandu dosahovala až 44,7 % (Smith & Marples 1963). Častější jsou infekce zvířat žijících ve městech než na venkově, pravděpodobně kvůli vyšší populační hustotě ježků ve městech (Morris & English 1969). U psů bývá druh *T. erinacei* izolován z lézí na hlavě, většinou na kořeni čenichu, okolo očí a uší, což jsou místa, kde mohlo s velkou pravděpodobností dojít ke kontaktu s ježkem nebo jeho doupětem (Chermette et al. 2008).

U člověka způsobuje ve většině případů silně zánětlivou dermatofytózu ve formě *t. corporis* často na spodních končetinách, zápěstí a rukou (Eid et al. 2014, Mochizuki et al. 2005, Rosen 2000), může způsobovat *t. capitis* typu kerion (Jury et al. 1999, Romano et al. 2001), *t. barbae* (Sidwell et al. 2014, Simpson 1974) a onychomykózy rukou i nohou (English et al. 1962, Philpot & Bowen 1992).



Graf 3 Zájem o ježky jako domácí mazlíčky v posledních 15 letech. Graficky znázorněno pomocí Google Trends pro Chile, USA, Kanadu, Španělsko a Německo při zadání výrazu „ježek domácí mazlíček“ v příslušných jazycích. Hodnota 0 znamená, že pro výraz nebyl shromážděn dostatek dat. Patrná je rostoucí poptávka po ježcích coby domácích mazlíčcích ve všech těchto zemích. Zdroj: (Google Trends)

3.5. *Trichophyton benhamiae*

Přírodním rezervoárem zoofilního druhu *Trichophyton benhamiae* je morče (*Cavia porcellus* form. *domestica*) (Drouot et al. 2009). Příležitostnými hostiteli jsou další zvířata – pes (Sieklucki et al. 2014, Skořepová et al. 2014, Symoens et al. 2013), kočka (Nenoff et al. 2014)

a králík (Kano et al. 1998, Kawasaki et al. 2000, Mochizuki et al. 2001) nebo člověk (Kawasaki et al. 2000, Symoens et al. 2013). Na člověka může být infekce přenesena nejen z morčete, ale také např. z křečka či králíka (Fumeaux et al. 2004, Nenoff et al. 2014, Skořepová et al. 2014).

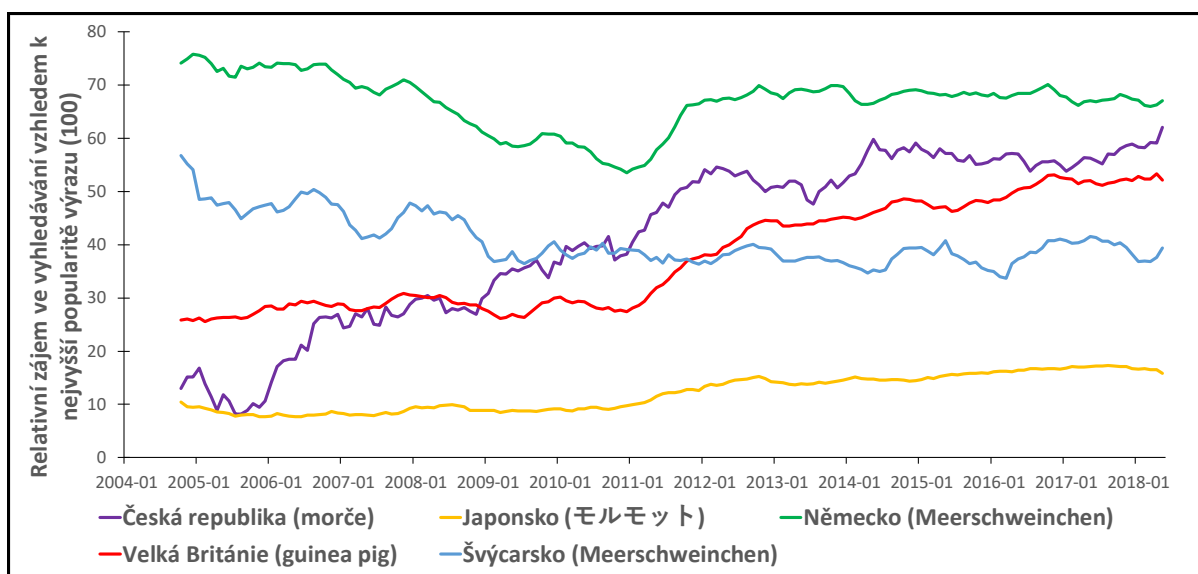
U druhu *Trichophyton benhamiae* je rozlišován žlutý a bílý fenotyp, které částečně odpovídají párovacím typům. Všechny kmeny se žlutým fenotypem mají párovací typ (-), zatímco bílý fenotyp mají kmeny obou párovacích typů (Symoens et al. 2013). Kmeny se žlutým fenotypem makroskopicky připomínají *M. canis* nebo *T. erinacei*, kmeny s bílým fenotypem byly dříve určovány jako zoofilní *T. interdigitale*, pro správné určení tohoto druhu je tedy obzvláště vhodné použití molekulárních metod (Nenoff et al. 2014). V německé studii z roku 2016 a české studii z let 2011-2015 byla většina lidských infekcí způsobena izoláty se žlutým fenotypem (Brasch et al. 2016, Cmokova et al. 2015).

T. benhamiae je celosvětově rozšířený druh, nejprve byl izolován ve Spojených státech (Ajello & Cheng 1967), na Floridě byla zaznamenána epidemie v chovu morčat, kde byl ještě tento druh označován jako *T. mentagrophytes* (Pombier & Kim 1975). Posléze byl *T. benhamiae* izolován v Japonsku (Kano et al. 1998) a evropských zemích, v chovech morčat je častý ve Švýcarsku (Drouot et al. 2009), Nizozemí (také ještě pod názvem *T. mentagrophytes*) (van Avermaete 2012), Francii (Bloch et al. 2016) a Německu (Kupsch et al. 2017). Ve francouzské studii byl *T. benhamiae* přítomen u téměř 2/3 ze studovaných zvířat ze tří obchodů s domácími zvířaty (Bloch et al. 2016). Německá studie zkoumající morčata z 15 obchodů s domácími mazlíčky odhalila *T. benhamiae* u více než 90 % zvířat (Kupsch et al. 2017).

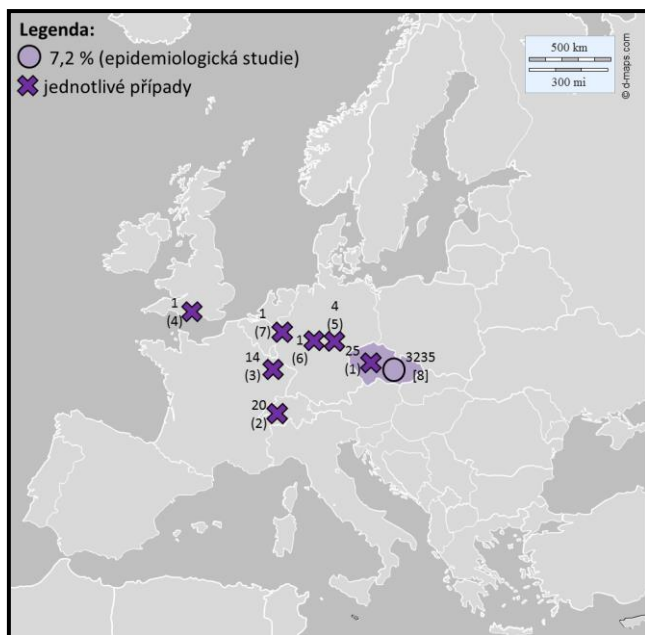
Infekce člověka jsou hlášené především z USA (Ajello & Cheng 1967), Japonska (Kawasaki et al. 2000, Shiraki et al. 2006), Íránu (Rezaei-Matehkolaei et al. 2016) a Evropy (obr. 6), kde jsou známé případy např. z České republiky (Hejtmánek & Hejtmánková 1989, Skořepová et al. 2014), Švýcarska (Fumeaux et al. 2004, Symoens et al. 2013), Francie (Contet-Audonneau & Leyer 2010), Velké Británie (El-Heis et al. 2016) a Německa (Braun et al. 2013, Budihardja et al. 2010, Hiernickel et al. 2016).

Zajímavé je, jak náhle se tento druh objevil a rozšířil jak v Evropě, tak v Japonsku. Při křížících pokusech s japonskými izoláty v roce 1980 ještě tento druh v Japonsku znám nebyl (Hironaga & Watanabe 1980). Během let 1996-2000 bylo získáno 8 izolátů *T. benhamiae* a nárůst počtu případů byl pozorován na začátku 21. století (Kano et al. 1998, Kawasaki et al. 2000, Nakamura et al. 2002). Do Japonska se tento druh dostal pravděpodobně ze zahraničí

s importovanými zvířaty, a to možná několikrát nezávisle vzhledem k odlišnému genetickému profilu těchto izolátů (Mochizuki et al. 2001). V Evropě byl *T. benhamiae* znám již dříve (Gregory & English 1975), od začátku 21. století se však začal rychle šířit (Contet-Audonneau & Leyer 2010, Fumeaux et al. 2004) a případů neustále přibývá (El-Heis et al. 2016, Hubka et al. 2014b, Nenoff et al. 2014, Skořepová et al. 2014). Ve střední Evropě se dokonce hovoří o epidemii, v Německu činila prevalence *T. benhamiae* 2,9 %, v České republice byl tento druh s podílem 7,2 % dermatofytóz druhým nejčastějším patogenem hned po *T. rubrum*, v obou zemích se jedná o pravděpodobně nejčastější zoofilní patogen způsobující dermatofytózu (Cmokova et al. 2017, Hubka et al. 2014b, Nenoff et al. 2014, Uhrlaß et al. 2015b). Podobně jako u *T. erinacei* a ježků může i nárůst případů *T. benhamiae* souviset s rostoucím zájmem o morčata (graf 4), hlavně v případě Japonska (Shiraki et al. 2006). Tuto hypotézu komplikuje fakt, že v Evropě má na rozdíl od Japonska chov morčat v domácnostech tradici a byl oblíbený už před počátkem epidemie (cca rok 2000). Jako viník epidemie byly v tomto případě označeny kmeny žlutého fenotypu, které byly pravděpodobně před počátkem epidemie introdukovány do Evropy (Brasch et al. 2016, Cmokova et al. 2015).



Graf 4 Zájem o morčata jako domácí mazlíčky v posledních 15 letech. Graficky znázorněno pomocí Google Trends pro Japonsko, Českou republiku, Německo, Švýcarsko a Velkou Británii při zadání výrazu „morče“ v příslušných jazycích. Patrná je rostoucí poptávka po morčatech ve Velké Británii a České republice, zatímco v Německu a Švýcarsku lze hovořit o poklesu. V Japonsku se zájem o morčata za posledních 15 let nijak výrazně neproměnil, nemáme však informace o zájmu Japonců o chov morčat v době před počátkem epidemie. Zdroj: (Google Trends)



Obr. 6 Lidské dermatofytózy způsobené druhem *Trichophyton benhamiae* v Evropě.

Kolečko označuje Českou republiku, která jako zatím jediný evropský stát zachytila druh *T. benhamiae* v epidemiologické studii. Tato studie zahrnovala případy lidských dermatofytóz všech typů u pacientů všech věkových kategorií. Číslo u kolečka vyjadřuje celkový počet izolovaných dermatofytů. Křížky označují místa, kde byly hlášené jednotlivé případy infekcí člověka tímto druhem, číslo udává počet případů. Čísla v závorkách jsou odkazy na použité studie a hlášení případů. Z obrázku je patrné, že mnoho případů pochází ze střední Evropy.

Zdroje: 1 (Skořepová et al. 2014), 2 (Symoens et al. 2013), 3 (Contet-Audonneau & Leyer 2010), 4 (El-Heis et al. 2016), 5 (Hiernickel et al. 2016), 6 (Budihardja et al. 2010), 7 (Braun et al. 2013), 8 (Hubka et al. 2014b)

Morčata mohou být asymptomatickými přenašeči této houby, v německých obchodech se zvířaty pouze 9 % nakažených zvířat projevovalo známky dermatofytózy (Kupsch et al. 2017). Pokud dojde k propagaci onemocnění, dermatofytóza způsobená *T. benhamiae* se u morčat projevuje zánětlivými kruhovými lézemi bez chlupů s odlupující se pokožkou. Tyto léze vznikají zpočátku v oblasti čenichu, okolo očí, na čele či u uší. Ve vážnějších případech se léze objevují také na zádech a končetinách morčat (Drouot et al. 2009).

U člověka se infekce *T. benhamiae* projevuje jako silně zánětlivá dermatofytóza formou *t. corporis*, *t. capitis*, *t. faciei* a *t. manuum* (Fumeaux et al. 2004, Nenoff et al. 2014, Shiraki et al. 2006). Typické léze jsou kruhové a ostře ohraničené (Fumeaux et al. 2004). V některých případech způsobuje *t. barbae* (Braun et al. 2013) či kerion Celsi, neboli *t. capitis profunda*, což je silně zánětlivá infekce s volně vypadávajícími vlasy, fluktuujícími hrboly, silnou sekrecí až krustami (Mallátová et al. 2014, Nenoff et al. 2013). Častými pacienty jsou děti a dospívající (Contet-Audonneau & Leyer 2010, Fumeaux et al. 2004, Hubka et al. 2014b, Nenoff et al. 2014, Skořepová et al. 2014).

4. Závěr

Epidemiologie a taxonomie spolu úzce souvisejí, patogenní druhy je nutné dobře taxonomicky definovat, aby mohly být epidemiologické charakteristiky pro jednotlivé druhy ustálené a dalo se v nich dobře a rychle orientovat v případě změny v incidenci patogena. Hlavní podíl na taxonomických změnách má u dermatofytů v posledních letech molekulární taxonomie, která vedla k vymezení nových druhů, díky čemuž došlo např. k zúžení hostitelských spekter druhů původních, zároveň však k přetrhání vazeb mezi patogenem a hostitelem ustálených v povědomí kliniků (de Hoog et al. 2017). Znalost hostitelů jednotlivých dermatofytů má přitom velký klinický význam nejen v diagnostice onemocnění, ale také v prevenci onemocnění například při určování původců lokálních epidemií.

Jako příklad mohou posloužit početné změny okolo jména *T. mentagrophytes*, které vedly k tomu, že se pod jedním názvem skrývají různé druhy v závislosti na taxonomickém pojetí v době, kdy byly izoláty zkoumány (Chollet et al. 2015a, Nenoff et al. 2007). U jednotlivých případů je často diskutován zdroj infekce, což umožňuje přehodnocení patogena podle současného hostitelského spektra (Pombier & Kim 1975, van Avermaete 2012). Druh *T. mentagrophytes* má podle molekulárních dat bohužel poměrně široké spektrum hostitelů a není tedy možné jen podle hostitele uvažovat na konkrétní druh (Beguin et al. 2012, de Hoog et al. 2017). I když u jiných patogenů víme, že mají úzké hostitelské spektrum, v případě epidemiologických studií není možné zpětně dohledat pravého původce, protože ve většině studií nejsou hostitelé uváděni, což komplikuje sledování epidemiologických trendů. Velmi často jsou také podceňovány méně běžné druhy, například se ve starších studiích téměř nevyskytují druhy *T. erinacei* a *T. benhamiae*, ačkoli v Evropě se druhý jmenovaný druh prokazatelně vyskytoval už dříve (Hejtmánek & Hejtmánková 1989). Příčinou absence těchto druhů v epidemiologických studiích může být jejich relativně nedávné vymezení z druhu *T. mentagrophytes*, ke kterému byly tyto dva druhy v minulosti přiřazovány a v epidemiologických studiích proto figurují pod tímto názvem (Gräser et al. 2000a, Nenoff et al. 2007). Dnes jsou *T. erinacei* a *T. benhamiae* v Evropě považovány za významné rychle se šířící patogeny, způsobují zvýšený počet případů v různých částech světa a jejich šíření kopíruje zájem o ježky a morčata jako domácí mazlíčky (Kargl et al. 2018, Nenoff et al. 2013). Nejen domácí zvířata, ale především nově se šířící kmen druhu *T. benhamiae* má na svědomí epidemii lidských dermatofytóz způsobených tímto druhem ve střední Evropě (Brasch et al. 2016, Cmokova et al. 2015). V počtu lidských dermatofytóz

předběhl dokonce i v České republice dříve nejčastější zoonózní druh *M. canis*, který je na člověka přenášený hlavně z domácích koček (Havlickova et al. 2008, Hubka et al. 2014b, Kuklová & Kučerová 2001). Jeho rezervoárem jsou však kočky volně žijící, tím pádem lze považovat oblasti s vysokými populačními hustotami toulavých koček, jako je Středomoří, za rizikové (Dolenc-Voljč 2005, Seebacher et al. 2008). Proti tomuto druhu se však stále nedaří vyvinout dostatečně účinnou vakcínu, jakou známe proti druhům *T. verrucosum* u skotu a *T. equinum* u koní (DeBoer et al. 2002; Rybníkář et al. 1991b, 1998). Díky očkování skotu proti *T. verrucosum* došlo k poklesu počtu infekcí nejen u skotu, ale také u člověka (Kielstein 1990).

Z toho vyplývá, že vakcinace může fungovat a bylo by tedy vhodné zavést důslednou a plošnou aplikaci vakcín proti dermatofytózám také u dalších druhů. Do doby, než bude nalezena vhodná vakcína, by zvířata chovaná v domácnostech, zejména morčata a ježci coby hlavní hostitelé druhů *T. benhamiae* a *T. erinacei*, měla být preventivně prohlížena veterináři, aby se předešlo nákaze dalších zvířat a člověka (Abarca et al. 2017, Drouot et al. 2009). Systematicky by měly být kontrolovány také další chovy zvířat. Zaznamenávání údajů o infekcích může pomoci dohledat jejich zdroj, kterým by mohl být doposud neznámý hostitel, například mezi volně žijícími zvířaty, u kterých nemáme o spektru dermatofytů téměř žádné informace.

5. Zdroje

- Aamodt O, Naess B, Sandvik O. 1982. Vaccination of Norwegian cattle against ringworm. *Zoonoses Public Health*. 29(6):451–56
- Abarca ML, Castellá G, Martorell J, Cabañes FJ. 2017. *Trichophyton erinacei* in pet hedgehogs in Spain: Occurrence and revision of its taxonomic status. *Med. Mycol.* 55(2):164–72
- Agnetti F, Righi C, Scoccia E, Felici A, Crotti S, et al. 2014. *Trichophyton verrucosum* infection in cattle farms of Umbria (Central Italy) and transmission to humans. *Mycoses*. 57(7):400–405
- Ahdy AM, Sayed-Ahmed MZ, Younis EE, Baraka HN, El-khodery SA. 2016. Prevalence and potential risk factors of dermatophytosis in Arabian horses in Egypt. *J. Equine Vet. Sci.* 37:71–76
- Ajello L, Georg LK, Kaplan W, Kaufman L. 1962. *Laboratory Manual for Medical Mycology*
- Ajello L, Cheng S-L. 1967. The perfect state of *Trichophyton mentagrophytes*. *Sabouraudia*. 5(3):230–34
- Al-Ani FK, Younes FA, Al-Rawashdeh OF. 2002. Ringworm infection in cattle and horses in Jordan. *Acta Vet. Brno*. 71(1):55–60+155
- Aly R. 1994. Ecology and epidemiology of dermatophyte infections. *J. Am. Acad. Dermatol.* 31(3):S21–25
- Amor E, Gutiérrez MJ, Lamoneda C, Del Palacio A, Pereiro M. 2001. Terbinafine treatment of *Trichophyton equinum* infection in a child. *Clin. Exp. Dermatol.* 26(3):276–78
- Anderson JH. 1979. *In vitro* survival of human pathogenic fungi in seawater. *Sabouraudia*. 17:1–12
- Asticcioli S, Di Silverio A, Sacco L, Fusi I, Vincenti L, Romero E. 2008. Dermatophyte infections in patients attending a tertiary care hospital in northern Italy. *New Microbiol.* 31(4):543–48
- Babic-Erceg A, Barišić Z, Erceg M, Babic A, Borzic E, et al. 2004. Dermatophytoses in Split and Dalmatia, Croatia, 1996–2002. *Mycoses*. 47:297–99
- Beguin H, Pyck N, Hendrickx M, Planard C, Stubbe D, Detandt M. 2012. The taxonomic status of *Trichophyton quinckeanum* and *T. interdigitale* revisited: a multigene phylogenetic approach. *Med. Mycol.* 87(8):871–82
- Bloch M, Cavignaux R, Debourgogne A, Dorin J, Machouart M, Contet-Audonneau N. 2016. Du cochon d'Inde à l'Homme: épidémie de teigne à *Trichophyton mentagrophytes* var. *porcellae* dans les animaleries nancéiennes. *J. Mycol. Med.* 26(3):227–32
- Bocobo FC, Benham RW. 1949. Pigment production in the differentiation of *Trichophyton mentagrophytes* and *Trichophyton rubrum*. *Mycologia*. 41(3):291
- Borman AM, Campbell CK, Fraser M, Johnson EM. 2007. Analysis of the dermatophyte species isolated in the British Isles between 1980 and 2005 and review of worldwide dermatophyte trends over the last three decades. *Med. Mycol.* 45(2):131–41
- Brajac I, Prpic-Massari L, Stojnic-Sosa L, Gruber F. 2003. Dermatophytoses in the Rijeka area, Croatia, before, during and after the war 1990-1999. *Mycoses*. 46(5–6):213–17
- Brajac I, Stojnić-Soša L, Prpić L, Lončarek K, Gruber F. 2004. The epidemiology of *Microsporum canis* infections in Rijeka area, Croatia. *Mycoses*. 47(5–6):222–26
- Brasch J, Beck-Jendroschek V, Voss K, Uhrlaß S, Nenoff P. 2016. *Arthroderma-benhamiae*-Stämme aus Deutschland. *Hautarzt*. 67(9):700–705
- Brasch J, Fölster-Holst R, Christophers E. 1998. Tinea durch *Trichophyton equinum*. *Hautarzt*. 49(5):397–402
- Brasch J, Gräser Y. 2005. *Trichophyton eboreum* sp. nov. isolated from human skin. *J. Clin. Microbiol.* 43(10):5230–37

- Brasch J, Lögering B, Gräser Y. 2009. Tinea capitis caused by *Trichophyton equinum*. *Acta Derm. Venereol.* 89(2):204–5
- Braun SA, Jahn K, Westermann A, Bruch-Gerharz D, Reifenberger J. 2013. Tinea barbae profunda durch *Arthroderma benhamiae*: Eine diagnostische Herausforderung. *Hautarzt.* 64(10):720–22
- Brilhante RSN, Cavalcante CSP, Soares-Junior FA, Cordeiro RA, Sidrim JJC, Rocha MFG. 2003. High rate of *Microsporum canis* feline and canine dermatophytoses in Northeast Brazil: Epidemiological and diagnostic features. *Mycopathologia.* 156:303–8
- Brilhante RSN, Cordeiro RA, Gomes JMF, Sidrim JJC, Rocha MFG. 2006. Canine dermatophytosis caused by an anthropophilic species: Molecular and phenotypical characterization of *Trichophyton tonsurans*. *J. Med. Microbiol.* 55(11):1583–86
- Brilhante RSN, Rocha MFG, Cordeiro RA, Rabenhorst SHB, Granjeiro TB, et al. 2005. Phenotypical and molecular characterization of *Microsporum canis* strains in north-east Brazil. *J. Appl. Microbiol.* 99:776–82
- Budak A, Bogusz B, Tokarczyk M, Trojanowska D. 2013. Dermatophytes isolated from superficial fungal infections in Krakow, Poland, between 1995 and 2010. *Mycoses.* 56(4):422–28
- Budihardja D, Freund V, Mayser P. 2010. Widespread erosive tinea corporis by *Arthroderma benhamiae* in a renal transplant recipient: case report. *Mycoses.* 53(6):530–32
- Buchvald J. 1970. Die Dermatophytenflora in der Slowakei und ihre Veränderungen während der letzten 10 Jahre. *Mykosen.* 13(6):297–301
- Buchvald J, Šimaljaková M. 1986. Analyse des Dermatophytenvorkommens und der von Dermatophyten hervorgerufenen Hautfektionen in der Slowakischen Sozialistischen Republik (SSR) im Zeitraum von 15 Jahren (1969–1983). *Mykosen.* 29(7):323–26
- Buchvald J, Šimaljaková M. 1995. The occurrence of dermatophytes in Slovakia. *Mycoses.* 38(3–4):159–61
- Buchvald J, Valentová M. 1965. Rare human trichophytia infection due to *Trichophyton equinum*. *Česko-slovenská dermatologie.* 40:115–18
- Burden AD, Tillman DM, Richardson MD. 1994. Human *Trichophyton equinum* infection treated with terbinafine. *Clin. Exp. Dermatol.* 19(4):359–60
- Buxton PK, Milne LJR, Prescott RJ, Proudfoot MC, Stuart FM. 1996. The prevalence of dermatophyte infection in well-controlled diabetics and the response to *Trichophyton* antigen. *Br. J. Dermatol.* 134(5):900–903
- Cabañes FJ. 2000. Dermatophytes in domestic animals. *Rev. Iberoam. Micol.* 17:104–8
- Cabañes FJ, Abarca L, Bragulat R. 1997. Dermatophytes isolated from domestic animals in Barcelona, Spain. *Mycopathologia.* 137:107–13
- Cafarchia C, Iatta R, Latrofa MS, Gräser Y, Otranto D. 2013. Molecular epidemiology, phylogeny and evolution of dermatophytes. *Infect. Genet. Evol.* 20:336–51
- Cafarchia C, Romito D, Sasanelli M, Lia R, Capelli G, Otranto D. 2004. The epidemiology of canine and feline dermatophytoses in southern Italy. *Mycoses.* 47:508–13
- Cano J, Rezusta A, Solé M, Gil J, Rubio MC, et al. 2005. Inter-single-sequence-repeat-PCR typing as a new tool for identification of *Microsporum canis* strains. *J. Dermatol. Sci.* 39(1):17–21
- Caprilli F, Mercantini R, Marsella R, Farotti E. 1980. Etiology of ringworm of the scalp, beard and body in Rome, Italy. *Sabouraudia.* 18:129–35
- Carman MG, Rush-Munro FM, Carter ME. 1979. Dermatophytes isolated from domestic and feral animals. *N. Z. Vet. J.* 27(7):136–44
- Casal M, Linares MJ, Fernández JC, Solís F. 1991. Dermatophytes and dermatophytosis in Córdoba (Spain). *Enfermedades Infecc. y Microbiol. Clínica.* 9(8):491–94

- Cmokova A, Kolarik M, Dobiasova S, Dobias R. 2017. Outbreak of children's dermatophytosis due to highly virulent population of *Trichophyton benhamiae*. *Mycoses*. 60(Suppl. 2):134
- Cmokova A, Kolarik M, Vetrovsky T, Dobiasova S, Dobias R, et al. 2015. Molecular typization of *Arthroderma benhamiae*, a zoonotic agent of epidemic dermatophytosis in Central Europe. *Mycoses*. 58:124
- Cohn MS. 1992. Superficial fungal infections. *Postgrad. Med.* 91(2):239–52
- Concha M, Nicklas C, Balcells E, Guzmán AM, Poggi H, et al. 2012. The first case of tinea faciei caused by *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* isolated in Chile. *Int. J. Dermatol.* 51(3):283–85
- Connole MD. 1990. Review of animal mycoses in Australia. *Mycopathologia*. 111(3):133–64
- Contet-Audonneau N, Leyer C. 2010. Émergence d'un dermatophyte transmis par le cochon d'Inde et proche de *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei*: *T. mentagrophytes* var. *porcellae*. *J. Mycol. Med.* 20(4):321–25
- da Costa FVA, Farias MR, Bier D, de Andrade CP, de Castro LA, et al. 2013. Genetic variability in *Microsporum canis* isolated from cats, dogs and humans in Brazil. *Mycoses*. 56(5):582–88
- da Silveira ES, de Oliveira Nobre M, de Souza LL, de Faria RO, Cleff MB, Meireles MCA. 2003. *Trichophyton verrucosum* em bovinos com pele hígida e com lesões. *Acta Sci. Vet.* 31(1):45–49
- Dalia Research. 2017. <https://daliaresearch.com/russians-are-the-worlds-biggest-cat-lovers/>
- Dawson CO, Gentles JC. 1961. The perfect states of *Keratinomyces ajelloi* Vanbreuseghem, *Trichophyton terrestre* Durie & Frey and *Microsporum nanum* Fuentes. *Sabouraudia*. 1(1):49–57
- Dawson CO, Gentles JC, Brown EM. 1964. Environmental conditions affecting sexual reproduction in species of *Arthroderma* and *Nannizzia*. *Sabouraudia*. 3(3):245–50
- de Hoog GS, Dukik K, Monod M, Packeu A, Stubbe D, et al. 2017. Toward a novel multilocus phylogenetic taxonomy for the dermatophytes. *Mycopathologia*. 182(1–2):5–31
- de la Torre AM, Cuenca-Estrella M, Rodríguez-Tudela JL. 2003. Estudio epidemiológico sobre las dermatofitosis en España (abril-junio 2001). *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 21(9):477–83
- DeBoer DJ, Moriello KA, Blum JL, Volk LM, Bredahl LK. 2002. Safety and immunologic effects after inoculation of inactivated and combined live-inactivated dermatophytosis vaccines in cats. *Am. J. Vet. Res.* 63(11):1532–37
- Degreef H. 2008. Clinical forms of dermatophytosis (ringworm infection). *Mycopathologia*. 166(5–6):257–65
- Delacroix F, Bodin E. 1896. Les teignes tondantes du cheval et leurs inoculations humaines. *Thèse Paris*. 235:41
- Deng S, Bulmer GS, Summerbell RC, de Hoog GS, Hui Y, Gräser Y. 2008. Changes in frequency of agents of tinea capitis in school children from Western China suggest slow migration rates in dermatophytes. *Med. Mycol.* 46(5):421–27
- Detandt M, Nolard N. 1995. Fungal contamination of the floors of swimming pools, particularly subtropical swimming paradises. *Mycoses*. 38(11–12):509–13
- Devliotou-Panagiotidou D, Koussidou-Eremondi T, Badillet G. 1995. Dermatophytosis in northern Greece during the decade 1981–1990. *Mycoses*. 38(3-4):151–57
- Dolenc-Voljč M. 2005. Dermatophyte infections in the Ljubljana region, Slovenia, 1995-2002. *Mycoses*. 48(3):181–86
- Donnelly TM, Rush EM, Lackner PA. 2000. Ringworm in small exotic pets. *Semin. Avian Exot. Pet Med.* 9(2):82–93
- Drakensjö IT, Chryssanthou E. 2011. Epidemiology of dermatophyte infections in Stockholm, Sweden: A retrospective study from 2005-2009. *Med. Mycol.* 49(5):484–88

- Drira I, Neji S, Hadrich I, Sellami H, Makni F, Ayadi A. 2015. Tinea manuum due to *Trichophyton erinacei* from Tunisia. *J. Mycol. Med.* 25(3):200–203
- Drouot S, Mignon B, Fratti M, Roosje P, Monod M. 2009. Pets as the main source of two zoonotic species of the *Trichophyton mentagrophytes* complex in Switzerland, *Arthroderma vanbreuseghemii* and *Arthroderma benhamiae*. *Vet. Dermatol.* 20(1):13–18
- Durán-Valle MT, Sanz-Rodríguez N, Almagro-Moltó M, Gómez-Garcés JL. 2013. Lesión cutánea facial en una niña de 11 años. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 31(4):266–67
- Dvořák J, Otčenášek M. 1969. *Mycological Diagnoses of Animal Dermatophytoses*. Academia
- Eid C, Cote B, Bonnardeaux E, Dufresne P. 2014. The first case of tinea manuum caused by *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* isolated in Quebec, Canada. *J. Am. Acad. Dermatol.* 70(5 (Suppl 1)):AB110
- El-Heis S, Borman AM, Szekely A, Godfrey KM. 2016. Tinea corporis caused by *Arthroderma benhamiae* in a child. *Clin. Exp. Dermatol.* 41(8):955–57
- Elsner P, Hartmann AA, Kohlbeck M. 1987. Dermatophytoses in Würzburg 1976–1985. *Mycoses.* 30(12):584–88
- English MP. 1961. An outbreak of equine ringworm due to *Trichophyton equinum*. *Vet. Rec.* 73(23):578–80
- English MP, Evans CD, Hewitt M, Warin RP. 1962. Hedgehog ringworm. *Br. Med. J.* 1(5272):149–51
- English MP, Morris P. 1969. *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* in hedgehog nests. *Sabouraudia.* 7(2):118–21
- English MP, Smith JMB, Rush-Munro FM. 1964. Hedgehog ringworm in the North Island of New Zealand. *N. Z. Med. J.* 63(377):40–42
- Ernst T-M. 2009. Kerionartige Tinea barbae hervorgerufen durch *Microsporum canis*. *Mycoses.* 23(1):35–37
- Eurostat. 2016. *New peak of almost 2.8 bn tourism nights spent in the EU in 2015.* ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7145051/4-26012016-AP-EN.pdf
- Faggi E, Pini G, Campisi E, Bertellini C, Difonzo E, Mancianti F. 2001. Application of PCR to distinguish common species of dermatophytes. *J. Clin. Microbiol.* 39(9):3382–85
- Faure-Cognet O, Fricker-Hidalgo H, Pelloux H, Leccia MT. 2016. Superficial fungal infections in a French teaching hospital in Grenoble area: Retrospective study on 5470 samples from 2001 to 2011. *Mycopathologia.* 181(1–2):59–66
- FEDIAF The European Pet Food Industry. 2016. *Facts & figures 2016.* www.fediaf.org/component/attachments/attachments.html?task=attachment&id=1934
- Fischer E. 1982. Wie lange überleben Dermatophyten im Wasser von Hallenbädern. *Dermatologica.* 165(4):352–54
- Fortuño B, Torres L, Simal E, Seoane A, Uriel JA, Santacruz C. 1997. Dermatophytes isolated in our clinics. 5-year-study in Zaragoza. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 15(10):536–39
- Fuller LC. 2009. Changing face of tinea capitis in Europe. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 22:115–18
- Fumeaux J, Mock M, Ninet B, Jan I, Bontems O, et al. 2004. First report of *Arthroderma benhamiae* in Switzerland. *Dermatology.* 208(3):244–50
- Georg LK. 1957. *Dermatophytes: New Methods in Classification*. DHEW, Communicable Disease Center
- Georg LK. 1960. Epidemiology of the dermatophytoses sources of infection, modes of transmission and epidemicity. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 89(1):69–77
- Georg LK, Camp LB. 1957. Routine nutritional tests for the identification of dermatophytes. *J. Bacteriol.* 74(2):113–21

- Ginter-Hanselmayer G, Smolle J, Gupta A. 2004. Itraconazole in the treatment of tinea capitis caused by *Microsporum canis*: Experience in a large cohort. *Pediatr. Dermatol.* 21(4):499–502
- Ginter-Hanselmayer G, Weger W, Ilkit M, Smolle J. 2007. Epidemiology of tinea capitis in Europe: current state and changing patterns. *Mycoses.* 50(2):6–13
- Google Trends. <https://trends.google.com/trends/>
- Gräser Y, de Hoog GS, Kuijpers AFA. 2000a. Recent advances in the molecular taxonomy of dermatophytes. *Rev. Iberoam. Micol.* 17:17–21
- Gräser Y, de Hoog S, Summerbell RC. 2006. Dermatophytes: Recognizing species of clonal fungi. *Med. Mycol.* 44(3):199–209
- Gräser Y, Fari M El, Vilgalis R, Kuijpers AFA, de Hoog GS, et al. 1999a. Phylogeny and taxonomy of the family *Arthrodermataceae* (dermatophytes) using sequence analysis of the ribosomal ITS region. *Med. Mycol.* 37:105–14
- Gräser Y, Kühnisch J, Presber W. 1999b. Molecular markers reveal exclusively clonal reproduction in *Trichophyton rubrum*. *J. Clin. Microbiol.* 37(11):3713–17
- Gräser Y, Kuijpers AFA, El Fari M, Presber W, de Hoog GS. 2000b. Molecular and conventional taxonomy of the *Microsporum canis* complex. *Med. Mycol.* 38(2):143–53
- Gräser Y, Kuijpers AFA, Presber W, de Hoog GS. 1999c. Molecular taxonomy of *Trichophyton mentagrophytes* and *T. tonsurans*. *Med. Mycol.* 37(5):315–30
- Gräser Y, Scott J, Summerbell R. 2008. The new species concept in dermatophytes - a polyphasic approach. *Mycopathologia.* 166(5–6):239–56
- Gregory MW, English MP. 1975. *Arthroderma benhamiae* infection in the Central African hedgehog, *Erinaceus albiventris*, and a report of a human case. *Mycopathologia.* 55(3):143–47
- Gruby D. 1843. Recherches sur la nature, le siège et le développement du porrigo decalvans ou phytoalopécie. *CR Acad. Sci.* 17:301–2
- Gruby D. 1844. Recherches sur les cryptogames qui constituent la maladie contagieuse du cuir chevelu décrite sous le nom de Teigne tondante (Mahon), Herpes tonsurans (Cazenave). *CR Acad. Sci.* 18:583–85
- Gurcan S, Tikvesli M, Eskiocak M, Kilic H, Otkun M. 2008. Investigation of the agents and risk factors of dermatophytosis: a hospital-based study. *Mikrobiyol. Bul.* 42(1):95–102
- Hameed K, Ch FR, Nawaz MA, Naqvi SMS, Gräser Y, et al. 2017. *Trichophyton verrucosum* infection in livestock in the Chitral district of Pakistan. *J. Infect. Dev. Ctries.* 11(4):326–33
- Havlickova B, Czaika VA, Fredrich M. 2008. Epidemiological trends in skin mycosis worldwide. *Mycosis.* 51(4):2–15
- Hayette MP, Sacheli R. 2015. Dermatophytosis, trends in epidemiology and diagnostic approach. *Curr. Fungal Infect. Rep.* 9(3):164–79
- Heidemann S, Monod M, Gräser Y. 2010. Signature polymorphisms in the internal transcribed spacer region relevant for the differentiation of zoophilic and anthropophilic strains of *Trichophyton interdigitale* and other species of *T. mentagrophytes sensu lato*. *Br. J. Dermatol.* 162(2):282–95
- Hejtmánek M, Hejtmánková N. 1989. Teleomorphs and mating types in *Trichophyton mentagrophytes* complex. *Acta Univ. Palacki. Olomuc. Fac. Med.* 123:11–33
- Hiernickel C, Wiegand C, Schliemann S, Seyfarth F, Jung K, et al. 2016. *Trichophyton* Spezies von *Arthroderma benhamiae*: Klinisch therapeutische Aspekte eines neuen Erregers in der Dermatologie. *Hautarzt.* 67(9):706–11
- Hironaga M, Nozaki K, Watanabe S. 1980. Ascocarp production by *Nannizzia otae* on keratinous and non-keratinous agar media and mating behavior of *N. otae* and 123 Japanese isolates of *Microsporum canis*. *Mycopathologia.* 72(3):135–41

- Hironaga M, Watanabe S. 1980. Mating behavior of 334 Japanese isolates of *Trichophyton mentagrophytes* in relation to their ecological status. *Mycologia*. 72(6):1159–70
- Horvath Z, Gaal T. 1977. A szarvas' murha-tarlosömör elleni LTF-130 (SZU) clöcsiras vakcina Kiprobalasi eredmenyeu. *Magy. Allatorvosok Lapja*. 32:452–54
- Hsieh CW, Sun PL, Wu YH. 2010. *Trichophyton erinacei* infection from a hedgehog: A case report from Taiwan. *Mycopathologia*. 170(6):417–21
- Hubka V, Čmuková A, Skořepová M, Mallátová N, Dobiášová S, et al. 2014a. Současný vývoj v taxonomii dermatofytů a doporučení pro pojmenovávání klinicky významných druhů. *Česko-slovenská dermatologie*. 89(4):151–56
- Hubka V, Větrovský T, Dobiášová S, Skořepová M, Lysková P, et al. 2014b. Molekulární epidemiologie dermatofytóz v České republice – výsledky dvouleté studie. *Česko-slovenská dermatologie*. 89(4):167–74
- Huovinen S, Tunnela E, Huovinen P, Kuijpers AFA, Suhonen R. 1998. Human onychomycosis caused by *Trichophyton equinum* transmitted from a racehorse. *Br. J. Dermatol*. 138(6):1082–84
- Chadeganipour M, Shadzi S, Dehghan P, Movahed M. 1997. Prevalence and aetiology of dermatophytoses in Isfahan, Iran. *Mycoses*. 40(7–8):321–24
- Chermette R, Ferreira L, Guillot J. 2008. Dermatophytoses in animals. *Mycopathologia*. 166(5–6):385–405
- Chollet A, Cattin V, Fratti M, Mignon B, Monod M. 2015a. Which fungus originally was *Trichophyton mentagrophytes*? Historical review and illustration by a clinical case. *Mycopathologia*. 180(1–2):1–5
- Chollet A, Wespi B, Roosje P, Unger L, Venner M, et al. 2015b. An outbreak of *Arthroderma vanbreuseghemii* dermatophytosis at a veterinary school associated with an infected horse. *Mycoses*. 58(4):233–38
- Ichijo S, Konishi T, Takatori K. 1978. *Trichophyton equinum* Gedoelst 1902 (Matruchot et Dassonville) isolated from race horse dermatophytosis. *Res. Bull. Obihiro Univ. Series I*:
- Jankowska-Konsur A, Dylag M, Hryniewicz-Gwózdź A, Plomer-Niezdoda E, Szepietowski JC. 2011. A 5-year survey of dermatomycoses in southwest Poland, years 2003–2007. *Mycoses*. 54(2):162–67
- Jury CS, Lucke TW, Bilslund D. 1999. *Trichophyton erinacei*: An unusual cause of kerion. *Br. J. Dermatol*. 141(3):606–7
- Kane J, Smitka C. 1978. Early detection and identification of *Trichophyton verrucosum*. *J. Clin. Microbiol*. 8(6):740–47
- Kano R, Nakamura Y, Yasuda K, Watari T, Watanabe S, et al. 1998. The first isolation of *Arthroderma benhamiae* in Japan. *Microbiol. Immunol*. 42(8):575–78
- Kano R, Yoshida E, Yaguchi T, Hubka V, Anzawa K, et al. 2014. Mating type gene (*MAT1-2*) of *Trichophyton verrucosum*. *Mycopathologia*. 177(1–2):87–90
- Kargl A, Kosse B, Uhrlaß S, Koch D, Krüger C, et al. 2018. Igelpilze in einer Münchner Hautarztpraxis. *Hautarzt*. 1–10
- Kaszuba A, Seneczko F, Lipowczan G. 1998. Fungal flora in human skin and skin appendages infections in the region of Łódź, Poland. *Mycoses*. 41(5–6):249–53
- Kaszubiak A, Klein S, de Hoog GS, Gräser Y. 2004. Population structure and evolutionary origins of *Microsporum canis*, *M. ferrugineum* and *M. audouinii*. *Infect. Genet. Evol*. 4(3):179–86
- Kaštelan M, Utješinović-Gudelj V, Prpić-Massari L, Brajac I. 2014. Dermatophyte infections in Primorsko-Goranska county, Croatia: a 21-year survey. *Acta Dermatovenerol Croat*. 22(2):175–79

- Kawasaki M, Aso M, Inoue T, Ohsawa T, Ishioka S, et al. 2000. Two cases of tinea corporis by infection from a rabbit with *Arthroderma benhamiae*. *Japanese J. Med. Mycol.* 41:263–67
- Kheira H, Selselet A, Bensoltane S. 2007. Dermatophytes in north west of Algeria: a prospective study. *Middle-East J. Sci. Res.* 2(3–4):104–6
- Khosravi AR. 1996. Fungal flora of the hair coat of stray cats in Iran. *Mycoses.* 39(6):241–43
- Khosravi AR, Mahmoudi M. 2003. Dermatophytes isolated from domestic animals in Iran. *Mycoses.* 46(5–6):222–25
- Kielstein P. 1990. Systematic control of dermatophytosis profunda of cattle in the former GDR. *Mycoses.* 33(11/12):575–79
- Korstanje MJ, Staats CCG. 1994. Tinea capitis in Northwestern Europe 1963-1993: Etiologic agents and their changing prevalence. *Int. J. Dermatol.* 33(8):548–49
- Korstanje MJ, Staats C. 1995. Fungal infections in the Netherlands. *Dermatology.* 190:39–42
- Krdzalic P, Stojicevic S, Bresjanac D. 1978. Practicne mogucnosti za imunoprofilaksu trichificije goveda u industrijskom uzgoju. *Vet. Glas.* 32:343–49
- Kuklová I, Kučerová H. 2001. Dermatophytoses in Prague, Czech Republic, between 1987 and 1998. *Mycoses.* 44(11–12):493–96
- Kupsch C, Berlin M, Gräser Y. 2017. Dermatophyten und Meerschweinchen: Eine unterschätzte Gefahr? *Hautarzt.* 68(10):827–30
- Kurtdede A, Haydardedeoglu AE, Alihosseini H, Colakoglu EC. 2014. Dermatophytosis caused by *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* in a dog: a case report. *Vet. Med. (Praha).* 59(7):349–51
- Lee DW, Yang JH, Choi SJ, Won CH, Chang SE, et al. 2011. An unusual clinical presentation of tinea faciei caused by *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei*. *Pediatr. Dermatol.* 28(2):210–12
- Lehenkari E, Silvennoinen-Kassinen S. 1995. Dermatophytes in northern Finland in 1982-90. *Mycoses.* 38(9–10):411–14
- Lund A, Bratberg AM, Næss B, Gudding R. 2014. Control of bovine ringworm by vaccination in Norway. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 158(1–2):37–45
- Lund A, DeBoer DJ. 2008. Immunoprophylaxis of dermatophytosis in animals. *Mycopathologia.* 166(5–6):407–24
- Lyskova P, Hubka V, Petricakova A, Dobias R, Cmokova A, Kolarik M. 2015. Equine dermatophytosis due to *Trichophyton bullosum*, a poorly known zoophilic dermatophyte masquerading as *T. verrucosum*. *Mycopathologia.* 180(5–6):407–19
- Macura AB. 1993. Dermatophyte infections. *Int. J. Dermatol.* 32(5):313–23
- Mahmoud A-LLE. 2002. A study of dermatophytoses in Sana'a, Yemen Republic. *Mycoses.* 45(3–4):105–8
- Mallátová N, Janatová H, Kocourková K, Hubka V, Dobiášová S, et al. 2014. *Arthroderma benhamiae* jako původce tinea capitis profunda a tinea corporis u dětských pacientů. *Česko-slovenská dermatologie.* 89(4):199–204
- Marais V, Olivier DL. 1963. A human case of *Trichophyton equinum* infection. *South African Med. J.* 37:35
- Maraki S. 2012. Epidemiology of dermatophytoses in Crete, Greece between 2004 and 2010. *G. Ital. di dermatologia e Venereol. organo Uff. Soc. Ital. di dermatologia e Sifilogr.* 147(3):315–19
- Maraki S, Nioti E, Mantadakis E, Tselentis Y. 2007. A 7-year survey of dermatophytoses in Crete, Greece. *Mycoses.* 50(6):481–84
- Maraki S, Tselentis Y. 1998. Dermatophytoses in Crete, Greece, between 1992 and 1996. *Mycoses.* 41(3–4):175–78

- Marchisio VF, Gallo MG, Tullio V, Nepote S, Piscozzi A, Cassinelli C. 1995. Dermatophytes from cases of skin disease in cats and dogs in Turin, Italy. *Mycoses*. 38(5–6):239–44
- Marchisio VF, Preve L, Tullio V. 1996. Fungi responsible for skin mycoses in Turin (Italy). *Mycoses*. 39(3–4):141–50
- Marples MJ, Smith JMB. 1960. The hedgehog as a source of human ringworm. *Nature*. 188(4753):867–68
- Martinez DA, Oliver BG, Gräser Y, Goldberg JM, Li W, et al. 2012. Comparative genome analysis of *Trichophyton rubrum* and related dermatophytes reveals candidate genes involved in infection. *MBio*. 3(5):1–14
- Maslen M. 1981. Human infections with *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* in Melbourne, Australia. *Sabouraudia*. 19:79–80
- Maslen M, Thompson PG. 1984. Human infections due to *Trichophyton equinum* var. *autotrophicum* in Victoria. *Australas. J. Dermatol.* 25(1):29–32
- Mayr E. 1942. *Systematics and the Origin of Species, from the Viewpoint of a Zoologist*. New York: Columbia University Press
- McNeill J, Turland NJ, Barrie FR, Buck WR, Greuter W, Wiersema JH. 2012. *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants*. Königstein, Germany: Koeltz Scientific Books
- Meckenstock E. 1969. Clinical signs and treatment of dermatomycoses in domestic animals. *Vet. Med. Rev., Leverkusen*. 2(2):79–88
- Medvedeva EA, Teregulova GA, Zileeva SA, Chistiakova E V, Fakhretdinova KS. 1990. The dynamics of dermatomycetes in the Bashkir ASSR in 1979-1987 (v ruštině). *Vestn. Dermatol. Venerol.* (2):58–60
- Mercantini R, Moretto D, Palamara G, Mercantini P, Marsella R. 1995. Epidemiology of dermatophytoses observed in Rome, Italy, between 1985 and 1993. *Mycoses*. 38(9–10):415–19
- Metin B, Heitman J. 2017. Sexual reproduction in dermatophytes. *Mycopathologia*. 182(1–2):45–55
- Mignon BR, Losson BJ. 1997. Prevalence and characterization of *Microsporium canis* carriage in cats. *J. Med. Vet. Mycol.* 35(4):249–56
- Miklić P, Skerlev M, Budimčić D, Lipozenčić J. 2010. The frequency of superficial mycoses according to agents isolated during a ten-year period (1999-2008) in Zagreb area, Croatia. *Acta Dermatovenerologica Croat.* 18(2):92–98
- Ming PX, Ti YLX, Bulmer GS. 2006. Outbreak of *Trichophyton verrucosum* in China transmitted from cows to humans. *Mycopathologia*. 161(4):225–28
- Mochizuki T, Kawasaki M, Ishizaki H, Kano R, Hasegawa A, et al. 2001. Molecular epidemiology of *Arthroderma benhamiae*, an emerging pathogen of dermatophytoses in Japan, by polymorphisms of the non-transcribed spacer region of the ribosomal DNA. *J. Dermatol. Sci.* 27(1):14–20
- Mochizuki T, Takeda K, Nakagawa M, Kawasaki M, Tanabe H, Ishizaki H. 2005. The first isolation in Japan of *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* causing tinea manuum. *Int. J. Dermatol.* 44(9):765–68
- Monod M, Jaccoud S, Zaugg C, Léchenne B, Baudraz F, Panizzon R. 2002. Survey of dermatophyte infections in the Lausanne area (Switzerland). *Dermatology*. 205(2):201–3
- Morris P, English MP. 1969. *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* in British hedgehogs. *Med. Mycol.* 7(2):122–28
- Nakamura Y, Kano R, Nakamura E, Saito K, Watanabe S, Hasegawa A. 2002. Case report. First report on human ringworm caused by *Arthroderma benhamiae* in Japan transmitted from a rabbit. *Mycoses*. 45(28):129–31
- Naseri A, Fata A, Najafzadeh MJ, Shokri H. 2013. Surveillance of dermatophytosis in northeast of Iran (Mashhad) and review of published studies. *Mycopathologia*. 176(3–4):247–53

- Nasr A, Vyzantiadis TA, Patsatsi A, Louka A, Ioakimidou A, et al. 2016. Epidemiology of superficial mycoses in Northern Greece: a 4-year study. *J. Eur. Acad. Dermatology Venereol.* 30(5):837–39
- Neji S, Makni F, Cheikhrouhou F, Sellami A, Sellami H, et al. 2009. Epidemiology of dermatophytoses in Sfax, Tunisia. *Mycoses.* 52(6):534–38
- Nenoff P, Herrmann J, Gräser Y. 2007. *Trichophyton mentagrophytes sive interdigitale?* A dermatophyte in the course of time. *JDDG J. der Dtsch. Dermatologischen Gesellschaft.* 5(3):198–202
- Nenoff P, Schulze I, Uhrlaß S, Krüger C. 2013. Kerion Celsi durch den zoophilen Dermatophyten *Trichophyton* species von *Arthroderma benhamiae* bei einem Kind. *Hautarzt.* 64(11):846–50
- Nenoff P, Uhrlaß S, Krüger C, Erhard M, Hipler U-C, et al. 2014. *Trichophyton* species of *Arthroderma benhamiae* - a new infectious agent in dermatology. *JDDG J. der Dtsch. Dermatologischen Gesellschaft.* 12(7):571–81
- Ng KP, Soo-Hoo TS, Na SL, Ang LS. 2003. Dermatophytes isolated from patients in University Hospital, Kuala Lumpur, Malaysia. *Mycopathologia.* 155:203–6
- Nicholls DSH, Midgley G. 1989. Onychomycosis caused by *Trichophyton equinum*. *Clin. Exp. Dermatol.* 14:464–65
- Novikova V V., Kuchevasova MV, Kolomoicev A V. 2016. Structure of dermatomycoses in Perm region: clinical-epidemiological analysis (v ruštině). *Современные проблемы науки и образования.* 2:8
- Nowicki R. 1996. Dermatophytoses in the Gdansk area, Poland: a 12-year survey. *Mycoses.* 39(9–10):399–402
- Nweze EI. 2011. Dermatophytoses in domesticated animals. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo.* 53(2):94–99
- Odom R. 1993. Pathophysiology of dermatophyte infections. *J. Am. Acad. Dermatol.* 28(5):S2–7
- Ollhoff RD. 2005. Exame micológico e acompanhamento clínico de bovinos infectados pela forma latente do *Trichophyton verrucosum* (Bodin, 1902). *Arch. Vet. Sci.* 8(2):47–50
- Oztunali O, Hakgüdener Y, Gürel M. 1985. Dermatophytes isolated in the Sivas area of Turkey. *Mikrobiyol. Bul.* 19(1):9–14
- Padhye AA, Carmichael JW. 1971. The genus *Arthroderma* Berkeley. *Can. J. Bot.* 49(9):1525–40
- Padilla A, Sampedro A, Sampedro P, Delgado V. 2002. Estudio clínico y epidemiológico de las dermatofitosis en una Zona Básica de Salud de Jaén (España). *Rev. Iberoam. Micol.* 19:36–39
- Panasiti V, Devirgiliis V, Borroni RG, Mancini M, Curzio M, et al. 2007. Epidemiology of dermatophytic infections in Rome, Italy: a retrospective study from 2002 to 2004. *Med. Mycol.* 45(1):57–60
- Papini R, Nardoni S, Fanelli A, Mancianti F. 2009. High infection rate of *Trichophyton verrucosum* in calves from Central Italy. *Zoonoses Public Health.* 56(2):59–64
- Pascoe RR. 1976. Studies on the prevalence of ringworm among horses in racing and breeding stables. *Aust. Vet. J.* 52(9):419–21
- Pasquetti M, Peano A, Soglia D, Min ARM, Pankewitz F, et al. 2013. Development and validation of a microsatellite marker-based method for tracing infections by *Microsporum canis*. *J. Dermatol. Sci.* 70(2):123–29
- Paškevičius A, Švediene J. 2013. Distribution and species composition of causative agents of dermatophytoses in Lithuania. *Acta Dermatovenerologica Croat.* 21(2):99–104
- Pepin GA, Austwick PKC. 1968. Skin diseases of domestic animals II. - Skin disease, mycological origin. *Vet. Rec.* 82(8):208–14
- Pereira E, Figueira C, Aguiar N, Vasconcelos R, Vasconcelos S, et al. 2013. Microbiological and mycological beach sand quality in a volcanic environment: Madeira archipelago, Portugal. *Sci.*

Total Environ. 461–462:469–79

- Pereiro Miguens M, Pereiro M, Pereiro M. 1991. Review of dermatophytoses in Galicia from 1951 to 1987, and comparison with other areas of Spain. *Mycopathologia*. 113(2):65–78
- Perrier P, Monod M. 2015. Tinea manuum caused by *Trichophyton erinacei*: first report in Switzerland. *Int. J. Dermatol.* 54:959–60
- Philpot CM. 1977. The use of nutritional tests for the differentiation of dermatophytes. *Sabouraudia*. 15(2):141–50
- Philpot CM, Bowen RG. 1992. Hazards from hedgehogs: two case reports with a survey of the epidemiology of hedgehog ringworm. *Clin. Exp. Dermatol.* 17(3):156–58
- Pier AC, PJ Zancanella PJ. 1993. Immunization of horses against dermatophytosis caused by *Trichophyton equinum*. *Equine Pract.* 15(8):23–27
- Pier AC, Smith JM, Alexiou H, Ellis DH, Lund A, Pritchard RC. 1994. Animal ringworm - its aetiology, public health significance and control. *J. Med. Vet. Mycol.* 32(Suppl 1):133–50
- Piérard-Franchimont C, Hermanns JF, Collette C, Piérard GE, Quatresooz P. 2008. Hedgehog ringworm in humans and a dog. *Acta Clin. Belg.* 63(5):322–24
- Pombier EC, Kim JCS. 1975. An epizootic outbreak of ringworm in a guinea-pig colony caused by *Trichophyton mentagrophytes*. *Lab. Anim.* 9:215–21
- Pryce DW, Verbov JL. 1992. Inflammatory ringworm with unusual features. *Clin. Exp. Dermatol.* 17:186–88
- Quaife RA. 1966. Human infection due to the hedgehog fungus, *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei*. *J. Clin. Pathol.* 19:177–79
- Rebell G, Taplin D. 1970. *Dermatophytes. Their Recognition and Identification*. University of Miami Press
- Rezaei-Matehkolaei A, Rafiei A, Makimura K, Gräser Y, Gharghani M, Sadeghi-Nejad B. 2016. Epidemiological aspects of dermatophytosis in Khuzestan, southwestern Iran, an update. *Mycopathologia*. 181(7–8):547–53
- Rhee DY, Kim MS, Chang SE, Lee MW, Choi JH, et al. 2009. A case of tinea manuum caused by *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei*: The first isolation in Korea. *Mycoses*. 52(3):287–90
- Roger H, D'Incan M, Cambon M, Ferrier MC, Meyer M, Souteyrand P. 1991. Inflammatory tinea capitis caused by *Trichophyton erinacei* in a 3 year-old child (ve francouzštině). *Ann. Dermatol. Venereol.* 118(11):839–40
- Romano C, Gianni C, Papini M. 2001. Tinea capitis in infants less than 1 year of age. *Pediatr. Dermatol.* 18(6):465–68
- Romano C, Valenti L, Barbara R. 1997. Dermatophytes isolated from asymptomatic stray cats. *Mycoses*. 40:471–72
- Rosen T. 2000. Hazardous hedgehogs. *South. Med. J.* 93(9):936–38
- Rossi L, Mancianti F, Nardoni S, Sfondrini E, Luini M. 2012. Survey on bovine dermatophytosis in Northern Italy (v italštině). *Large Anim. Rev.* 18(5):235–40
- Rotermund H, Franz H, Hausburg G. 1977. Erste Erfahrungen bei der Anwendung der sowjetischen Trichophytievakzine LTF-130. *Monatsh. Veterinarmed.* 32:576–77
- Rutecki GW, Wurtz R, Thomson RB. 2000. From animal to man: tinea barbae. *Curr. Infect. Dis. Rep.* 2(5):433–37
- Rybníkář A, Chumela J, Vrzal V, Krupka V. 1991a. Immunity in cattle vaccinated against ringworm. *Mycoses*. 34:433–36
- Rybníkář A, Chumela J, Vrzal V, Lysák J, Petráš J. 1991b. Vaccination of horses against trichophytosis. *Acta Vet. Brno.* 60(2):165–69
- Rybníkář A, Kuja J. 2015. Dermatofytózy koní. *Veterinarstvi.* 2:130–35

- Rybníkář A, Vrzal V, Chumela J. 1998. Protective efficacy of vaccines against bovine dermatophytosis after double and single vaccination. *Mycoses*. 41(1–2):83–86
- Rybníkář A, Vrzal V, Chumela J, Hejtmánek M, Weigl E. 1996. Vaccination of cattle against trichophytosis using of the Czech vaccines. *J. Mycol. Med.* 6(2):93–93
- Sabota J, Brodell R, Rutecki GW, Hoppes WL. 1996. Severe tinea barbae due to *Trichophyton verrucosum* infection in dairy farmers. *Clin. Infect. Dis.* 23(6):1308–10
- Sabouraud RJA. 1910. *Les Teignes*
- Sarkisov AK, Petrovich S V., Nikiforov LI, Yablochnik LM, Korolov VP. 1971. Immunization of cattle against ringworm. *Veterinariya*. 47(2):54–56
- Saunte DM, Svejgaard EL, Hædersdal M, Frimodt-Møller N, Jensen AM, Arendrup MC. 2008. Laboratory-based survey of dermatophyte infections in Denmark over a 10-year period. *Acta Derm. Venereol.* 88(6):614–16
- Scott DB. 1976. A new variety of *Trichophyton verrucosum*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 67(2):342–44
- Seebacher C. 2000. Epidemiology, clinic and treatment of dermatomycoses caused by zoophilic dermatophytes. *Mycoses*. 43(Suppl 1):4–7
- Seebacher C, Bouchara JP, Mignon B. 2008. Updates on the epidemiology of dermatophyte infections. *Mycopathologia*. 166(5–6):335–52
- Segal E, Frenkel M. 2015. Dermatophyte infections in environmental contexts. *Res. Microbiol.* 166(7):564–69
- Shadomy HJ, Philpot CM. 1980. Utilization of standard laboratory methods in the laboratory diagnosis of problem dermatophytes. *Am. J. Clin. Pathol.* 74(2):197–201
- Sharma R, de Hoog GS, Presber W, Gräser Y. 2007. A virulent genotype of *Microsporum canis* is responsible for the majority of human infections. *J. Med. Microbiol.* 56(10):1377–85
- Shiraki Y, Hiruma M, Matsuba Y, Kano R, Makimura K, et al. 2006. A case of tinea corporis caused by *Arthroderma benhamiae* (teleomorph of *Tinea mentagrophytes*) in a pet shop employee. *J. Am. Acad. Dermatol.* 55(1):153–54
- Shwayder T, Andreae M, Babel D. 1994. *Trichophyton equinum* from riding bareback: First reported U.S. case. *J. Am. Acad. Dermatol.* 30(5):785–87
- Schauder S, Kirsch-Nietzki M, Wegener S, Switzer E, Qadripur SA. 2007. Von Igel auf Menschen. *Der Hautarzt*. 58(1):62–67
- Sidwell RU, Chan I, Francis N, Bunker CB. 2014. *Trichophyton erinacei* kerion barbae from a hedgehog with direct osculatory transfer to another person. *Clin. Exp. Dermatol.* 39(1):38–40
- Sieklucki U, Oh SH, Hoyer LL. 2014. Frequent isolation of *Arthroderma benhamiae* from dogs with dermatophytosis. *Vet. Dermatol.* 25(1):1–5
- Silva M. 1953. Nutritional studies of the dermatophytes - factors affecting pigment production. *Trans. N. Y. Acad. Sci.* 15(4 Series II):106–10
- Silver S, Vinh DC, Embil JM. 2008. The man who got too close to his cows. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* 60(4):419–20
- Simpson JR. 1974. Tinea barbae caused by *Trichophyton erinacei*. *Br. J. Dermatol.* 90:697–98
- Skořepová M, Hubka V, Polášková S, Stará J, Čmoková A. 2014. Naše první zkušenosti s infekcemi vyvolanými *Arthroderma benhamiae* (*Trichophyton* sp.). *Česko-slovenská dermatologie*. 89(4):192–98
- Smith JMB, Marples MJ. 1963. *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei*. *Sabouraudia*. 3(1):1–10
- Smith JMB, Rush-Munro FM, McCarthy M. 1969. Animals as a reservoir of human ringworm in New Zealand. *Australas. J. Dermatol.* 10(3):169–82
- Spanoghe L, Kuiper JD, Brethouwer AH. 1985. Een onderzoek naar de werkzaamheid van het trichofytie-vaccin LTF 130 onder praktijkomstandigheden. *Tijdschr. Diergeneeskd.* 110:1011–14

- Śpiewak R, Szostak W. 2000. Zoophilic and geophilic dermatophytoses among farmers and non-farmers in Eastern Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.* 7(2):125–29
- Spormann L, Busing K, Schrödl W, Krueger M. 2008. Investigations of the occurrence of *Trichophyton* spp. in skin disorders in horses. *Prakt. Tierarzt.* 89(12):1014–18
- Stankushev K, Duparinova M, Kostov G, Gradinarski I. 1979. Comparative immunological studies and the determination of the epizootiological effectiveness of Soviet vaccine LTF-130 in trichophytosis. *Vet. Med. Nauki.* 16(10):67–73
- Starova A, Balabanova-Stefanova M, V'lickova-Laskoska M. 2010. Dermatophytes in Republic of Macedonia. *Prilozi.* 31(1):317–26
- Stenwig H. 1985. Isolation of dermatophytes from domestic animals in Norway. *Nord. Vet. Med.* 37(3):161–69
- Stephens CJM, Hay RJ, Black MM. 1989. Fungal kerion - total scalp involvement due to *Microsporum canis* infection. *Clin. Exp. Dermatol.* 14(6):442–44
- Stockdale PM. 1962. *Nannizzia incurvata* gen. nov., sp. nov., a perfect state of *Microsporum gypseum* (Bodin) Guiart et Grigorakis. *Sabouraudia.* 1(1):41–48
- Stockdale PM. 1968. Sexual stimulation between *Arthroderma simii* Stockd., Mackenzie & Austwick and related species. *Sabouraudia.* 6(2):176–81
- Summerbell RC. 2000. Form and function in the evolution of dermatophytes. *Rev. Iberoam. Micol.* 17:30–43
- Summerbell RC, Haugland RA, Li A, Gupta AK. 1999. rRNA gene internal transcribed spacer 1 and 2 sequences of asexual, anthropophilic dermatophytes related to *Trichophyton rubrum*. *J. Clin. Microbiol.* 37(12):4005–11
- Svejgaard E, Onsberg P, Rosman N, Stenderup A, Sylvest B. 1982. Dermatophytes and dermatophytosis in Denmark 1979. *Mycoses.* 25(5):263–69
- Svejgaard EL. 1995. Epidemiology of dermatophytes in Europe. *Int. J. Dermatol.* 34(8):525–28
- Svensson C, Lundborg K, Emanuelson U, Olsson SO. 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.* 58(3–4):179–97
- Symoens F, Jousson O, Packeu A, Fratti M, Staib P, et al. 2013. The dermatophyte species *Arthroderma benhamiae*: intraspecies variability and mating behaviour. *J. Med. Microbiol.* 62:377–85
- Takahashi Y, Haritani K, Sano A, Takizawa K, Fukushima K, et al. 2002. An isolate of *Arthroderma benhamiae* with *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei* anamorph isolated from a four-toed hedgehog (*Atelerix albiventris*) in Japan. *Japanese J. Med. Mycol.* 43:249–55
- Takahashi Y, Sano A, Takizawa K, Fukushima K, Miyaji M, Nishimura K. 2003. The epidemiology and mating behavior of *Arthroderma benhamiae* var. *erinacei* in household four-toed hedgehogs (*Atelerix albiventris*) in Japan. *Japanese J. Med. Mycol.* 44(1):31–38
- Takashio M. 1979. Taxonomy of dermatophytes based on their sexual states. *Mycologia.* 71(5):968–76
- Takatori K, Ichijo S. 1985. Human dermatophytosis caused by *Trichophyton equinum*. *Mycopathologia.* 90:15–19
- Takatori K, Takahashi A, Kawai S, Ichijo S, Hasegawa A. 1993. Isolation of *Trichophyton verrucosum* from lesional and non-lesional skin in calves. *J. Vet. Med. Sci.* 55(2):343–44
- Terragni L, Lasagni A, Oriani A. 1993. Dermatophytes and dermatophytoses in the Milan area between 1970 and 1989. *Mycoses.* 36:313–17
- Terragni L, Marelli MA, Oriani A, Cecca E. 2009. Tinea corporis bullosa. *Mycoses.* 36(3–4):135–37
- Thomson GM. 1922. *The Naturalisation of Animals and Plants in New Zealand.* Cambridge University Press

- Tietz H -J., Kunzelmann V, Schönian G. 1995. Wandel des dermatomykologischen Erregerspektrums. *Mycoses*. 38(Suppl 1):33–39
- Törnquist M, Bendixen PH, Pehrson B. 1985. Vaccination against ringworm of calves in specialized beef production. *Acta Vet. Scand.* 26(1):21–29
- Tsoumani M, Jelastopulu E, Bartzavali C, Vamvakopoulou S, Dimitracopoulos G, et al. 2011. Changes of dermatophytoses in southwestern Greece: an 18-year survey. *Mycopathologia*. 172(1):63–67
- Uhrlaß S, Krüger C, Nenoff P. 2015a. *Microsporum canis*. *Hautarzt*. 66(11):855–62
- Uhrlaß S, Krüger C, Nenoff P. 2015b. *Trichophyton* Spezies von *Arthroderma benhamiae*—eine epidemiologische Untersuchung zur Prävalenz des neuen zoophilen Dermatophyten im mitteldeutschen Raum. *J. der Dtsch. Dermatologischen Gesellschaft*. 13:128
- Valdigem GL, Pereira T, Macedo C, Duarte ML, Oliveira P, et al. 2006. A twenty-year survey of dermatophytoses in Braga, Portugal. *Int. J. Dermatol.* 45(7):822–27
- van Avermaete K. 2012. *The prevalence of Trichophyton mentagrophytes and Cheyletiella spp . in guinea pigs in Dutch petshops*. Utrecht University, The Netherlands
- Vanbreuseghem R. 1950. Contribution a l'étude des dermatophytes du Congo Belge: le *Sabouraudites (Microsporum) langeroni* n. sp. *Ann. Parasitol. Hum. comparée*. 25(5–6):509–17
- Vella Zahra L, Gatt P, Boffa MJ, Borg E, Mifsud E, et al. 2003. Characteristics of superficial mycoses in Malta. *Int. J. Dermatol.* 42(4):265–71
- Vena GA, Chieco P, Posa F, Garofalo A, Bosco A, Cassano N. 2012. Epidemiology of dermatophytoses: retrospective analysis from 2005 to 2010 and comparison with previous data from 1975. *New Microbiol.* 35(2):207–13
- Veraldi S, Genovese G, Peano A. 2018. Tinea corporis caused by *Trichophyton equinum* in a rider and review of the literature. *Infection*. 46(1):135–37
- Vidotto V, Ruggenini AM, Cervetti O. 1982. Epidemiology of dermatophytosis in the metropolitan area of Turin. *Mycopathologia*. 80(1):21–26
- von Felbert I, Piontkowski N, Lange B, Reusch A, Kanitz W, Küster H. 2009. Trichophytosis in horses – efficacy and safety of the live vaccine HippoTrichon® under field conditions. *Tierärztliche Prax. Großtiere*. 37(3):164–70
- Weishaupt J, Kolb-Mäurer A, Lempert S, Nenoff P, Uhrlaß S, et al. 2014. A different kind of hedgehog pathway: tinea manus due to *Trichophyton erinacei* transmitted by an African pygmy hedgehog (*Atelerix albiventris*). *Mycoses*. 57(2):125–27
- Weitzman I, Summerbell R. 1995. The Dermatophytes. *Clin. Microbiol. Rev.* 8(2):240–59
- Yahyaraeyat R, Shokri H, Khosravi AR, Soltani M, Erfanmanesh A, Nikaein D. 2009. Occurrence of animals dermatophytosis in Tehran, Iran. *World J. Zool.* 4(3):200–204
- Yamada A, Noguchi H, Sakae H, Ogawa Y, Hiruma M. 2012. Tinea faciei caused by *Trichophyton verrucosum* in a 20-month-old female: Case report and summary of reported cases in Japan. *J. Dermatol.* 39(7):667–69
- Yu J, Wan Z, Chen W, Wang W, Li R. 2004. Molecular typing study of the *Microsporum canis* strains isolated from an outbreak of tinea capitis in a school. *Mycopathologia*. 157(1):37–41
- Zhan P, Geng C, Li Z, Jin Y, Jiang Q, et al. 2015. Evolution of tinea capitis in the Nanchang area, Southern China: a 50-year survey (1965-2014). *Mycoses*. 58(5):261–66
- Zhu M, Wang J, Li L, Zhang Q, Wang X. 2004. Clinical and mycological study of 600 cases of tinea capitis in Shanghai. *J. Clin. Dermatology*. 33(1):11–12