

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra veterinárních disciplín



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Eradikace moru skotu

Bakalářská práce

Michaela Hlavová

Chov hospodářských zvířat ANIMAB

Vedoucí práce: MVDr. Romana Krejčířová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Eradikace moru skotu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucí práce MVDr. Romaně Krejčířové, Ph.D., za trpělivost a vedení při zpracování této bakalářské práce. Také bych ráda poděkovala SVÚ Praha za možnost praxe na jejich pracovišti a za cenné informace.

Eradikace moru skotu

Souhrn

Velký historický význam celosvětové eradikace onemocnění moru skotu spočívá v tom, že se jedná o první celosvětově vymýcené onemocnění zvířat. Po eradikaci pravých neštovic u člověka se jedná teprve o celkově druhé nakažlivé onemocnění, které se podařilo zcela vymýtit. K prohlášení moru skotu jako celosvětově eradikované nákazy, došlo 25. 5. 2011 v Paříži v rámci zasedání OIE. Vzhledem k nebezpečnosti nákazy se jednalo o významný úspěch veterinární medicíny. Mor skotu byl závažným onemocněním postihující domácí i divoké druhy sudokopytníků, kdy docházelo k úhynu až 100% nakažených zvířat. To se projevilo vznikem hladomorů v lidské populaci na rozsáhlých územích. Vzplanutí choroby v Evropě v roce 1920 dalo dokonce impuls k založení Mezinárodního úřadu pro nákazy (The World Organisation for Animal Health, OIE) roku 1924 v Paříži. Tato organizace společně s Organizací pro výživu a zemědělství (FAO) a dalšími regionálními organizacemi byla stimulem pro mezinárodní iniciativu s názvem Global Rinderpest Eradication Programme (GREP). GREP působil jako koordinační mechanismus.

Původcem tohoto onemocnění byl *Morbillivirus* z čeledi *Paramyxoviridae*. Nemoc se šířila slinami, krví, výkaly, nosními sekrety i močí. Častým zdrojem nákazy mohla být také kontaminovaná voda, podestýlka nebo krmivo. Nejčastějšími příznaky u zvířat byla horečka, ulcerace a eroze sliznice dutiny ústní, mukopurulentní oční a nosní výtoky, silný průjem a dehydratace.

K diagnostice onemocnění byly nejčastěji využívány laboratorní metody v návaznosti na zjištěné klinické příznaky. Vzhledem k vážnosti onemocnění se léčba zvířat postižených morem skotu neprováděla. Při výskytu nákazy se přistupovalo k radikální likvidaci všech nemocných zvířat i zvířat podezřelých z nákazy. Zdravá zvířata bylo možné také preventivně vakcinovat.

Zásadní vliv na eradikaci moru skotu měly použité eradikační programy, ve kterých byly zahrnuty závazné postupy pro kontrolu výskytu onemocnění, očkování zvířat a v neposlední řadě komunikaci s majiteli zvířat.

Poslední případy moru skotu byly zaznamenány v Keni roku 2001. Ačkoliv bylo onemocnění prohlášeno za celosvětově vymýcené, existují v některých laboratořích tak zvané laboratorní kmeny viru. Tato skutečnost přináší velká rizika možného znovuzavlečení do populace vnímavých druhů zvířat. Rizikem je také možné využití tohoto onemocnění jako biologické zbraně. Laboratoře uchovávající laboratorní kmeny viru jsou pod dohledem OIE a FAO. Existuje snaha o maximální možné zredukování počtu uchovávaných vzorků a posílení zabezpečení těchto laboratoří.

Klíčová slova: skot, Morbillivirus, nákaza, prevence, profylaxe

Eradication of rinderpest

Summary

The great historical significance of the global eradication of rinderpest lies in the fact that it was the first animal disease to be eradicated worldwide. After the eradication of smallpox in humans, it is only the second infectious disease that has been completely eradicated. The declaration of rinderpest as a globally eradicated disease took place on 5. 25. 2011 in Paris as part of the OIE meeting. Due to the danger of the infection, this was a significant success of veterinary medicine. Rinderpest was a serious disease affecting both domestic and wild species of ungulates, when up to 100% of infected animals died. This was manifested by the emergence of famines in the human population in large areas. The outbreak of the disease in Europe in 1920 even gave impetus to the establishment of the International Office of Diseases (The World Organisation of Animal Health, OIE) in 1924 in Paris. This organization, together with the Food and Agriculture Organization (FAO) and other regional organizations, was the stimulus for an international initiative called the Global Rinderpest Eradication Program (GREP). GREP acted as a coordination mechanism.

The cause of this disease was Morbillivirus from the Paramyxoviridae family. The disease was spread through saliva, blood, feces, nasal secretions and urine. Contaminated water, litter or feed could also be a common source of infection. The most common symptoms in animals were fever, ulceration and erosion of the oral mucosa, mucopurulent eye and nasal discharge, severe diarrhea and dehydration.

To diagnose the disease, laboratory methods were most often used in connection with the detected clinical symptoms. Due to the severity of the disease, animals affected by rinderpest were not treated. In the event of an infection, all sick animals and animals suspected of having the disease were destroyed. Healthy animals could also be vaccinated as a preventive measure.

The eradication programs used had a fundamental influence on the eradication of rinderpest, which included mandatory procedures for controlling the occurrence of the disease, vaccination of animals and, last but not least, communication with animal owners.

The last cases of rinderpest were recorded in Kenya in 2001. Although the disease has been declared globally eradicated, so-called laboratory strains of the virus exist in some laboratories. This fact brings great risks of possible re-introduction into the population of susceptible animal species. The risk is also the possible use of this disease as a biological weapon. Laboratories maintaining laboratory strains of the virus are under the supervision of the OIE and FAO. There is an effort to reduce the number of stored samples as much as possible and to strengthen the security of these laboratories.

Keywords: cattle, Morbillivirus, infection, prevention, prophylaxis

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Charakteristika původce	3
3.2	Epizootologie.....	4
3.3	Patogeneze	4
3.4	Symptomy onemocnění	5
3.5	Diagnostika onemocnění.....	6
3.6	Léčba a ochranná opatření	10
3.7	Prevence onemocnění.....	10
3.8	Geografické rozšíření moru skotu.....	12
3.9	Eradikace	12
3.10	Zahájení eradikace	13
3.10.1	Role Světové organizace pro zdraví zvířat při eradikaci onemocnění.....	16
3.11	Vymýcení moru skotu	18
3.11.1	Mor skotu v Africe	19
3.11.2	Mor skotu v Asii	21
3.11.3	Mor skotu v Evropě.....	21
3.12	Mor skotu jako biologická zbraň.....	23
3.13	Eradikace nakažlivých nemocí zvířat – cíle do budoucnosti	24
4	Závěr	25
5	Literatura.....	26
6	Seznam použitých zkratk a symbol.....	33

1 Úvod

Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) v říjnu 2010 vydala zprávu o úplném celosvětovém vymýcení moru skotu. Světová organizace pro zdraví zvířat, která v roce 2003 navázala na činnost Mezinárodního úřadu pro nákazy (OIE), se sídlem v Paříži, nejvyšší orgán kompetentní k rozhodnutí o eradikaci nákazy, si vyhradila lhůtu jednoho roku pro potvrzení eradikace. Po uplynutí této doby dne 25. 5. 2011 OIE potvrdila informaci o globálním vymýcení moru skotu (Duben 2011). Mor skotu se tímto stal dosud jediným celosvětově vymýceným onemocněním zvířat. Eradikace moru skotu byla zahájena roku 1986 a ukončena v roce 2010, kdy FAO ohlásila ukončení programu eradikace. Tato nemoc se stala impulzem ke vzniku moderního pojetí veterinární medicíny zejména v oblasti infekčních nemocí zvířat a také pro zřízení státních veterinárních služeb v jednotlivých evropských státech.

Mor skotu bylo velice závažné onemocnění turovitých, jelenovitých a prasatovitých, které se na začátku 20. století hojně vyskytovalo v Africe, Asii i Evropě (Kouba 2013). Vysoká míra mortality zvířat byla příčinou hladomorů zejména v rozvojových zemích a také vysokých ekonomických ztrát. K eradikaci moru skotu z velké části přispěl vývoj živé atenuované vakcíny Walterem Plowrightem. V roce 1990 byla Jeffrey Marrinerem vyvinuta nová vakcína, která byla termostabilní. To bylo klíčové pro distribuci vakcíny do odlehlých oblastí.

V současné době je virus moru skotu uchováván jako laboratorní kmen pouze v některých laboratořích. Z tohoto důvodu stále existuje možnost opětovného propuknutí onemocnění ať z důvodu zneužití jako biologické zbraně nebo při úniku z laboratoře jako důsledku selhání lidského faktoru. Laboratoře uchovávající kmeny viru jsou pod kontrolou OIE a FAO (FAO 2011).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo na základě studia aktuální odborné literatury zpracovat literární rešerši na téma eradikace moru skotu, prvního celosvětově vymýceného onemocnění zvířat.

3 Literární rešerše

Mor skotu bylo akutní, vysoce nakažlivé onemocnění skotu a dalších sudokopytníků, které se projevovalo až 100% mortalitou. Eradikace moru skotu je opravdu velkým úspěchem pro veterinární i humánní medicínu (Veselý 2011). Po pravých neštovicích u lidí se jedná o teprve druhé onemocnění, které se podařilo eradikovat. Nákaza byla příčinou úhynu mnoha milionů kusů skotu a volně žijících přežvýkavců. Způsobovala rozsáhlé zemědělské ztráty vedoucí k hladomoru a nemocem lidí po celém světě (Morens et al. 2011). Zásadní vliv na zlepšení ekonomické a sociální situace měly eradikační programy, které zahrnovaly postupy pro lokalizaci nemoci, očkování zvířat a v neposlední řadě kontrolu endemických oblastí. Dne 25. 5. 2011 byl v rámci zasedání Světové organizace pro zdraví zvířat (OIE) v Paříži prohlášen mor skotu za celosvětově eradikovanou nákazu (Veselý 2011). Tento celosvětový úspěch veterinární medicíny lze přirovnat k vymýcení pravých neštovic u lidí.

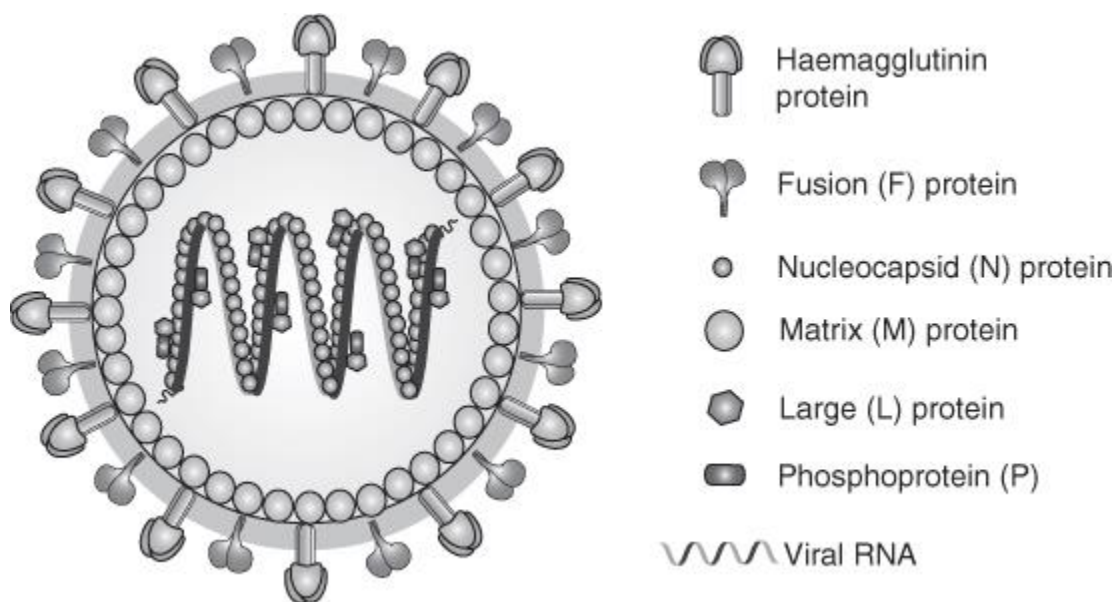
3.1 Charakteristika původce

Původcem moru skotu je Morbillivirus z čeledi Paramyxoviridae. Mezi další příbuzné, ale odlišné druhy morbillivirů je řazen například virus spalniček, virus psinky a virus moru malých přežvýkavců (Scott 1990). Poslední z jmenovaných je moru skotu nejvíce příbuzný. Virus spalniček se pravděpodobně vyvinul z moru skotu po zahájení chovu hospodářských zvířat v období kolem 11. až 12. století na Středním východě, kdy v minulosti žili lidé a skot v těsné blízkosti (Furuse et al. 2010; Boštíková et al. 2018).

Viriony mají sférický tvar a průměr maximálně 300 nm. Genom viru je tvořen jednou molekulou jednovláknité nesegmentované RNA s negativní polaritou (DeTray 1980). Kapsida viru je ohraničena glykoproteinovým obalem. Ve své membráně virus obsahuje glykoprotein hemagglutinin, který hraje klíčovou roli v časném stádiu virové infekce. Hemagglutinin je zodpovědný za vazbu viru na receptory buněčného povrchu a umožnění uvolnění virového genomu do cytoplazmy membránovou fúzí (Nobusawa 1997; Skehel & Wiley 2000).

Morbilliviry mají jeden nestrukturální protein (C) a šest strukturních proteinů: velký protein (L), hemagglutinin (H), fosfoprotein (P), nukleokapsidový protein (N), fúzní protein (F) a matricový protein (M) (Diallo 1990). Nukleokapsidový protein je hlavní složkou kapsidy, která obaluje virové RNA. Protein H je membránový protein, který navozuje připojení viru s povrchem a receptory hostitelské buňky (Baron et al. 1996). F protein následně způsobuje fúzi viru s buněčnou membránou hostitelské buňky. L protein představuje RNA dependentní RNA polymerázu. Byl nalezen jen u malého množství virionů a v infikovaných buňkách (Graves et al. 1978), v jádru a cytoplazmě. Fosfoprotein je základní složkou RNA polymerázy (Rima 1983), je nezbytný při syntéze RNA. Protein M je periferní membránový protein, který má klíčovou roli při sestavování a zrání viru v hostitelské buňce (Subhashri & Shaila 2007), je přítomný v cytoplazmě i v plazmatické membráně.

Původce moru skotu se vyskytoval pouze v jediném sérotypu (Barret et al. 2005). Existovaly však jednotlivé kmeny, které měly jiné hostitelské spektrum a patogenitu (Hofírek et al. 2009).



Obrázek 1- Schéma *Morbilliviru* (převzato z <https://veteriankey.com/rinderpest-virus/>)

3.2 Epizootologie

Přirozeným hostitelem Morbilliviru byl skot a prasata. Mohl však postihnout také další sudokopytníky jako jsou buvolí, pakoně, antilopy, jaci, žirafy, jeleni, hroši, kudu a velbloudi (Richardson & Banyard 2017). Bylo zjištěno, že vnímavost k onemocnění byla mezidruhově velmi odlišná. Asijská domácí prasata byla k moru skotu podstatně náchylnější než evropská (Hudson & Wongsongarn 1950; Ausvetplan 2009). Nemoc se šířila přímo slinami, krví, výkaly, močí, slzami a nosními sekrety, ale i nepřímo, kdy zdrojem infekce mohla být kontaminovaná voda, krmivo nebo podestýlka (Youde 2013). Některé historické zdroje uvádějí, že přenos onemocnění byl možný ze skotu na ovce (Zwart & Macadam 1967), dle Curasson (1932) však mohly být ovce infikovány morem skotu pouze uměle. Plowright (1952) se snažil infikovat ovce dlouhodobým kontaktem s nakaženým skotem, ale neúspěšně.

3.3 Patogeneze

Virus moru skotu vnikal do organismu přes epitel horních a dolních cest dýchacích. Po průniku do organismu došlo k pomnožení viru v patrových mandlích, lymfatických uzlinách dolní čelisti a lymfatických uzlinách hltanu s následným uvolněním viru do krevního řečiště, odkud se přesunul do dalších tkání. Dle Liess & Plowright (1964) trvala virémie skotu 2-8 dní. K další proliferaci viru docházelo ve všech lymfoidních tkáních a sliznicích trávicího a dýchacího traktu (Plowright 1968). Nejvíce viru bylo dle Liess & Plowright (1964) vylučováno intranazální cestou, ve 3. – 7. dni nemoci. Průběh nemoci závisel na kmeni viru, cestě vstupu do organismu, infekční dávce a vnímavosti stáda (Richardson & Banyard 2013).

Mor skotu se vyznačoval několika formami průběhu onemocnění:

Perakutní průběh byl velmi rychlý. Vyskytoval se pouze výjimečně u mladých a exotických druhů vnímavých zvířat. Z exotických druhů zvířat byl mor skotu nejvíce nebezpečný pro asijské druhy antilop, africké buvoly, žirafy a prasata bradavičnatá. Perakutní průběh byl typický pro asijská plemena prasat. Projevem perakutní formy byla vysoká horečka, překrvené sliznice a dušnost. K úhynu docházelo dva až tři dny po objevení se klinických příznaků (Ausvetplan 2009).

Akutní průběh nemoci patřil u moru skotu mezi nejčastější. Inkubační doba trvala obvykle čtyři až sedm dní. Prodromální stádium se vyznačovalo horečkou a sníženým nádojem krav. V této fázi byly zjišťovány vysoké koncentrace viru v lymfoidních tkáních gastrointestinálního traktu. U skotu docházelo k nekróze epitelu sliznice urogenitálního traktu, dutiny ústní a nosní v průběhu dvou až pěti dní po nástupu horečky (Anderson & Barrett 1996). Z důvodu poškození sliznice v dutině ústní bylo možné také často pozorovat zvýšené slinění. Průjem nastupoval obvykle do třech dnů od objevení se orálních lézí (Obi et al. 1999). Ve stolici mohla být příměs hlenu, částí epitelu nebo krve (Brown & Torres 1994; Obi et al. 1999). Posledním stádiem nemoci byla v naprosté většině smrt zvířete. Při vysoké virémii zvířata hynula v průběhu 8-12 dní (Ausvetplan 2009).

Subakutní infekce mohla probíhat v řádu týdnů až měsíců. U moru skotu se subakutní infekce obvykle projevovala po inkubační době trvající až 15 dní a následně jen velmi nevýraznými příznaky (Anderson & Barrett 1996).

Možný byl také **atypický průběh** onemocnění vyznačující se například tvorbou drobných puchýřů (Iowa State University 2008).

3.4 Symptomy onemocnění

Klinické příznaky moru skotu zahrnovaly kromě výše zmíněných příznaků často také úbytek hmotnosti zvířat z důvodu snížené chuti k jídlu, pocit nedostatečného vyprázdnění po defekaci, nebo přechodné krvácení z porušených cév v oblasti nosní sliznice (Iowa State University 2008). Mezi obecné příznaky moru skotu patřil také pokles laktace krav, deprese doprovázená ztrátou chuti a zastavením ruminace, neklid, zánět spojivek, zánět bukální a nosní sliznice. Mohlo docházet k hyperémii poševní sliznice a otoku vulvy. Erozivní stádium, ve kterém bylo možné pozorovat šedavé nekrotické léze na sliznicích, často komplikovaly sekundární bakteriální infekce (Ismail 1999). Projevem postižení dýchacího aparátu bylo ztížené a bolestivé dýchání, které bylo doprovázeno chrčením. Zevně pozorovatelným příznakem byla zježená srst a nahnětený hřbet nemocných zvířat. Mezidruhově byly symptomy velice variabilní. Dle Govindarajan et al. (1996) byl u selat plemene Yorkshire zaznamenán kromě běžných klinických příznaků také svalový třes, tělesná ztuhlost a erytematózní skvrny v oblastech uší, laloků, střední strany stehen a ventrální části břicha. U antilopy kudu malý (*Tragelaphus imberbis*) se při onemocnění objevoval těžký zánět spojivek a rohovky, doprovázený zakalením oka a silným slzením (Roeder et al 2013).



Obrázek 2 – Skot infikovaný virem moru skotu. Viditelný výtok z očí a průjem (převzato z <https://www.msdivetmanual.com/generalized-conditions/rinderpest/rinderpest>)

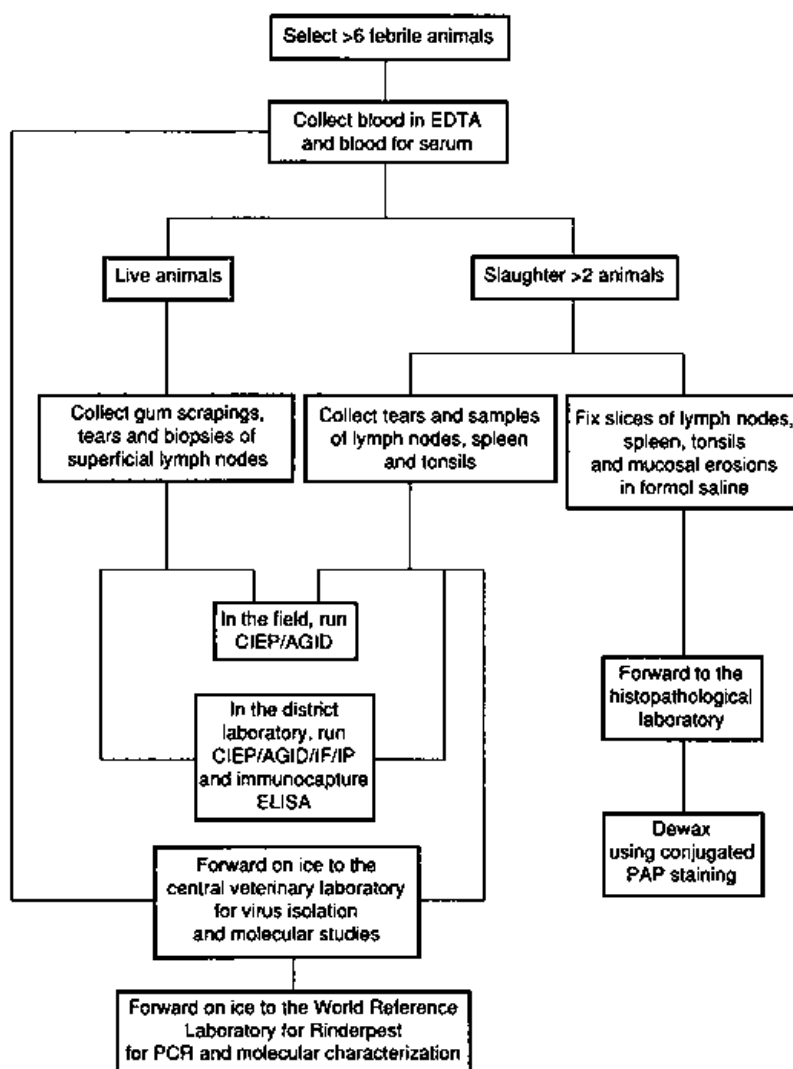
3.5 Diagnostika onemocnění

Předpokladem pro výběr účinných opatření proti šíření moru skotu byla spolehlivá a rychlá diagnostika choroby. Důležitá úloha diferenciální diagnostiky spočívala ve vyloučení jiných onemocnění s podobnými příznaky a potvrzení nebo vyloučení onemocnění morem skotu. Mezi nebezpečné nákazy zvířat s podobnými symptomy onemocnění se řadí slintavka a kulhavka, vezikulární stomatitida, IBR, katarální horečka ovcí, mor malých přežvýkavců nebo maligní katarální horečka (Saliki 2020).

Pro kvalitní diagnostiku nemoci bylo důležité vybrat zvíře vhodné k odběru diagnostických vzorků. Vhodnými objekty byla zvířata v horečnatém stádiu, s erozemi na sliznicích a dostatečným množstvím vylučovaných slzných i nosních sekretů (Anderson et al. 1996). Pro diagnostiku moru skotu byly odebírány vzorky lymfatických uzlin, slzných a nosních sekretů (Mushi & Wafula 1984; Wafula et al. 1986), tkáň dásní nebo krev (Anderson et al. 1996; Iowa State University 2008). Při pitvě byly odebírány vzorky tkání ze sleziny, předlopatkových nebo mesenterických lymfatických uzlin a mandlí. Vzorek nesražené krve byl preferován pro izolaci viru z živých zvířat (Iowa State University 2008).

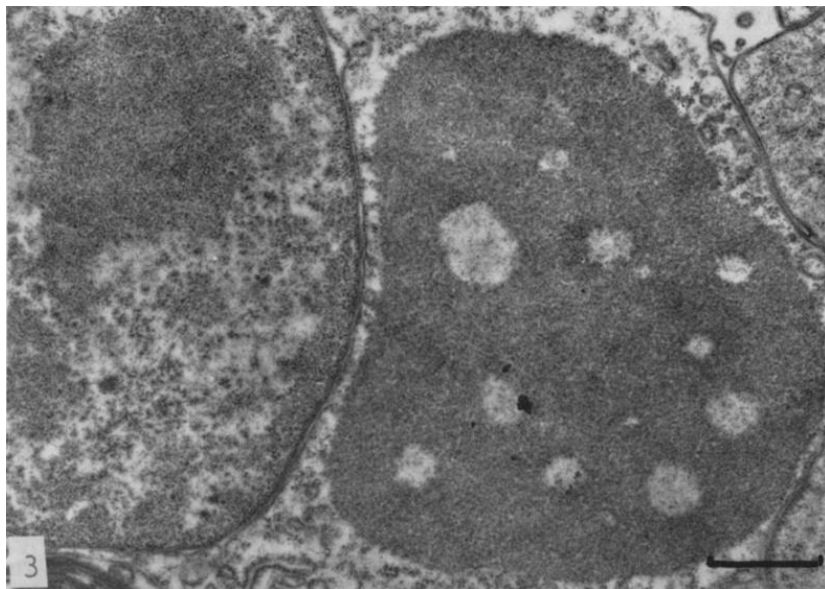


Obrázek 3 – odběr slz (převzato z <https://www.fao.org/3/w0049e/w0049e05.htm#TopOfPage>)



Obrázek 4 – Základní kroky při odběru vzorků k diagnostice moru skotu (převzato z <https://www.fao.org/3/w0049e/w0049e05.htm#TopOfPage>)

Jednou z nejpoužívanějších metod využívaných pro diagnostiku moru skotu v rámci procesu eradikace byla **elektronová mikroskopie**. Výhodou této metody byla její rychlost provedení a spolehlivost získaných výsledků. Pomocí elektronové mikroskopie bylo možné rozpoznat povrchovou i vnitřní strukturu viru a buněčné uspořádání napadených orgánů (Brees & DeBoer 1963).

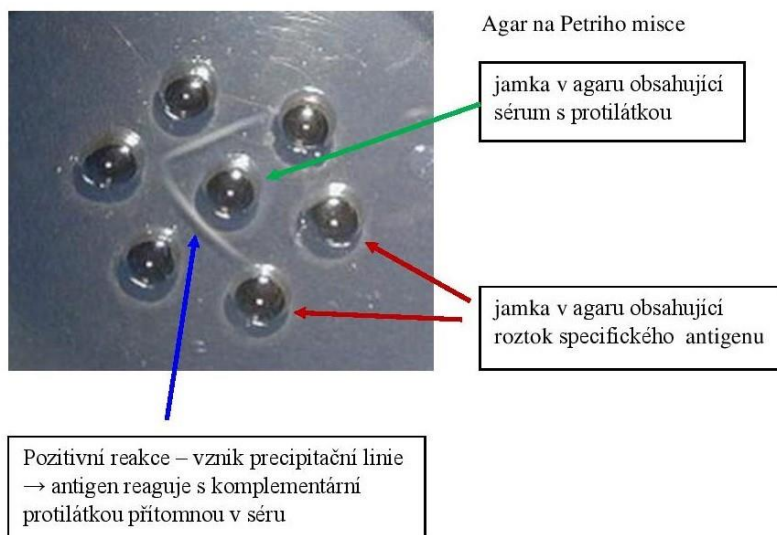


Obrázek 5 – Hovězí lymfatické uzliny zvířete postiženého morem skotu: Cytoplazmatická inkluze v lymphocyту. Inkluze se skládá z jemného zrnitého a fibrilárního materiálu a obsahuje vakuoly. V levé části obrázku se nachází jádro. Zvětšení x 18 000 (převzato z <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0042682267900116>)

K metodám, které byly jako jedny z prvních používány k diagnostice onemocnění, náleží virus neutralizační test, imunoprecipitační reakce v gelu, a izolace viru v tkáňové kultuře (Diallo et al. 1995).

Virus neutralizační test je sérologickou metodou, při které jsou v krevním séru nemocného detekovány protilátky proti virovému původci. Základem testu je vazba specifických protilátek na antigen a následná inhibice patologického působení viru na buňky (Amlerová 2020).

Imunoprecipitační reakce v gelu je sérologická metoda založená na interakci rozpustného antigenu se specifickou protilátkou přítomnou v agarovém gelu. Do jamek v gelu v Petriho misce je nanesen vyšetřovaný vzorek, který v gelu difunduje a při reakci s protilátkou se vytváří imunoprecipitační prsteneček, jehož velikost je v přímé závislosti na koncentraci antigenu ve vzorku (Anderson et al 1996).



Obrázek 6 – Imunoprecipitační reakce v gelu (převzato z <https://www.vovcr.cz/odz/zdrav/187/page49.html>)

Izolace viru v tkáňové kultuře patřila dříve mezi často využívané metody. Nevýhodou izolace v tkáňové kultuře je časová náročnost.

Polymerázová řetězcová reakce (PCR) je velice rychlá a spolehlivá, ale z důvodu náročnosti na laboratorní vybavení nebyla vhodná do terénních podmínek.

K přímému průkazu viru nebo stanovení protilátek vyskytujících se v séru nakažených zvířat bylo možné použít metodu **ELISA**. Výhodou ELISA testu je velká specifita, citlivost a reprodukovatelnost. Úskalím této metody při diagnostice moru skotu byl však fakt, že krev určená ke zpracování touto metodou musela být zpracována do 2 hodin po odběru. Pozdější zpracování vzorků mohlo mít za následek falešný výsledek (Bartůňková a Paulík 2011).

Laboratorní diagnostické metody mohly být doplněny o patomorfologické vyšetření lézí, které se odlišovaly dle patogenity viru. Wohlstein at al. (1995) zjistili, že experimentální infekce skotu různými kmeny viru dobytčího moru vedly k významným odchylkám v klinických příznacích a rozsahu morfoloogických lézí. Vysoce a středně vysoce patogenní kmeny způsobovaly závažné klinické projevy onemocnění s rozsáhlými morfoloogickými změnami. Méně virulentní kmeny způsobovaly mírnější klinické příznaky s méně závažnými změnami na tkáních. Virus moru skotu měl obecně vysokou afinitu k lymfoidním a epiteliálním tkáním. Lymfatické uzliny byly oteklé, edematózní a překrvené (DeTray 1980). Vysoce patogenní kmeny viru moru skotu způsobovaly přímé eroze na bázi jazyka nebo orofaryngu a nekrózu mandlí s krvácením (Brown & Torres 1994). Rozsáhlé eroze a vředy byly přítomné na sliznicích celého trávicího traktu. Charakteristické byly středně těžké až těžké záněty střev s nekrózou v dolním zažívacím traktu (Wohlsein et al. 1995). Méně virulentní kmeny způsobovaly pouze jednotlivá nekrotická ložiska v ústní sliznici. Na jícnu nebyly zaznamenány žádné změny. Léze se ve tkáni bachelu a čepce vyskytovaly zřídka, ale ve tkáni knihy se eroze a krvácení vyskytovaly často (Brown & Torres 1994). V tenkém střevě byly zaznamenány většinou pouze mírné léze (DeTray 1980). Při vyšetření průdušnice

mohla být v některých případech odhalena nekróza epitelu. Průdušky a průdušinky bývaly postiženy v různé míře (Brown & Torres 1994).

V závislosti na závažnosti onemocnění bylo možné provést i biochemické vyšetření, jehož výsledky poukazovaly na celkový stav organismu. Při průjmech docházelo k dehydrataci organismu a snížení hladiny elektrolytů v těle. Při onemocnění morem skotu bylo možné zaznamenat metabolickou acidózu, hypoglykémii, hyponatrémii, hypochlorémii a hyperkalcémii. Vyšetření nemocných zvířat odhalilo také snížení koncentrace plazmatických bílkovin. U skotu v akutním stádiu byl zvýšený počet erytrocytů a zvýšené množství hemoglobinu v krvi (Fukusho & Furuya 1949).

3.6 Léčba a ochranná opatření

Léčba u zvířat nakažených morem skotu nebyla prováděna. Vzhledem k povaze onemocnění a riziku rychlého přenosu mezi dalšími zvířaty se přistupovalo k utracení nemocných zvířat a zvířat podezřelých z nákazy. Vnímavé druhy živočichů v oblasti výskytu onemocnění byly utraceny nebo naočkovány (Kouba 2011).

V rámci ochranných opatření bylo dle FAO stanoveno několik postupů pro případné znovuobjevení viru moru skotu v populaci. První strategie byla navržena pro rychlé a efektivní odstranění nemoci ve sledované skupině zvířat. Vyžadovala intenzivní dohled, okamžité umístění stád do karantény a porážku všech vnímavých zvířat v infikované oblasti. Druhou strategií bylo zavedení přísné kontroly pohybu zvířat a případná porážka zvířat s klinickými projevy nákazy. V oblasti s výskytem moru skotu byla vnímavá zvířata bez klinických příznaků očkována. Poslední možností bylo naočkování vnímavých hospodářských zvířat v oblasti ohniska moru skotu. V rámci kruhového očkování nedocházelo k porážce nemocných zvířat. Tato strategie byla využívána v zemích prostých moru skotu, kde se objevilo lokalizované ohnisko a vymýcení porážkou nebylo možné. V této situaci musela být provedena dvě kola očkování během šesti měsíců (Obi et al. 1999).

3.7 Prevence onemocnění

Dle vyhlášky č. 299/2003 Sb. vypracovává a aktualizuje státní veterinární správa České republiky celostátní pohotovostní plány pro případy výskytu nákazy přenosné ze zvířat na člověka (resortní portál MZe 2022). Státní veterinární správou jsou také vypracovávány roční nebo víceleté programy ozdravování zvířat od některých nebezpečných nákaz. V případě výskytu některé nebezpečné nákazy je povinností příslušné krajské veterinární správy provést ochranná a zdolávací opatření. Mezi tato opatření patří neprodlené utracení nebo porážení všech vnímavých druhů zvířat v hospodářství a neškodné odstranění nebo ošetření předmětů, prostřednictvím nichž by mohlo dojít k přenosu původce onemocnění. Důležité je také neškodné odstranění kadáverů zvířat a asanace prostředí.

Mor skotu je od roku 2011 celosvětově eradikován. Z tohoto důvodu se neprovádí preventivní vyšetření v rámci metodiky kontroly zdraví a povinné vakcinace. Mor skotu sice není nákaza přenosná na člověka, ale vzhledem k dopadu tohoto onemocnění na lidskou

populaci byl zařazen mezi ostatní nákazy přenosné ze zvířat na člověka ve vyhlášce č.299/2003 Sb. Virus moru skotu byl stabilní při pH 4-10 (optimální hodnota je 6,5 – 7), citlivý vůči zahřátí a dlouhou dobu přežíval ve zchlazených či zmražených tkáních (Hofírek et al. 2009). Extrémní hodnoty pH způsobovaly denaturaci viru. Při autolytických procesech, které probíhají v uhynulých zvířatech dochází ke změnám pH. Z tohoto důvodu nebyla těla uhynulých nakažených zvířat dlouho infekční (Ismail 1999). Kontaminované prostory mohly být spolehlivě asanovány lipofilními dezinfekčními prostředky, které porušovaly obal viru. Dle Roeder & Taylor (2002) patřil mezi nejúčinnější dezinfekční prostředky 5% hydroxid sodný, 50% kyselina karbolová a glycerol. Yamanouchi et al. (1974) uvádějí, že bylo možné inaktivovat virus při 37°C po dobu 48 hodin a přidáním 0,025 % formalínu.

Onemocnění moru skotu bylo vyhlášeno jako eradikované, avšak stále existují laboratorní a vakcinační kmeny viru, které představují nebezpečí v souvislosti se znovupropuknutím tohoto onemocnění. V rámci ochranných opatření bylo zásadní, aby všechny zbývající zásoby infekčního materiálu byly zničeny nebo bezpečně uloženy v minimálním počtu schválených zařízení (Hamilton et al. 2015). V roce 2015 zahájily FAO a WOAH projekt Sequence and Destroy, který umožnil celogenomovou sekvenaci izolátů moru skotu před jejich zničením (Budke et al. 2022). Prioritní je také udržení vysoké zabezpečení laboratorních zařízení zajišťujících uložení vzorků moru skotu. Důležitost zachování vzorků viru moru skotu spočívá v možnosti výroby vakcíny v případě, že by moru skotu opět propukl. Pokud by některá ze zemí vyžadovala pomoc s likvidací kmenů viru, dekontaminací zařízení, přepravou viru do jiného zařízení nebo se školením laboratorního personálu, je možné požádat o podporu FAO. Ta je schopna v případě potřeby vyslat tým pracovníků, který zajistí požadované úkony (Myers et al. 2018). Vyšší ochrana a dozor nad zbývajícími zásobami infekčního materiálu je zajištěna pomocí Kodexu zdraví suchozemských živočichů OIE. Dle tohoto kodexu je povinností každé členské země OIE každoročně podávat informace o materiálu obsahujícím původce moru skotu, který je v jejich zemi uchovávan (Hamilton et al. 2015).

Informace o infekčním materiálu, které OIE získává od členských zemí, jsou využívány k několika účelům:

1. OIE má přehled o výskytu tohoto materiálu. Materiál může být zničen nebo bezpečně skladován.
2. Sledování a vyhodnocování programu ničení a sekvestrace moru skotu.
3. Lokalizace zásob vakcíny v případě znovuzavlečení moru skotu do populace.
4. Povzbuzení členských zemí OIE ke zničení zásob viru nebo bezpečného uložení.

V Kodexu zdraví suchozemských živočichů OIE bylo stanoveno, že lhůtou pro odevzdání dotazníku OIE s informacemi o materiálu moru skotu je konec listopadu 2010. Předmětem dotazníku byly otázky související s úrovní živočišné výroby a veterinární služby, kde byl požadován soupis všech příslušných veterinárních právních předpisů ve vztahu k moru skotu. V dotazníku bylo také zahrnuto, jakým způsobem dochází k dohledu a kontrole všech činností souvisejících s morem skotu veterinární službou, soukromými veterinárními lékaři nebo zemědělci. Následující otázky se týkaly popisu historie moru skotu v zemi, strategie eradikace, identifikace zvířat a kontroly pohybu. V rámci laboratoří byly získávány informace týkající se množství a povahy uloženého infekčního materiálu, názvu a adresy

zařízení kde byl infekční materiál uchován, případně o úrovni biologické bezpečnosti laboratoře. Ve spojitosti s morem skotu byly požadovány také údaje o odhadované velikosti populace vnímavých hospodářských a divokých zvířat. V souvislosti s převozem zvířat byly požadovány informace o importu vnímavých zvířat nebo produktů z nich a kontrole v místě vstupu do země (OIE 2010).

3.8 Geografické rozšíření moru skotu

Roeder & Rich (2020) uvádí, že původem moru skotu byla z největší pravděpodobnosti Asie v době před 10 000 lety. Z Asie rozšířili kočovné kmeny moru skotu do Evropy (Roeder et al. 2013). Konflikt mezi východní Asií, Čínou, Koreou a Japonskem umožnil široké rozšíření viru do dalších zemí (Roeder et al. 2013). Dle Njeumi et al. (2012) v roce 1709 přešel mor z Tartárie přes Pižmo do Polska, Besarábie, Chorvatska, Dalmácie, horní Itálie a Francie. Z Maďarska putovalo onemocnění na jih Německa a Švýcarska a rozšířilo se na jih do Slezska ke břehům Baltu. Tyto ničivé mory skotu byly nakonec potlačeny pomocí kontrol dovozu, porážek infikovaných zvířat a karantény (Barrett & Rossiter 1999). Na konci devatenáctého století byla nemoc zavlečena do východní Afriky, odkud se rozšířila po celém kontinentu a způsobovala velké ztráty (Roeder & Rich 2020). Mor skotu byl do Evropy znovuzavlečen ve dvacátém století. Vážná ohniska u domácího skotu se objevila v Belgii v roce 1920, v Brazílii a ve 20. letech 20. století také v Austrálii. Nová ohniska onemocnění vznikala prostřednictvím importu infikovaného skotu, který byl lodní dopravou přepravován z Indie (Barrett & Rossiter 1999). Tato nemoc se navzdory občasnému zavlečení nikdy trvale nevyskytovala v Austrálii a Jižní Americe. Po dlouhou dobu se však nemoc šířila endemicky v Africe a Indii (Rich et al. 2014).

3.9 Eradikace

Eradikace onemocnění spočívá v odstranění infekce, včetně původce onemocnění ve vymezené oblasti nebo celosvětově. O eradikaci se jedná i v případě, že je virus uchován v některých laboratořích (Literák 2011). Dosud byly celosvětově eradikovány pouze dvě onemocnění. Právé neštovice u lidí a mor skotu u zvířat. Důvodem velké snahy o eradikaci těchto onemocnění byla vysoká mortalita lidí a doživotní zdravotní následky u přeživších v případě pravých neštovic, u moru skotu vzhledem k vysoké mortalitě postižených zvířat propukaly hladomory v rozsáhlých geografických regionech. Vymýcení pravých neštovic z lidské populace bylo z hlediska povahy viru a způsobu přenosu nákazy jednodušší než vymýcení moru skotu. Pro vakcinaci proti pravým neštovicím navíc existovala levná a tepelně stabilní účinná očkovací látka (Smith 2013). Vakcinace proti moru skotu byla od počátku komplikována nestabilitou očkovací látky vůči vyšším teplotám, tato skutečnost negativně ovlivňovala možnost její distribuce. Nejvýznamnějším rozdílem mezi pravými neštovicemi a morem skotu byl způsob přenosu nákazy. K šíření pravých neštovic docházelo přímým přenosem mezi lidmi, v epizootickém řetězci nefiguroval žádný vektor. U pravých neštovic neexistovaly případy asymptomatických přenašečů nebo rezervoáry nemoci v podobě nakažených divokých zvířat (Smith 2013). Oproti tomu eradikace moru skotu byla

komplikována existencí asymptomatických přenašečů, kteří mohli bez zjevných klinických příznaků přenášet onemocnění na další vnímavá zvířata.

3.10 Zahájení eradikace

Stimulem pro eradikaci moru skotu byly ničivé dopady této nemoci na populace hospodářských a divokých zvířat.

Sociálně-ekonomické dopady moru skotu

Mor skotu měl významný negativní dopad pro společnost na místní, národní, regionální a globální úrovni (Rich et al. 2014). Onemocnění a hynutí domácích i divokých zvířat, postihlo primárně samotné odvětví živočišné i rostlinné produkce. Při vysoké mortalitě zvířat nakažených morem skotu docházelo k rychlému úbytku potravy lidí a následným hladomorům (Roeder et al 2013). Vážné hospodářské a politické škody byly morem skotu způsobeny především v regionech, které byly závislé na mase, mléčných výrobcích a tažné síle dobytka. Těla uhynulých zvířat vytvářela podmínky pro zvýšený výskyt infekčních onemocnění (Toukara et al. 2017). Rezervoáry onemocnění byla často divoká zvířata, která byla k moru skotu velice vnímavá. Například v Africe byl mor skotu příčinou úhynu převážně většiny v populaci skotu, buvolů, divokých prasat, ovcí, koz, antilop, gazel, žiraf a dalších druhů vnímavých zvířat (Morens et al. 2011). Při zasažení morem skotu docházelo také k nepřímým ztrátám, které souvisely s omezením nebo zrušením mezinárodního obchodu, poklesem prodeje během karanténních omezení a náklady na očkování zvířat (Barrett & Rossiter 1999). V Pákistánu mor skotu bránil mezinárodnímu obchodu se zeměmi Perského zálivu a vývoz dobytka z Pákistánu na Blízký východ se rapidně zvýšil až po prohlášení země za „prozatímně prostou“ od nákazy v roce 2003 (Roeder & Rich 2009).



Obrázek 7 – Export hovězího masa z Pákistánu v letech 1992-2006 (převzato z https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/155/cattle_plague.pdf?sequence=2)

V Nigérii bylo mezi rokem 1980 a 1984 zaznamenáno celkem 1155 ohnisek moru skotu, způsobující expozici 8 444 743 kusů dobytka, onemocnění 1 951 208 kusů dobytka a smrt 451 279 kusů dobytka (Tounkara et al. 2017).

Významný vliv na zlepšení sociálně ekonomických dopadů moru skotu měly eradikační programy (Roeder et al 2013). Program PARC (Pan-African Rinderpest Campaign), jehož cílem bylo kontrolovat a vymýtit mor skotu v Africe, například u deseti zemí Afriky (Benin, Burkina Faso, Pobřeží slonoviny, Etiopie, Ghana, Keňa, Mali, Senegal, Tanzánie a Uganda) vytvořil úsporu produkce hovězího masa 125 597 tun, 39 003 tun mléka, 13 893 tun hnoje a 86 000 hektarů zvířecí trakce (použití domestikovaných zvířat člověkem pro dopravu a zemědělské práce) (Tounkara et al 2017).

Z počátku byly vedeny snahy o eliminaci moru skotu prostřednictvím zlepšení hygienických opatření. V roce 1715 Giovanni Lancisi demonstroval účinnou kontrolu ohnisek moru skotu prostřednictvím zoosanitárních postupů (Mourant et al. 2018). V rámci zoosanitárních postupů od Lancisiho byl doporučována porážka všech infikovaných a exponovaných zvířat, izolace infikovaných zvířat, sledování onemocnění, kontrola dovozu a vývozu zvířat (Njeumi et al. 2012). V mnoha zemích byl mor skotu důvodem ke zřízení veterinárních služeb a také velkou motivací pro zařízení veterinárních vysokých škol ve Francii, Rakousku, Německu a Itálii v 60. a 70. letech (Roeder 2011; Veselý 2011; Richardson & Banyard 2017).

Významným pokrokem v tlumení nákazy byl vývoj vakcíny proti moru skotu. Rané techniky vakcinace proti moru skotu zahrnovaly současné podávání imunitního séra získaného z uzdraveného zvířete a virulentní krve z infikovaného zvířete. Po vakcinaci v tomto případě docházelo k dlouhodobé imunitě (Roeder & Rich 2009). Tento způsob očkování měl však mnoho nežádoucích účinků v podobě vysokého úmrtí zvířat a nežádoucího přenosu jiných patogenů. Vědci z tohoto důvodu začali vyvíjet novou vakcínu, u níž využívali oslabeného původce. V šedesátých letech 20. století se vakcína vytvořená Waltrem Plowrightem s virem oslabeným v buněčných kulturách začala využívat v Africe, kde se díky ní mor skotu podařilo téměř vymýtit (Literák 2011). I přes tento významný pokrok bylo důležité vyvinout vakcínu, odolnou vůči vyšším teplotám. Očkovací látku vyvinutou Waltrem Plowrightem bylo totiž nutné uchovávat při nízkých teplotách. Nedodržení optimálních teplotních podmínek pro vakcínu mělo za následek sníženou účinnost vakcíny. Zejména v oblastech v tropickém a subtropickém pásmu byla proto použitelnost vakcíny velmi omezená. V následujících letech se podařilo vylepšit odolnost vakcíny z hlediska termotolerance. Worall et al. (2000) zjistili, že termolabilní viry mohou být dehydratovány in vitro, během 18 hodin, v pomocné látce obsahující trehalózu (Worrall et al. 2000). Trehalóza byla do pomocné látky přidávána z důvodu ochrany buněk před fyzikálním narušením.

Den inkubace	Titr viru po skladování při různých teplotách			
	4°C	25°C	37°C	45°C
0	4.97	4.97	4.97	4.97
3	4.83	4.70	4.10	3.80
7	4.83	4.63	4.17	3.37
10	4.80	4.57	4.10	3.30
14	4.87	4.30	3.83	3.03

Obrázek 8 – Zkouška termostability vzorku vakcíny proti moru skotu (převzato z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X00002292>)

Novější rekombinantní termostabilní vakcína proti moru skotu patřila mezi živé, oslabené vakcíny. Obsahovala živé mikroorganismy, u nichž byla oslabena patogenita. K oslabení patogenity docházelo nejčastěji pomocí opakovaného pasážování na buněčné kultuře nebo umělé kultivační půdě (Křupka et al. 2020). Velkou výhodou této živé oslabené vakcíny byl fakt, že po jednorázovém očkování navozovala rychlou, robustní a dlouhodobou imunitu (Barrett & Rossiter 1999). Nevýhodou byla naopak skutečnost, že se ve vakcíně nacházel sice oslabený, ale stále živý původce onemocnění. Tento původce se v případě snížené imunity očkovaného zvířete mohl projevit a mohlo dojít k postvakcinačnímu rozvoji onemocnění.

Decade	Region							Total
	West & Central Africa	East Africa	Egypt	Near East	South Asia	South-East Asia	China	
1950s	7,521,563	13,416,545	0	1,225,263	51,660,000	6,152,359	23,059,708	103,035,438
1960s	101,863,954	43,337,940	0	14,283,458	244,110,636	7,959,715	0	411,555,703
1970s	88,544,286	88,502,190	0	36,652,622	522,338,765	9,220,000	0	745,257,863
1980s	155,867,844	81,274,910	39,502,931	66,946,391	698,262,930	3,341,000	0	1,045,196,006
1990s	119,189,782	163,573,067	19,993,589	102,938,147	298,275,783	44,000	0	704,014,368
2000s		1,131,032						
Total	472,987,429	390,104,652	59,496,520	222,045,881	1,814,648,114	26,717,074		3,009,059,378

Obrázek 9 – celková proočkovanosť v Africe, Asii a Číně (převzato z <https://doc.waoh.org/dyn/portal/index.xhtml?page=alo&alold=31457>)

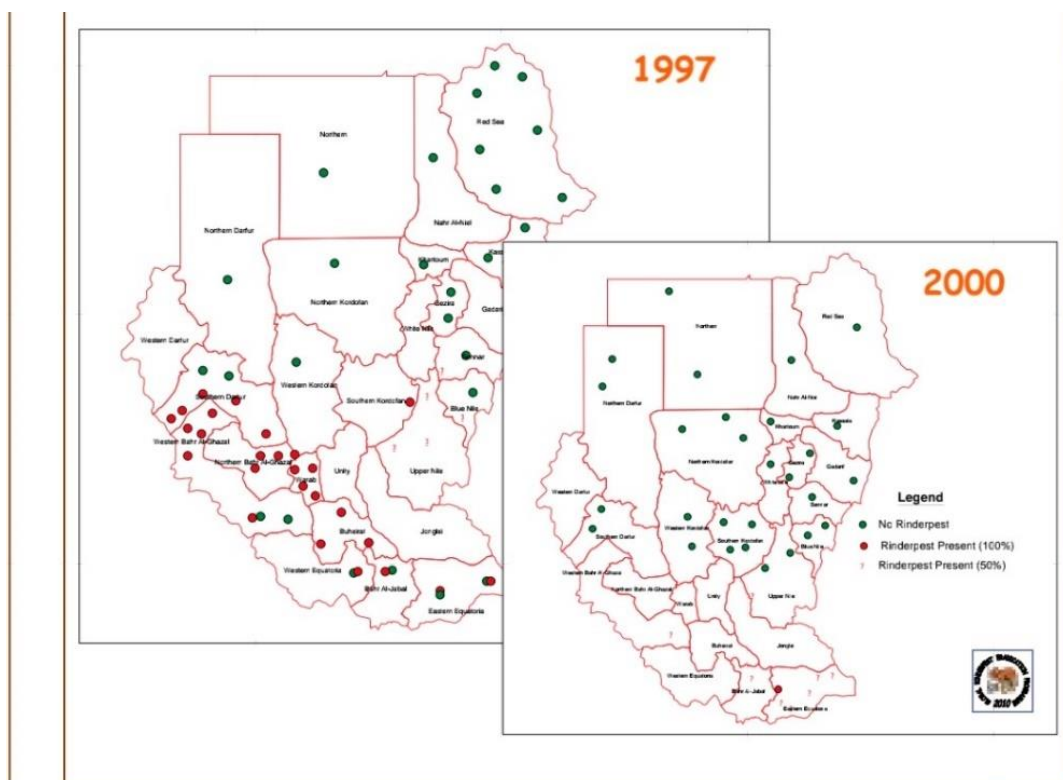
3.10.1 Role Světové organizace pro zdraví zvířat při eradikaci onemocnění

OIE je hlavní celosvětovou organizací, jejímž úkolem je zlepšování zdraví a dobrých životních podmínek zvířat (Domenech & Vallat 2011). Tato významná organizace byla založena v roce 1924 (Yamanouchi 2012). Organizace stanovuje mezinárodní normy pro prevenci, diagnostiku, hlášení a tlumení nálezů živočichů, které jsou uvedeny v Kodexu zdraví suchozemských živočichů (Domenech & Vallat 2011).

OIE byla hlavní organizací, která vedla program celosvětové eradikace moru skotu zahájený v roce 1986 (Kouba 2011). Tato organizace, společně s Organizací pro výživu a zemědělství (FAO) řídila celý program eradikace moru skotu a v současné době dohlíží nad zachováním celosvětové svobody od moru skotu a současně eviduje a kontroluje zařízení, která uchovávají materiály kontaminované původcem moru skotu. V roce 1994 vedla Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) v úzké spolupráci se Světovou organizací pro zdraví zvířat (OIE) a regionálními organizacemi (zejména AU-IBAR). AU-IBAR (The African Union – Interafrican Bureau for Animal Resources) se stal významným kontrolním úřadem pro eradikaci moru skotu v Africe. Konečné eradikace dobytčího moru z afrického kontinentu dosáhl AU-IBAR prostřednictvím tří rozsáhlých programů (JP15, PARC, PACE) (Daborn 2011). Globální program eradikace moru skotu (GREP). Cílem programu bylo dosažení eradikace moru skotu do roku 2010 (Domenech et al. 2010). Eradikační program spočíval v identifikaci specifické nálezové situace, vypracování strategie a zvládacích opatření, diagnostice (včetně zřizování a vybavení laboratoří a školení personálu), výrobě a kontrole specifických vakcín (Kouba 2011).

Participativní sledování chorob

Významný vliv vyhledávání infekce a dohled nad nemocí probíhal pomocí participativního sledování chorob (PDS). Participativní dozor nad nálezami byl zaveden jako konzultační proces, který se ukázal významným během kampaně eradikace moru skotu v letech 1999–2007. Participativní hodnocení provádí obvykle expertní dvou až čtyřčlenné týmy, které komunikují s majiteli zvířat a veterináři (Mariner 2003). Pomocí informací získaných z konkrétních území bylo možné lépe určit epidemiologickou situaci konkrétní oblasti. Údaje získané z participativního vyhledávání byly použity pro zlepšení metod a norem kontroly moru skotu. PDS výrazně zvýšil citlivost aktivního klinického sledování moru skotu (Alders et al. 2020).



Obrázek 10 – Participativní hodnocení v Sudánu. Zelená – oblast bez moru skotu, červená – oblast se 100% výskytem moru skotu, ? – oblast s nejasným výskytem. Porovnání roku 1997 a 2000. (převzato z <https://www.fao.org/3/au867e/au867e.pdf>)

Eradikaci moru skotu komplikovalo několik faktorů, které v minulosti způsobovaly stále přetrvávání viru v populaci (Ismail 1999):

1. V odlehlých oblastech byla velice obtížná kontrola nálezů a případná vakcinace zvířat
2. U jedinců stejného druhu mohl virus způsobovat různé klinické příznaky
3. Války a kmenové konflikty komplikovaly přesuny odborných týmů na místo ohniska, očkování zvířat a celkovou komunikaci ohledně nálezů
4. K rozšíření nákazy přispíval kočovný způsob života lidí, putujících se svými zvířaty

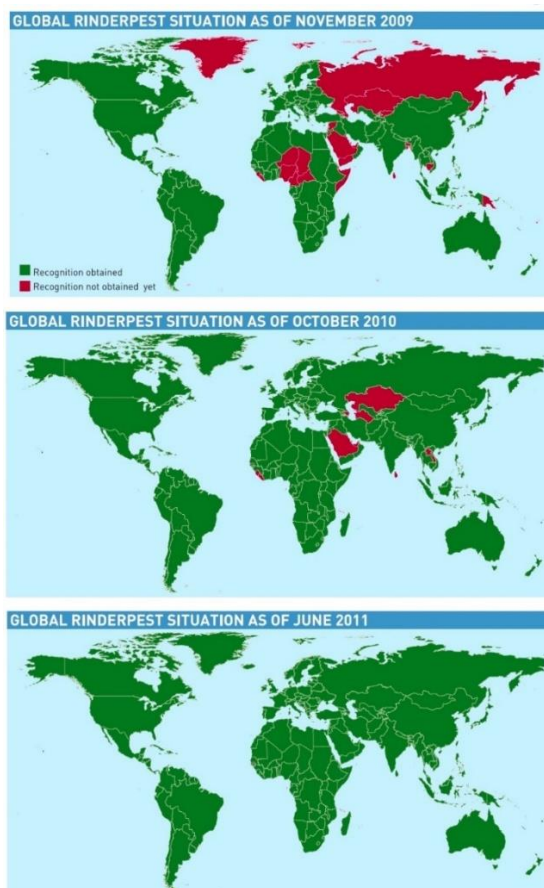
3.11 Vymýcení moru skotu

Aby byla země prohlášena za prostou moru skotu, musí podstoupit třístupňový proces eradikace. Eradikační programy začínaly masovými očkovacími kampaněmi v epizootologicky vymezených pásmech, během nichž byly prováděny zvýšené kontroly těchto oblastí. Po očkovacích kampaních bylo možné zemi prohlásit za „prozatímně prostou nemocí“. Při tomto statutu byla konkrétní země nucena k zastavení veškerého očkování proti moru skotu. Následně bylo důležité prokázat nepřítomnost infekce prostřednictvím zvýšeného dozoru. Pokud nedošlo k pozitivnímu nálezu moru skotu po dobu nejméně tří let od ukončení očkování, mohla být země prohlášena za „prostou nákazy“. Pokud se dva roky po prohlášení země za prostou nákazy nezjistí žádné protilátky u neočkovaných zvířat, je možné prohlásit zemi za „prostou infekce virem moru skotu (Rweyemamu et al. 1995).

Poslední případy moru skotu byly hlášeny z Keni a Mauretánie v roce 2003 s následným ukončením programu celosvětové eradikace moru skotu v roce 2010 (Kouba 2011). Mor skotu byl prohlášen za celosvětově eradikovanou nákazu v rámci zasedání Světové organizace pro zdraví zvířat 25.5. 2011 (Veselý 2011). Uběhlo tedy necelých deset let od posledního případu nákazy, než byl stanoven mor skotu za celosvětově eradikovaný.

K úspěšné celosvětové eradikaci moru skotu přispělo několik faktorů (Richardson & Banyard 2013):

1. Existence pouze jednoho sérotypu viru moru skotu
2. Dostupnost vysoce účinné atenuované vakcíny, která je schopná navodit dlouhodobou imunitu
3. Vývoj citlivých a specifických testů pro detekci onemocnění moru skotu
4. Spolupráce v oblastech občanských nepokojů, která měla zajistit seromonitoring a dohled nad nemocemi



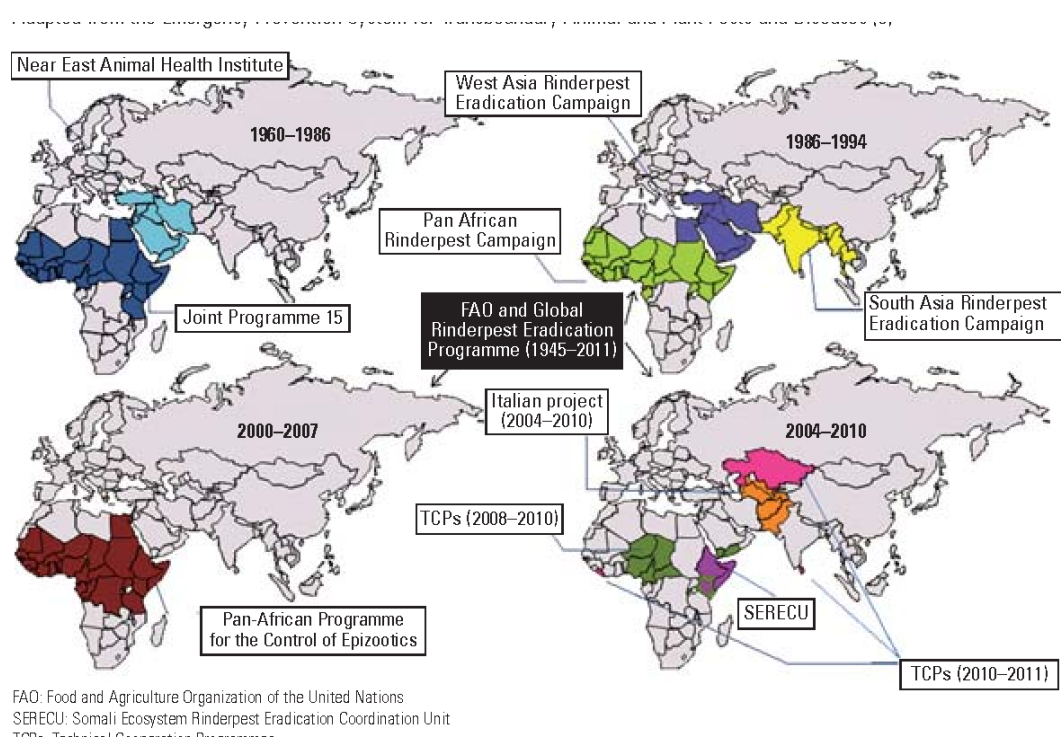
Obrázek 11 – Situace v roce 2009-2011 (převzato z https://www.fao.org/ag/againfo/programmes/documents/grep/GREP_support_June2011.pdf)

Eradikace moru skotu by nebyla úspěšná bez odborníků v oblasti veterinárního lékařství, zemědělství a dalších souvisejících oborů. Mezi české odborníky, účastníci se eradikace moru skotu bezvýhradně patřil prof. MVDr. Václav Kouba, DrSc., který působil jako vedoucí veterinární služby odpovědný za všechny programy OSN v oblasti veterinární medicíny (Kouba 2011). Významným českým veterinárním lékařem bojujícím proti moru skotu byl prof. MVDr. Antonín Klobouk, DrSc., který se společně s několika dalšími veterinárními lékaři zúčastnil cesty do Polska v roce 1920. Účelem cesty bylo studium a tlumení moru skotu společně se studiem plicní nákazy skotu (Pavlas 2005). Naši virologové také během dvacátého století působili v Institutu pro výrobu sér a vakcín v Somálsku. Mezi tyto odborníky patřil doc. MVDr. Jaromír Menšík, MVDr. Vojtěch Mádr, MVDr. Ladislav Dedek, MVDr. Jiří Petlach a MVDr. Václav Rozkošný (Kouba 2011).

3.11.1 Mor skotu v Africe

K nejvyššímu rozšíření moru skotu došlo historicky na africkém kontinentu. Velkou zásluhu na eradikaci moru skotu z afrického kontinentu měla Evropská unie, která pomocí programů a kampaní pro její uskutečnění vytvořila vhodné podmínky. Od roku 1962 byl africký kontinent zapojen do mezinárodního programu JP15 (Joint Project 15). V tomto mezinárodním programu byla poprvé zahájena snaha o kontrolu a případné vymýcení moru

skotu prostřednictvím mezinárodní spolupráce a celkové koordinace ze strany jednoho mezinárodního orgánu (Atang & Njeumi 2012). Každá země musela v rámci tohoto programu jednou ročně po dobu tří po sobě jdoucích let očkovat skot všech věkových kategorií. Po uplynutí lhůty tří let byla každý rok očkována všechna telata (Roeder et al 2013). V roce 1968 bylo očkováno celkem 81 484 126 kusů skotu v západní Africe, což vedlo k významnému poklesu výskytu ohnisek moru skotu. Program JP15 byl po tomto úspěchu rozšířen do šesti zemí východní Afriky (Keňa, Tanzánie, Uganda, Somálska, Etiopie, Súdán), kde bylo v rámci tří let naočkováno celkem 124 099 454 kusů skotu (Yilma 1989). Mor skotu byl z afrického kontinentu kolem roku 1975 z velké části eliminován. V roce 1980 se tato infekce znovu rozšířila v subsaharské Africe. Důvodem recidivy onemocnění bylo nedostatečné monitorování očkovacích programů, přetrvávání skryté infekce u domácích i divokých zvířat, přetrvávání rezervoárů nemoci v odlehlých a hůře dostupných oblastech. Nová ohniska moru skotu se stala podnětem k založení kampaně PARC (Pan African Rinderpest Campaign) v roce 1986. Cílem kampaně PARC byla kompletní proočkovanosť populací skotu ve všech 34 afrických zemích do dvou let od zahájení kampaně. Poté musela být následující tři roky každoročně navakcinována všechna devítiměsíční telata (Ismail 1999). Při očkování proti moru skotu byla všechna očkována zvířata označena ušním zářezem. Pokud se tedy zvíře bez zářezu v uších vyskytovalo v oblasti s hlášeným výskytem moru skotu, předpokládalo se, že je v případě pozitivního testu na mor skotu zvíře přirozeně infikováno (Otim et al. 2003). Tuto kampaň následně nahradil program PACE, který byl poslední fází eradikačního programu (Diop & Bastiaensen 2005; Tounkara et al. 2017).



Obrázek 12 – Regionální programy a projekty na eradikaci moru skotu (převzato z <https://doc.woah.org/dyn/portal/index.xhtml?page=alo&aloId=31457>)

3.11.2 Mor skotu v Asii

V Indii byl mor skotu rozšířen kolem roku 1900. Z důvodu této nemoci zde zemřelo kolem 80-90% populace buvolů a skotu. Úhyn velkého počtu dobytka mělo za následek nedostatek tažné síly, která byla zapotřebí pro práci na poli a převoz surovin. Nemoc tedy způsobovala velké ztráty jak v oblasti živočišné výroby, tak i v oblasti rostlinného zemědělství. Výzkum moru skotu začal v Indii v roce 1893 založením institutu Imperial Bacteriological Laboratory (IBL) v Mukteswaru (Uppal & Yadav 2019). Významným pokrokem pro boj proti moru skotu bylo vyvinutí oslabené vakcíny v roce 1920 J.T. Edwardsem, která se využívala ve všech asijských, afrických i evropských zemích. J. T. Edwards byl zodpovědný za zásadní průlom v ochraně skotu před dobytčím morem tím, že snížil virulenci viru moru skotu pomocí průchodu viru přes ovce (Roeder 2011). V roce 1954 zahájila Indie svůj Národní program eradikace moru skotu. Cílem programu bylo systematické očkování 80 % skotu a buvolů během pěti let. Následovalo období, ve kterém bylo naočkováno zbylých 20% populace a každé narozené tele. Národní program eradikace moru skotu však nezabránil opětovnému výskytu nemoci (Roeder & Rich 2009). Indie se po několika neúspěšných očkovacích kampaních rozhodla s pomocí Evropské unie (EU) a Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) zahájit národní kampaň s názvem Operation Rinderpest Zero (1992-1998), která měla za úkol vymýtit mor skotu z oblastí Indie. Státy v Indii byly rozřazeny do čtyř epidemiologických zón: zóna A (zóna bez moru skotu), zóna B (oblast s nárazovým výskytem), zóna C (nejasná zóna moru skotu), zóna D (endemická oblast) (Ismail 1999; Uppal & Yadav 2019). Tento postup eradikace moru skotu byl použit také v Súdánu roku 1996. V roce 2000 bylo v Indii ukončeno očkování proti dobytčímu moru. Status prosté země od nákazy moru skotu byl Indii udělen 25. května 2006 (Uppal & Yadav 2019).

Mor skotu v Číně měl sezónní charakter. Nemoc se vyskytovala především na jaře a v zimě (Taylor et al. 2022) V západní Číně v období 1938-1941 zemřelo na mor skotu více než 1 milion zvířat (Roeder & Rich 2020). V roce 1949 byla v Číně zavedena přísná preventivní a kontrolní opatření (Taylor et al. 2022). Kampaň proti moru skotu dosáhla úspěchu v roce 1955 a v roce 2008 byla Čína akreditována jako země bez dobytčího moru (Roeder & Rich 2020).

3.11.3 Mor skotu v Evropě

Od 4. století našeho letopočtu se v Evropě vyskytovala epidemická ohniska moru skotu (Taylor et al. 2022). V 18. století se Evropa potýkala s velkými epidemiemi moru skotu, ve kterých uhynulo až 200 milionů kusů dobytka (Yamanouchi 2012). V roce 1709 se mor skotu jako perakutní infekce šířil z jižního Ruska na západ do Malé Tartárie a na severozápad směrem k Moskvě. Dále se infekce šířila do Rakouska, Německa, Maďarska, Švýcarska Pruska a Polska (Taylor et al. 2022). Jen v Německu od roku 1709 do roku 1865 uhynulo odhadem 28 milionů kusů dobytka (O'Toole 2004). Poslední ohnisko v Německu bylo zaznamenáno v roce 1870 (Taylor et al. 2022).

Mor skotu byl rozšířen z Ruska směrem do Polska. V první polovině roku 1920 uhynulo během tří měsíců přes 40 000 kusů dobytka. Z důvodu zastavení šíření nemoci byla zřízena polní stanice v Michałowce u Puławy. Stanice, která vyráběla sérum a vakcínu proti moru skotu byla schopna vytvořit až 2000 litrů vakcíny za měsíc (Orzechowska et al. 2018).

Na území České republiky byly poslední případy moru skotu hlášeny roku 1881-1885 (Kouba 2011; ASZ 2021).

Rizika spojená se znovuzavlečením nemoci

I přes prohlášení o celosvětovém vymýcení tohoto viru, je materiál obsahující původce moru skotu uchovávaný v laboratořích potencionálním rizikem znovupropuknutí této vysoce infekční nemoci. Uchovávané kmeny viru jsou však důležitým materiálem pro případnou výrobu očkovací látky (Butler 2012). Tento materiál také poskytuje mnoho informací o *Morbillivirech*, které by mohly být velkým přínosem pro výzkum jiných onemocnění. Je důležité dbát na kontrolu laboratoří, které virus uchovávají. OIE a FAO také podporují země, které se rozhodly své zásoby infekčního materiálu moru skotu lépe zajistit, zničit nebo přemístit do jiného laboratorního zařízení. Skupiny odborníků pod dohledem FAO jsou schopny podpořit země s redukcí množství virového materiálu nebo zajištěním lepší bezpečnosti laboratoří. Provádějí dekontaminaci laboratoří a zajišťují přepravu viru do specializovaných zařízení nebo organizují odborná školení v oblasti biologické bezpečnosti (FAO 2011).

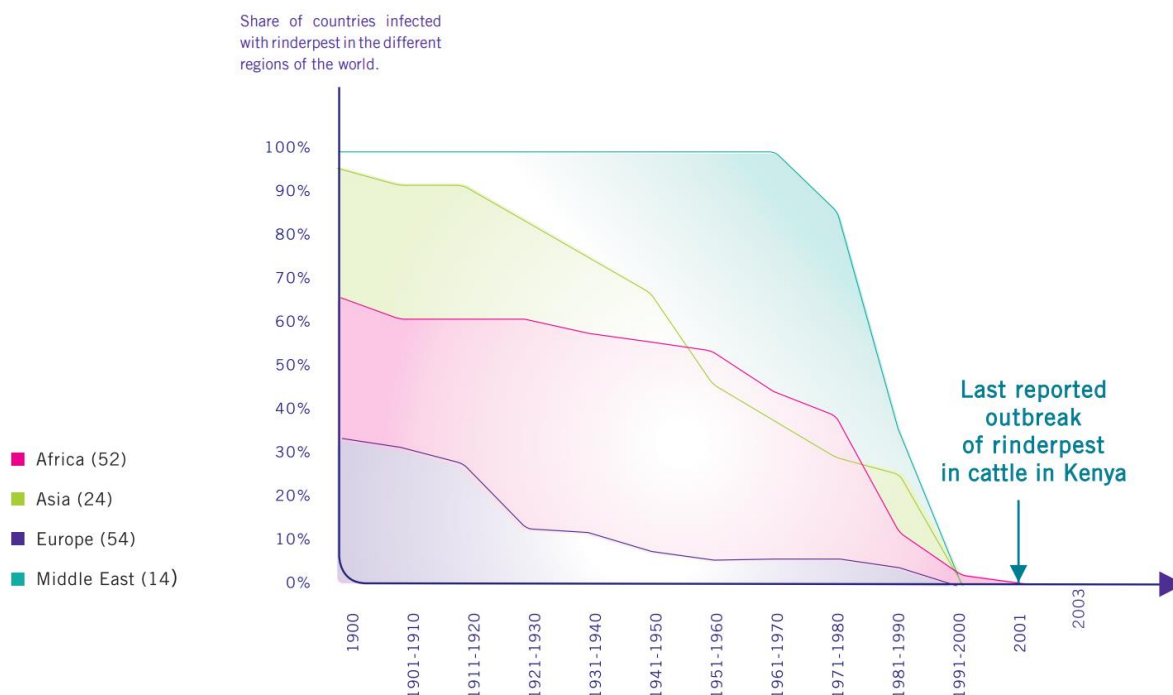
Category A) FAO-OIE Rinderpest Holding Facility for storing rinderpest virus containing/material, excluding vaccine stocks

- African Union - Pan African Veterinary Vaccine Centre (AU-PANVAC), Debre-Zeit, Ethiopia.
- High Containment Facilities of Exotic Diseases Research Station, National Institute of Animal Health, Kodaira, Tokyo, Japan.
- USDA-APHIS, Foreign Animal Disease Diagnostic Laboratory (FADDL), Plum Island, New York, United States of America.
- The Pirbright Institute, United Kingdom.
- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Montpellier, France.
- China Institute of Veterinary Drug Control/China Veterinary Culture Collection Center (IVDC), Beijing, China.

Category B) Rinderpest Vaccine Holding Facility for storing only manufactured vaccines, vaccine stocks and material solely for their production:

- Pan African Veterinary Vaccine Centre African Union (AU-PANVAC), Debre-Zeit, Ethiopia
- Building for Safety Evaluation Research, Production Center for Biologicals; Building for Biologics Research and Development(storage), National Institute of Animal Health, Tsukuba, Ibaraki, Japan.
- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Montpellier, France.
- China Institute of Veterinary Drug Control/China Veterinary Culture Collection Center (IVDC), Beijing, China.

Obrázek 13 – Seznam zařízení pro uchování viru moru skotu (převzato z https://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/rinderpest/what_fao_Destruction.html)



Obrázek 14 – Výskyt moru skotu na různých kontinentech (převzato z <https://www.oie.int/app/uploads/2021/06/rinder-graph-final-1.pdf>)

3.12 Mor skotu jako biologická zbraň

Infekční agens, využívaná jako biologická zbraň napadající skot nebo jiná domácí zvířata, by mohla mít vážné důsledky pro zásobování země potravinami nebo vývoz živočišných produktů a léčivých přípravků (Smart 1997).

Od roku 1928 měla řada zemí vytvořené programy výzkumu biologických zbraní. Rozsáhlé a vysoce rozvinuté programy týkající se biologických zbraní měli Spojené státy americké (do roku 1972) a bývalý Sovětský svaz (do roku 1992) (Jansen et al. 2014). Výzkum zaměřený na boj proti biologickým zbraním začal ve Spojených státech amerických v roce 1943. Výzkum, zabývající se zpočátku vývojem metod ochrany populací hospodářských zvířat před biologickým útokem, vyústil nakonec ve vývoj vakcín na ochranu proti moru skotu a Newcastleké chorobě (Smart 1997). Výzkum v Sovětském svazu se zabýval především dobytčím morem a dalšími nemocemi, mezi které patřila například slintavka a kulhavka, africký mor prasat, vztekлина, plicní nákaza skotu či ptačí chřipka (Vlachová 2011). Od roku 1975 je Úmluvou o biologických a toxinových zbraních (BTWC) zakázáno využívat biologické látky ve válce. BTWC však nemá žádné inspekční mechanismy a pro země, které tuto úmluvu poruší, je výzkum a výrobu biologických zbraní relativně snadné skrýt (Kadlec et al. 1997; Jansen et al. 2014).

Dle Vlachové (2011) lze za hlavní opatření proti zneužití nebezpečných infekčních nemocí jako biologických zbraní považovat bezpečnostní programy zaměřené na prevenci proti chorobám a škůdcům. Důležité je také školení a vzdělávání osob pracujících

v zemědělství, odpovídající národní a mezinárodní legislativa nebo očkování zemědělských zvířat proti nejzávažnějším onemocněním.

3.13 Eradikace nakažlivých nemocí zvířat – cíle do budoucnosti

Eradikační programy, vypracované pro vymýcení moru skotu, lze aplikovat i na jiná onemocnění. Česká republika je zemí, která je prostá celé řady nákaz. K eradikovaným onemocněním patří vzteklna, tuberkulóza skotu, leukóza skotu či brucelóza ovcí a koz (Veselý 2011).

Pomocí zkušeností s eradikací moru skotu je možné celosvětové vymýcení dalších onemocnění, mezi které patří například mor malých přežvýkavců, drakunkulóza nebo v humánní medicíně dětská obrna a spalničky (Literák 2011; Hopkins 2013).

Mor malých přežvýkavců je akutní, nakažlivé onemocnění ovcí a koz. Původcem je Morbillivirus příbuzný s virem, který způsoboval mor skotu. Diskuse OIE a FAO o možnosti postupné kontroly moru malých přežvýkavců, vedoucí k postupné eradikaci tohoto onemocnění, začaly v roce 2011. V březnu 2015 OIE a FAO oficiálně zahájily program eradikace moru malých přežvýkavců, se stanoveným konečným termínem v roce 2030 (Parida et al 2015; Jones et al. 2016).

Drakunkulóza je parazitární onemocnění způsobené vlasovcem medinským. Jedná se o onemocnění člověka jako jediného vnímavého druhu, k přenosu dochází výhradně prostřednictvím kontaminované pitné vody. U této nemoci není eradikace založena na vakcinaci, potlačení onemocnění by bylo dosaženo zavedením preventivních opatření souvisejících s dostupností hygienicky nezávadné vody (Biswas et al. 2013).

Dětská obrna je virové infekční onemocnění vyskytující se pouze u člověka. Původcem je Poliovirus z čeledi Picornaviridae. Toto onemocnění působí na centrální nervovou soustavu a způsobuje akutní paralýzy a celoživotní zdravotní postižení. Dětská obrna je ve většině zemí úspěšně eliminována, avšak v Afgánistánu a Pákistánu se stále nové případy onemocnění vyskytují. Snaha o vymýcení dětské obrny se datuje od roku 1988 a do tohoto procesu je zapojeno mnoho mezinárodních organizací jako například Světová zdravotnická organizace (WHO) a UNICEF. V Evropě se onemocnění nevyskytuje od roku 2002 (Evropský informační portál o očkování 2022).

Původcem spalniček je virus z čeledi paramyxovirů. Stejně jako mor skotu patří spalničky do rodu Morbillivirus. Roku 2001 zahájila WHO program na eradikaci spalniček prostřednictvím celosvětové očkovací strategie (Holzmann et al. 2016). Infekce je přenosná pouze na člověka, bez jakéhokoliv živočišného rezervoáru (Mandřáková et al. 2017). V Severní a Jižní Americe došlo k eradikaci spalniček v roce 2016, v Evropě se naopak epidemiologická situace zhoršuje. Příčinou je malá proočkovanost populace, zvýšená expozice spalniček v souvislosti s migrací obyvatelstva a podceňování protiepidemických opatření (Holzmann et al. 2016).

4 Závěr

Mor skotu bylo akutní vysoce nakažlivé onemocnění skotu a také některých dalších vnímavých druhů zvířat čeledi turovitých, jelenovitých a prasatovitých. Často docházelo k úhynu téměř 100% nakažených zvířat. Vysoká mortalita při tomto onemocnění měla za následek vznik hladomorů zejména v agrárních oblastech rozvojových zemí s dalekosáhlým negativním ekonomickým dopadem. Právě toto onemocnění a snaha o omezení jeho dopadů již v roce 1924 bylo impulzem pro založení organizace původně pod názvem Mezinárodního úřadu pro nákazy, od roku 2003 s názvem Světové organizace pro zdraví zvířat (OIE). Mor skotu se stal v historii OIE prvním celosvětově eradikovaným onemocněním zvířat. Jedná se o významný úspěch srovnatelný s eradikací pravých neštovic u lidí.

Mor skotu byl prohlášen za celosvětově eradikovaný 25.5. 2011 v Paříži, bylo tak OIE potvrzeno stanovisko Organizace pro výživu a zemědělství (FAO), která tuto informaci zveřejnila v říjnu roku 2010. Význam úspěšné eradikace tohoto onemocnění spočívá také v tom, že zkušenosti se zdoláváním moru skotu by mohly být aplikovány při zdolávání dalších infekčních onemocnění zvířat.

Česká republika byla zakládajícím členem OIE a má v oblasti zdolávání nákaz dlouhou a bohatou tradici. Území naší republiky je prosté celé řady nákaz, jedná se například o vzteklinu, tuberkulózu skotu, leukózu skotu nebo brucelózu. Úloha státních veterinárních orgánů a jejich dozorové činnosti není úspěšnou eradikací ukončena. Velmi důležitým úkolem je ochrana území před zavlečením či znovuzavlečením nákaz prováděním pravidelného monitoringu.

5 Literatura

Richardson AB, Banyard AC. 2017. Rinderpest virus. *Fastest Veterinary Medicine Insight Engline*. Available from <https://veteriankey.com/rinderpest-virus/> (accessed October 2022).

Alders RG, Bagnol B, Rukambile E, Ali SN, Cooper TL, Wong JT, Ameri AA, Gozali A, Hidayat MM, Catley A. 2020. Participatory Epidemiology: Principles, Practice, Utility, and Lessons Learnt. *Sec. Veterinary Epidemiology and Economics*. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.532763/full> (accessed September 2022).

Amlerová J. 2020. *Imunologie. Inovace VOV*. Available from <https://www.vovcr.cz/odz/zdrav/187/page49.html#heading129> (accessed January 2023).

Anderson J, Barrett T, Scott GR. 1996. *Manual on the diagnosis of rinderpest*. FAO Animal Health Manual, Rome.

ASZ ČR. 2021. Po pravých neštovicích byl před deseti lety vymýcen i mor skotu. *Asociace soukromého zemědělství ČR*. Available from <https://www.asz.cz/clanek/7483/po-pravych-nestovicich-byl-pred-deseti-lety-vymycen-i-mor-skotu/> (accessed August 2022).

Atang P, Njeumi F. 2012. Experiences and lessons learned in eradicating rinderpest in Africa: the JP15 campaign. *FAO Animal Production and Health Proceedings* **15**:96-98.

Animal Health Australia. 2009. *Australian veterinary Emergency Plan: AUSVETPLAN: Disease strategy: Rinderpest: Version 3.0, 2009*. Primary Industries Ministerial Council. Available from <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b96abc331247a7138d1fca0c98dbfdca968d7c0> (accessed March 2023).

Baron MD, Kamata Y, Barras V, Goatley L, Barrett T. 1996. The genome sequence of the virulent Kabete „O“ strain of rinderpest virus: comparison with the derived vaccine. *Journal of General Virology* **77**(12):3041-3046.

Barrett T, Pastoret PP, Taylor W. 2005. *Rinderpest and Peste des Petits Ruminants*. Academic Press, Great Britain.

Barrett T, Rossiter PB. 1999. Rinderpest: The Disease and Its Impact on Humans and Animals. *Advances in Virus Research* **53**:89-110.

Bartůňková J, Paulík M, Hrušák O, Smetana K, Šedivá A, Špíšek R, Šprongl L, Vernerová E. 2011. *Vyšetřovací metody v imunologii*. Grada Publishing, Praha.

- Biswas G, Sankara DP, Agum JA, Maiga A. 2013. Dracunculiasis (Guinea worm disease): eradication without a drug or a vaccine. Royal Society. Available from <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2012.0146> (accessed March 2023).
- Bošťíková V, Salavec M, Holmquist I, Střítecká H. 2018. Vybraná exantémová virová onemocnění u dětí. *Pediatr. praxi* **19**(4):208-213.
- Breese SS, de Boer CJ. 1963. Electron Microscopy of Rinderpest Virus in Bovine Kidney Tissue Culture Cells. *Virology* **19**(3):340-348.
- Brown CC, Torres A. 1994. Distribution of Antigen in Cattle Infected with Rinderpest Virus. *Vet Pathol* **31**:194-200.
- Budke CHM, Pfeiffer DU, Jones BA, Fournié G, Kim Y, Marrana M, Simmons HL. 2022. Sequestration and Destruction of Rinderpest Virus – Containing Material 10 Years after Eradication. *Emerging Infectious Diseases* **28**(9):1895-1898.
- Butler D. 2012. Officials act to secure cattle-plague virus. *Nature* **488**:15.
- Curasson G. 1932. La peste bovine. Vigot Frères, Paris.
- Daborn CH. 2011. Celebrating 60 years of the African Union – Interafrican Bureau for Animal Resources. *The Veterinary Record*. Available from <https://www.proquest.com/openview/5da726bc4fce0b0f360a1a03c742fc2c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2041027> (accessed April 2023).
- DeTray DE. 1980. Rinderpest. *The bovine practitioner* **15**:181-185.
- Diallo A, Libeau G, Couacy-Hymann E, Barbron M. 1995. Recent developments in the diagnosis of rinderpest and peste des petits ruminants. *Veterinary microbiology* **44**:307-317.
- Diallo A. 1990. Morbillivirus group: genome organisation and proteins. *Veterinary Microbiology* **23**:155-163.
- Diop BA, Bastiaensen P. 2005. Achieving full eradication of rinderpest in Africa. *The Veterinary Record* **157**:239-240.
- Domenech J, Lubroth J, Sumption K. 2010. Immune Protection in Animals: The Examples of Rinderpest and Foot-and-Mouth Disease. *Journal of Comparative Pathology* **142**:120-124.
- Domenech J, Vallat B. 2011. The World Organisation for Animal Health (OIE) and the global control of epizootic diseases. *Proceedings of the XVth International Congress of the International Society for Animal Hygiene* **1**:7-14.

Duben J. 2011. Mor skotu zdolán. SVS ČR. Available from https://www.svscr.cz/mor_skotu_zdolan/ (accessed May 2022).

eAgri. 2022. Vyhláška č. 299/2003 Sb., o opatřeních pro předcházení a zdolávání nákaz a nemocí přenosných ze zvířat na člověka. Resortní portál Ministerstva zemědělství. Available from https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_Vyhlaska-2003-299-veterinarnipece.html (accessed January 2022).

Evropský informační portál o očkování. 2022. Dětská obrna. Iniciativa Evropské unie. Available from <https://vaccination-info.eu/cs/informacni-listy-o-onemocnenich/detska-obrna> (accessed March 2023).

FAO. 2011. Declaration of global freedom from rinderpest. FAO, Rome. Available from <https://www.fao.org/3/i3366e/i3366e.pdf> (accessed September 2022).

Fukusho K, Furuya K. 1949. Haematological studies on rinderpest. Pages 27-45 in 21 st Report Government Experimental Station for Animal Hygiene.

Furuse Y, Suzuki A, Oshitani H. 2010. Origin of measles virus: divergence from rinderpest virus between the 11th and 12th centuries. *Virology Journal*. Available from <http://www.virologyj.com/content/7/1/52> (accessed March 2023).

Govindarajan R, Muralimanohar B, Koteeswaran A, Venugopalan AT, Varalakshmi P, Shaila MS, Ramachandran S. 1996. Occurrence of rinderpest in European pigs in India. *The Veterinary Record* **139**:473.

Graves MC, Silver SM, Choppin PW. 1978. Measles virus polypeptide synthesis in infected cells. *Virology* **86**(1):254-263.

Hamilton K, Visser D, Evans B, Vallat B. 2015. Identifying and Reducing Remaining Stocks of Rinderpest Virus. *Emerging Infectious Diseases* **21**(12):2117-2121.

Hofírek B, Dvořák R, Němeček L, Doležel R, Pospíšil Z. 2009. Nemoci skotu. Česká buiatrická společnost, Brno.

Holzmann H, Hengel H, Tenbusch M, Doerr HW. 2016. Eradication of measles: remaining challenges. *Medical Microbiology and Immunology* **205**: 201-208.

Hopkins DR. 2013. Disease Eradication. *The New England Journal of Medicine* **368**:54-63.

Hudson JR, Wongsongsarn C. 1950. The utilisation of pigs for the production of lapinised rinderpest virus. *British Veterinary Journal* **106**: 453-472.

Iowa State University, College of Veterinary Medicine. 2008. Rinderpest: Cattle plague. Iowa State University, College of Veterinary Medicine, Ames. Available from https://www.epizone-eu.net/upload_mm/6/b/3/58c70a26-4791-434f-946a-5d3a7b26fcdb_rinderpest.pdf (accessed March 2023).

Ismail MH. 1999. Studies on rinderpest disease in Sudan [MSc. Thesis]. University of Khartoum, Súdán.

Jones BA, Rich KM, Mariner JC, Anderson J, Jeggo M, Thevasagayam S, Cai Y, Peters AR, Roeder P. 2016. The Economic Impact of Eradicating Peste de Petits Ruminants: A Benefit-Cost Analysis. Indian Institute of Science. Available from <https://journals.plos.org/plosone/article/authors?id=10.1371/journal.pone.0149982> (accessed March 2023).

Kadlec RP, Zelicoff AP, Vrtis AM. 1997. Biological weapons control: Prospects and Implications for the Future. *JAMA Network* **278**(5):351-356.

Kouba V. 2011. Mor skotu – první animální infekce vymýcená na celém světě. *Veterinářství* **5**:289-292.

Kouba V. 2013. Rinderpest Global Eradication Management. *Agricultura Tropica et Subtropica* **46**(2):35-42.

Křupka M, Vlčková J, Holý O. 2020. Očkování. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.

Liess B, Plowright W. 1964. Studies on the pathogenesis of rinderpest in experimental cattle I. Correlation of clinical signs, viraemia and virus excretion by various routes. *Journal of Hygiene* **62**:81-100.

Literák I. 2011. Mor skotu zmizel z naší planety. *Vesmír* **90**(141):319.

Mandřáková Z, Martinková I, Petroušová L, Lexová P, Limberková R, Košťálová J, Kynčl J. 2017. Spalničky – aktuální epidemiologická situace a klinické zkušenosti. *Pediatric pro praxi* **14**(5):234-237.

Mariner JC. 2003. Rinderpest Participatory Disease Searching in Karamoja, Uganda. Community Animal Health and Participatory Epidemiology Unit, Uganda.

Morens DM, Holmes EC, Davis AS, Taubenberger JK. 2011. Global Rinderpest Eradication: Lessons Learned and Why Humans Should Celebrate Too. *The Journal of Infectious Diseases* **204**(4):502-505.

Mourant JR, Fenimore PW, Manore CA, McMahon BH. 2018. Decision Support for Mitigation of Livestock Disease: Rinderpest as a Case Study. *Frontiers in Veterinary Science*. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2018.00182/full> (accessed March 2023).

Mushi EZ, Wafula JS. 1984. The shedding of a virulent Kabete O strain of rinderpest virus by cattle. *Veterinary Research Communications* **8**:173-179.

Myers L, Metwally S, Marrana M, Stoffel C, Ismayilova G, Brand T. 2018. Global rinderpest action plan. FAO and OIE, Rome.

Njeumi F, Taylor W, Diallo A, Miyagishima K, Pastoret PP, Vallat B, Traore M. 2012. The long journey: a brief review of the eradication of rinderpest. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)* **31**(3): 729-746.

Nobusawa E. 1997. Structure and function of the hemagglutinin of influenza viruses. *Japanese journal of Clinical Medicine* **55**(10):2562-2569.

O'Toole D. 2004. Cattle Plague: A History. *Journal of Wildlife Diseases* **40**(3):612-613.

Obi TU, Roeder PL, Geering WA. 1999. Manual on the preparation of rinderpest contingency plans. FAO of the United Nations, Rome. Available from <https://www.fao.org/3/X2720E/X2720E00.htm> (accessed April 2022),

OIE. 2010. Terrestrial Health Standards Commission. OIE, Paris. Available from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.170.5202&rep=rep1&type=pdf> (accessed July 2022).

Orzechowska B, Bezpalko L, M Lis, Boratyński J. 2018. Powstrzymanie epidemii księgosuszu w Polsce w latach 1921-1922. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej* **72**:966-974.

Otim MO, Baumann MPO, Berhanu A, Tareke F, Twinamasiko EK, Klooster GV. 2003. Epidemiological assessment of rinderpest surveillance and control in Uganda between 1990 and 1998. *Preventive veterinary Medicine* **56**(4):251-265.

Parida S, Muniraju M, Mahapatra M, Muthuchelvan D, Buczkowski H, Banyard AC. 2015. Peste des petits ruminants. *Veterinary Microbiology* **181**:90-106.

Pavlas M. 2005. *Historia medecinae veterinariae*. Universitas veterinaria et pharmaceutica Brunensis. Available from <https://adoc.pub/historia-medicinae-veterinariae-2005.html> (accessed February 2023).

Plowright W. 1952. Observations on the Behaviour of Rinderpest Virus in Indigenous African Sheep. *British Veterinary Journal* **108**(12):450-457.

Rich KM, Holst DR, Otte J. 2014. An assessment of the ex-post socio-economic impacts of global rinderpest eradication: Methodological issues and applications to rinderpest control programs in Chad And India. *Food Policy* **44**:248-261.

Richardson AB, Banyard AC. 2013. *Mononegaviruses of Veterinary Importance, Volume 1*. Lancaster University, UK.

- Rima BK. 1983. The Proteins of Morbilliviruses. *Journal of General Virology* **64**:1205-1219.
- Roeder P, Mariner J, Kock R. 2013. Rinderpest: the veterinary perspective on eradication. The royal society publishing. Available from <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2012.0139> (accessed January 2023).
- Roeder P, Rich K. 2009. Conquering the Cattle Plague. The global effort to eradicate rinderpest. *International Food Policy Research Institute* **16**:109-116.
- Roeder P, Rich K. 2020. The Global Effort to Eradicate Rinderpest. International food policy research institute. Available from https://play.google.com/books/reader?id=yb_Wm-FjYj0C&pg=GBS.PR1&hl=cs (accessed December 2022).
- Roeder PL, Taylor WP. 2002. Rinderpest. *Veterinary Clinics of North America: Food animal practice* **18**(3):515-547.
- Roeder PL. 2011. Rinderpest: The end of cattle plague. *Preventive Veterinary Medicine* **102**(2):98-106.
- Rweyemamu MM, Roeder PL, Benkirane A, Wojciechowski K, Kamata A. 1995. Emergency prevention system for transboundary animal and plant pests and diseases: The livestock diseases component. FAO, Rome.
- Saliki JT. 2020. Rinderpest. *Veterinary manual*. College of Veterinary Medicine. Available from <https://www.msdivetmanual.com/generalized-conditions/rinderpest/rinderpest> (accessed January 2023).
- Skehel JJ, Wiley DC. 2000. Receptor Binding and Membrane Fusion in Virus Entry: The Influenza Hemagglutinin. *Annual Review of Biochemistry* **69**:531-569.
- Smart JK. 1997. History of chemical and biological warfare: An American perspective. Office of The Surgeon General Department of the Army, United States of America.
- Smith KA. 2013. Smallpox: can we still learn from the journey to eradication? *Indian Journal of Medical Research* **137**(5):895-899.
- Spinage C. 2012. Cattle plague: A history. Kluwer academic/Plenum Publishers, New York.
- Subhashri R, Shaila MS. 2007. Characterization of membrane association of Rinderpest virus matrix protein. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **355**(4):1096-1101.
- Taylor W, Gibbs EPJ, Bandyopadhyay SK, Pastoret PP, Atang P. 2022. Rinderpest and its eradication. FAO a OIE. Available from <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9644en> (accessed December 2022).

- Toukara K, Nwankpa N, Bodjo SC. 2017. Rinderpest experience. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* **36**(2):569-578.
- Uppal PK, Yadav MP. 2019. Rinderpest eradication from India: Impact on agriculture sector. *Indian Journal of Comparative Microbiology, Immunology and Infectious Diseases* **40**(2):53-88.
- Veselý K. 2011. Mor skotu eradikován. *Veterinářství. Profi Press, Praha*. Available from <https://vetweb.cz/mor-skotu-eradikovan/> (accessed May 2022).
- Vlachová H. 2011. Potravinový terorismus a agroterorismus. *Vojenské rozhledy* **4**:160-168.
- Wafula JS, Mirangi PK, Ileri RG, Mbugua N. 1986. Development and stability of rinderpest virus antigens in cattle tears and lymph nodes. *Tropical Animal Health and Production* **18**:26-30.
- Wohlsein P, Wamwayi HM, Trautwein G, Pohlenz J, Liess B, Barrett T. 1995. Pathomorphological and immunohistological findings in cattle experimentally infected with rinderpest virus isolates of different pathogenicity. *Veterinary Microbiology* **44**:141-149.
- Worrall EE, Litamoi JK, Seck BM, Ayelet G. 2000. Xerovac: an ultra rapid method for the dehydration and preservation of live attenuated Rinderpest and Peste des Petits ruminants vaccines. *Vaccine* **19**:834-839.
- Yamanouchi K, Fukuda A, Kobune F, Yoshikawa Y, Chino F. 1974. Pathogenesis of Rinderpest Virus Infection in Rabbits II. Effect of Rinderpest Virus on the Immune Function of Rabbits, *American Society for Microbiology* **9**(2):206-211.
- Yamanouchi K. 2012. Scientific background to the global eradication of rinderpest. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **148**:12-15.
- Yilma TD. 1989. Prospects for the total eradication of rinderpest. *Vaccine* **7**(6):484-485.
- Youde J. 2013. Cattle scourge no more: The eradication of rinderpest and its lessons for global health campaigns. *Politics and the life sciences* **32**(1):43-57.
- Zwart D, Macadam I. 1967. Transmission of Rinderpest by Contact from Cattle to Sheep and Goats. *Research in Veterinary Science* **8**(1):37-47.

6 Seznam použitých zkratek a symbol

AU-IBAR – The African Union – Interafrican Bureau for Animal Resources

BTWC – The Biological and Toxin Weapons Convention

ELISA - Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

EU – European Union

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

GREP – Global Rinderpest Eradication Programme

IBL – Imperial Bacteriological Laboratory

IBR – infekční bovinní rinotracheitida

JP15 – Joint Project 15

OIE – World Organisation for Animal Health

OSN – Organizace spojených národů

PACE – pan African program for the control of epizootics programs

PARC – Pan African Rinderpest Campaign

PCR – Polymerase Chain Reaction

PDS – Participatory Disease Searching

UNICEF - United Nations International Children's Emergency Fund

WHO – World Health Organization

WOAH – The World Organisation for Animal Health