

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



Výskyt letní vyrážky ve vybraném chovu huculských koní

Bakalářská práce

Autor práce: Agáta Čermáková

Obor studia: ATZP - Chovatelství

Vedoucí práce: Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Výskyt letní vyrážky ve vybraném chovu huculských koní“ 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Barboře Hofmanové, Ph.D. za cenné rady, ochotu a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

Výskyt letní vyrážky ve vybraném chovu huculských koní

Souhrn

Práce se zabývá sezónním onemocněním koní, nazývaném letní vyrážka a jeho výskytem v konkrétní populaci huculských koní. Letní vyrážka je alergická reakce na bodnutí pakomárků rodu *Culicoides spp.* a muchniček rodu *Simulium sp.* Alergii vyvolává protisrážlivá látka, kterou tento hmyz vpouští do rány při sání. Tato nemoc je ovlivněna environmentálními i genetickými faktory. Projevuje se především silným svěděním, které vede ke škrábání a otírání hřívý, kořene ocasu, hlavy a spodiny břicha.

Cílem práce bylo na základě prostudované vědecké a odborné literatury zpracovat literární rešerši k dané problematice. Zmapovat, kvantifikovat a zdokumentovat výskyt letní vyrážky ve vybraném chovu v Hucul Clubu v Praze. A také formulovat doporučení, která přispějí k eliminaci, případně alespoň omezení výskytu tohoto problému.

Vlastní výzkum zahrnuje pozorování 35 koní v letech 2018 a 2019. Management všech koní byl v obou letech stejný. U celkem 13 koní byly zjištěny projevy letní vyrážky. Adspekcí byla posouzena závažnost postižení a byla pořízena fotodokumentace klinických příznaků. Z chovatelských záznamů bylo zjištěno, zda vyrážkou trpěli rodiče sledovaných koní.

Získaná data byla zpracována v programu STATISTICA 12. Mezi roky 2018 a 2019 nebyl zjištěn rozdíl ve výskytu letní vyrážky ani v závažnosti projevu. Nebyl zjištěn významný rozdíl ve výskytu letní vyrážky mezi hřebci (valachy) a klisnami. Vyšší výskyt vyrážky byl zjištěn u koní ustájených v boxech, což je však způsobeno tím, že senzitivní jedinci jsou do boxů umísťováni preventivně, aby se alespoň částečně omezil kontakt s hmyzem. Porovnáním výskytu letní vyrážky u jedinců a jejich rodičů bylo zjištěno, že jedinec má vyšší pravděpodobnost onemocnění, pokud se onemocnění vyskytlo alespoň u jednoho z rodičů. To částečně ukazuje na vliv dědičnosti, který byl již potvrzen v předchozích publikovaných studiích. Vzhledem k nízkému počtu jedinců nebylo však možné v této populaci genetické parametry pro toto onemocnění odhadnout.

Prevalenci letní vyrážky v chovu můžeme snížit vyřazením postižených jedinců z chovu. Tuto nemoc není možné úplně vyléčit, ale pomocí preventivních metod můžeme alespoň snížit závažnost klinických příznaků.

Klíčová slova: kůň, alergie, letní vyrážka, hypersenzitivita, *Culicoides spp.*

Insect bite hypersensitivity occurrence in selected herd of Hucul horses

Summary

The work deals with the seasonal disease of horses, called summer rash and its occurrence in a specific population of Hucul horses. Summer rash is an allergic reaction to stings of *Culicoides spp.* and flies of the genus *Simulium sp.* Allergies are caused by an anticoagulant that this insect lets into the wound during suction. This disease is affected by environmental and genetic factors. It is manifested mainly by strong itching, which leads to scratching and wiping the mane, root of the tail, head and base of the abdomen.

The aim of the work was based on the studied scientific and professional literature to prepare a literary search on the issue. To map, quantify and document the occurrence of summer rash in a selected breed in the Hucul Club in Prague. And also to formulate recommendations that will contribute to the elimination, or at least the reduction of the occurrence of this problem.

The research itself includes the observation of 35 horses in 2018 and 2019. The management of these horses was the same in both years. A total of 13 horses showed signs of summer rash. The severity of the disability was assessed by inspection and photo documentation of clinical symptoms was taken. It was found out from the breeding records that the parents of the monitored horses suffered from a rash.

The obtained data were processed in the STATISTICA 12 program. Between 2018 and 2019, no difference was found in the incidence of summer rash or in the severity of the manifestation. There was no significant difference in the incidence of summer rash between stallions (geldings) and mares. A higher incidence of rash was found in boxed horses, but this is due to the fact that sensitive individuals are placed in the boxes preventively in order to at least partially reduce contact with insects. By comparing the incidence of summer rash in individuals and their parents, it was found that an individual is more likely to have the disease if the disease occurred in at least one of the parents. This partly indicates the effect of heredity, which has already been confirmed in previous published studies. However, due to the small number of individuals, it was not possible to estimate the genetic parameters for this disease in this population.

The prevalence of summer rash in breeding can be reduced by excluding affected individuals from breeding. It is not possible to completely cure this disease, but with the help of preventive methods we can at least reduce the severity of clinical symptoms.

Keywords: horse, allergy, sweet itch, hypersensitivity, *Culicoides spp.*

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce.....	12
3 Literární rešerše	13
3.1 Hucul.....	13
3.1.1 Původ plemene	14
3.1.2 Historie plemene.....	15
3.2 Kůže	15
3.3 Hypersenzitivita	16
3.3.1 Imunita proti ektoparazitům	18
3.4 Letní vyrážka	18
3.4.1 Vznik.....	19
3.4.1.1 Culicoides spp.....	19
3.4.1.2 Vnitřní vlivy.....	20
3.4.1.3 Vnější vlivy.....	21
3.4.2 Klinické příznaky	23
3.4.3 Diagnostika	24
3.4.3.1 Intradermální testování.....	24
3.4.3.2 Bazofilní degranulační test.....	25
3.4.3.3 ELISA.....	25
3.4.4 Prevence	25
3.4.4.1 Insekticidy	26
3.4.5 Léčba	26
3.4.5.1 Krmné doplňky	27
3.4.5.2 Přírodní léčba	28
3.4.5.3 Homeopatie.....	29
3.4.5.4 Specifická alergenová imunoterapie.....	30
4 Vlastní výzkum.....	31
4.1 Metodika	31
5 Výsledky	32
5.1 Statistické vyhodnocení.....	33
5.1.1 Porovnání výskytu letní vyrážky mezi rokem 2018 a 2019.....	33
5.1.2 Souvislost mezi výskytem letní vyrážky a pohlavím	33
5.1.3 Souvislost letní vyrážky se způsobem ustájení.....	34

5.1.4	Analýza závislosti výskytu letní vyrážky u rodičů a potomků	35
6	Diskuze.....	36
7	Závěr	38
8	Seznam použité literatury	39
8.1	Literární zdroje	39
8.2	Internetové zdroje	42
9	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

Letní vyrážka je běžné kožní onemocnění postihující všechny kategorie koní po celém světě. Projevuje se silným svěděním, které koně nutí k neustálému drbání postižených míst až do krve. Kůň trpící tímto onemocněním má hřívu a ocas téměř bez žíní. Na břicho a hlavě má krvavá místa, která mají sklon k zanícení. Koně s vysokým stupněm klinických příznaků není možné normálně využívat k práci. Intenzivní svědění může vyvolat také změnu chování.

Svědění způsobují pakomárci rodu *Culicoides spp.* a muchničky rodu *Simulium sp.* Svědění je alergická reakce na jejich kousnutí, konkrétně na jejich sliny. Tento hmyz je aktivní pouze v teplejších obdobích roku, proto se vyrážce říká letní. Onemocnění je ovlivněno environmentálními i genetickými faktory.

Neexistuje žádná stoprocentně účinná léčba, a proto je důležitá prevence. Nejefektivnější je zabránit kontaktu hmyzu s koněm, a to za využití repelentů, dek proti hmyzu nebo způsobem ustájení. Imunitu koně můžeme podpořit podáváním krmných doplňků nebo bylinek. Alternativní léčebnou terapií je specifická alergenová terapie.

Tímto onemocněním trpí čím dál tím více koní, a proto je důležité informovat chovatele, kteří mohou zabránit rozšiřováním této nemoci správnou plemenitbou.

2 Cíl práce

Cílem této práce bylo na základě vědecké a odborné literatury zpracovat rešerši na problematiku letní vyrážky u koní. Popsat důvody vzniku, klinický obraz, prevenci a léčbu. Jejím záměrem bylo také zformulovat doporučení, která přispějí k eliminaci výskytu této nemoci v chovu.

Cílem druhé části práce bylo zmapovat, kvantifikovat a zdokumentovat výskyt letní vyrážky ve vybraném chovu huculských koní. Na základě vlastního pozorování byly porovnány roky 2018 a 2019. Z rodokmenových záznamů byl posouzen vliv dědičnosti. Ze získaných výsledků byla provedena statistická analýza.

3 Literární rešerše

3.1 Hucul

První zmínka o huculovi pochází z knihy *Hippica* od Mikołaje Dorohostajského z roku 1603 (Pasternak et al. 2020). Toto plemeno vzniklo v Bukovině a ve Východních Karpatech (Łuszczynski & Pieszka 2011). Je vynikajícím příkladem hmotného kulturního dědictví (Pasternak et al. 2020). V době Rakouska-Uherska, do kterého celá oblast původního chovu huculského koně patřila, bylo započato se systematickým chovem huculského koně v polovině minulého století, a to především pro účely armády. Od té doby se vedou záznamy o plemenitbě, právě z této doby také pocházejí nejstarší kmeny huculských koní. V roce 1979 byl huculský kůň zařazen do chráněného genofondu původních a primitivních plemen hospodářských zvířat FAO a v roce 1993 bylo toto plemeno prohlášeno genovou rezervou ČR (ACHHK 2009). Chov huculského koně v České republice je řízen nejen běžným způsobem ze zákona oprávněným subjektem tj. Asociací chovatelů huculského koně (ACHHK), která je současně nositelem oficiální plemenné knihy, ale současně na základě zmíněného programu ochrany genetických zdrojů, který je koordinován garantem programu VÚŽV Uhřetěves (Jelínek 2001).

Samotný název Hucul má původ v rumunském „hoc“ („loupežník“) a „ul“ („ten“). Přípona „ul“ se v rumunštině přiřazuje k příslušnému slovu jako koncovka. Tento národ karpatských horalů zřejmě vznikl v průběhu 17. a 18. století z obyvatel východní Evropy, kteří uprchli před válečnými událostmi do odlehlých částí Karpat. Podle tradice pořádali Huculové loupeživé výpravy do nížin, aby pak na svých drobných houževnatých koních zmizeli i s kořistí v nepřístupných horách (Radvan 2002).

Hucul je méně ušlechtilý, méně harmonický kůň malého, obdélníkového rámce. V kohoutku měří 134–146 cm. Má menší, výraznou hlavu, silnější krátký, vysoko nasazený krk s neznatelným kohoutkem. Zád' je silně skloněná, oblá a kratší. Fundament je suchý, kostnatý a štíhlejší. Rohovina kopyt je velmi tvrdá. Postoje vpředu pravidelné, vzadu často šavlovité (Dušek et al. 1999).

Barvou je zpravidla hnědák nebo plavák všech odstínů. Vyskytují se však i další barvy. Ryzák je méně žádaný. Odznaky jsou nežádoucí. Vyskytuje se výrazný úhoří pruh, někdy oslí kříž a zebrování bérce a předloktí. Srst huculských koní bývá delší, dobře přizpůsobivá nepřízní podnebí, hrubší a hustá (ACHK 2009).

Je dokonale přizpůsobený drsným horským podmínkám. Na svou velikost je neobyčejně silný, vyniká jistým krokem a obratností v terénu (Pasternak et al. 2020). Pro svoji vytrvalost, skromnost, charakterové vlastnosti, pevné zdraví a klidný temperament je zvláště vhodný pro jezdeckou turistiku, rekreaci, výcvik dětí, hipoterapii i lehký záprah (ACHHK 2009). Je to velmi všestranný kůň. Dříve byl hodně využíván v lese při přibližování dřeva (Kholová 2005).

Huculský kůň je po většině velmi dobrého charakteru, psychicky vyrovnaný, klidnějšího temperamentu, uchovávající si přirozené instinkty svého divokého předka. Je dobře krmitelný, skromný a nenáročný. Při dobrém zacházení je učenlivý, pracovitý a vytrvalý. Velká odolnost a konstituční tvrdost se projevují především při nepříznivých životních podmínkách. Nevadí mu nízké teploty, je však citlivý na nedostatek čerstvého vzduchu ve stáji. Díky svým původním instinktům je velmi životaschopný. Plodnost bývá velmi dobrá. Klisny při odpovídající péči dobře zabřezávají, natalita je vysoká a porody většinou bez komplikací. Vývoj hříbat bývá bezproblémový. Patří mezi pozdní plemena dospívající v 5 až 6 letech. Plně výkonným zůstává při dobré péči až do pětadvaceti let, dožívá se třiceti, výjimečně i více let.

Chovným cílem je dosáhnout a upevnit typ malého horského koně v rámci plemenného standardu při zachování dostatečné genetické rozmanitosti a udržitelného stupně příbuznosti, s docílením postupného naplnění čistokrevnosti (ACHHK 2009).

Současné kmeny jsou Goral, Gurgul, Hroby, Oušor a Prislop.

3.1.1 Původ plemene

Huculský kůň je považován za nejcennější koňský materiál v oblasti Karpat a je to jediné autochtonní primitivní plemeno přežívající po staletí v této geografické oblasti. O původu tohoto horského koně se stále jedná. Na jedné straně jsou huculové považováni za výsledek křížení mezi tarpanem a mongolskými domestikovanými koňmi, kteří byli přivezeni do Karpat během migrace národů ze středoasijského regionu. Na druhou stranu je možné, že jsou přímými potomci tarpana, ve skutečnosti představující jeho subpopulaci, která se přizpůsobila podmínkám v horských oblastech. Má se za to, že tito koně mají více společných vlastností s tarpanem než plemeno konik, protože v případě hucula neexistuje křížový jev s jinými plemeny (Georgescu et al. 2011).

Cílem studie Georgescu et al. (2011) bylo srovnání plemene hucul s různými primitivními plemeny z Evropy a Asie za účelem prozkoumání jejich původu. Srovnávací analýza byla provedena na molekulární úrovni analýzou fragmentu z mitochondriální oblasti smyčky D-loop.

Původ hucula je stále sporný, tato studie pouze zdůraznila jedinečnost tohoto plemene. Kdybychom měli rozšířit rozsah molekulárních analýz na jiné linie huculských koní ze zemí, jako je Polsko nebo Slovensko, mohlo by to přispět k rozlišení příslušnosti tohoto plemene k určité skupině koní. Analýza mitochondriální oblasti D-loop naznačuje, že hucul není součástí skupiny koní nordických, protože se zcela odděluje od všech primitivních plemen poníků. Proto výška a morfologické vlastnosti, které podporovaly jeho zařazení do této kategorie, mohou být jednoduše výsledkem přizpůsobení se klimatickým podmínkám v horských oblastech (Georgescu et al. 2011).

3.1.2 Historie plemene

První hřebčín huculských koní byl založen v roce 1856 v Luczině v Polsku (Pasternak et al. 2020). Po 1. světové válce bylo stádo chovných huculských koní z Lucziny rozděleno v rámci válečných reparací mezi nově vzniklé vítězné státy (Československo, Polsko a Rumunsko). Naše republika dostala v r. 1922 celkem 33 chovných huculů. V obou světových válkách utrpělo huculské plemeno střední a východní Evropy obrovské ztráty v bojích, které se po 2. světové válce už nepodařilo nahradit, zvláště když armáda začala být motorizovaná, takže na chovu koní už nebyl tak velký zájem, a to nejen v Československu. Z území někdejšího Sovětského svazu zmizel huculský kůň úplně. Na celém světě zůstalo pouze 300 koní.

První pokus obnovit chov huculských koní podniklo v roce 1950 na Muráňské planině ředitelství Státních lesů v Košicích, ale během dvaceti let toto úsilí ztroskotalo. Proto se do věci vložil Tis (Svaz pro ochranu přírody a krajiny), který v roce 1972 založil tzv. Hucul Club, především aby zachránil zbytky huculského stáda z Muráně. Zprvu obstaral 4 starší huculské klisny a 1 hřebce kmene Gurgul a usídlil je ve vypůjčených prostorách v osadě Zmrzlík v Praze–Řeporyjích. Tento pokus již úspěšný byl a do roku 2000 se celkový počet čistokrevných huculů zvýšil o 1000 jedinců (Leiský 1999).

V roce 1994 v Gładyszówě v Polsku byla založena mezinárodní federace chovatelů huculského koně (HIF) zahrnující všechny členy (země) spojené s chovem huculů. V současné době jsou huculští koně chováni v těchto zemích: Rumunsko, Rakousko, Česká republika, Maďarsko, Slovensko, Ukrajina, Německo a Francie. Mezi členy HIF vstupuje Polsko jako země s největším stádem, a proto v květnu 2003, během oficiálního setkání organizace byla plemenná kniha Polska přijata jako hlavní plemenná kniha huculů (Pasternak et al. 2020).

Obrázek č. 1: 2072 Gurgul Perun (Leiský 2014)

3.2 Kůže

Kůže tvoří anatomickou bariéru a současně působí jako důležitý orgán komunikace mezi zvířetem a vnějším prostředím. Kůže je velmi komplexní orgán, pokrývající prakticky celý povrch těla. Skládá se ze tří hlavních vrstev, a to od povrchu epidermis (pokožka), dermis (škára) a subcutis (podkoží). Epidermis vytváří invaginace do dermis a dává tak vznik strukturám jako jsou chlupové folikuly, potní a mazové žlázy. Z epidermis se též vytváří specializované struktury jako jsou chlupy a rohové pouzdro kopyta.

Existuje celá řada variací kůže, které je nutno zohlednit a odlišit od patologických změn. Rozdíly jsou patrné zejména mezidruhově, mezi plemeny, v závislosti na lokalizaci kůže na těle, osrstění a v důsledku sezónních změn. Tloušťka kůže koně je v průměru 3,8 mm (Rybníček 2002).

Kůže je kromě vysoké účinnosti nescifických bariérových mechanismů vybavena i výkonným imunitním systémem. Za fyziologických podmínek se však ve svrchních vrstvách

kůže nevyskytují lymfatické buňky, a proto není obvykle místem indukce imunitní odpovědi. Po překonání bariérových funkcí se kůže brání pronikající infekci řadou nespecifických i specifických imunitních mechanismů (Toman et al. 2009).

3.3 Hypersenzitivita

Hypersenzitivita je nepřiměřená reakce imunitního systému (alergie), kdy tělu cizí, ale neškodná látka (alergen) vyvolá velmi silnou imunitní odezvu (Hořejší & Bartůňková 2002). Může se jednat o lokální nebo systémovou imunitní reakci s poškozujícími následky zprostředkovanou protilátkami, komplementovým systémem nebo imunokompetentními buňkami (Toman et al. 2009). Alergická onemocnění jsou výsledkem komplexní interakce mezi genetickým pozadím jedince a prostředím, které jej obklopuje (Gutová 2007).

Jako hypersenzitivní je označována reakce vyvolaná konkrétními mechanismy spojená většinou s poškozením tkání nebo patologickou systémovou reakcí. Hypersenzitivita vzniká obvykle až při druhé a další reakci na antigen, protože vyžaduje předchozí senzibilizaci zvířete na daný antigen vytvořením protilátek nebo senzibilizovaných lymfocytů. Alergen je každý antigen, který způsobuje alergické reakce. Kvalitativně ani chemicky se neodlišuje od antigenu vyvolávajícího adekvátní imunitní reakci (Toman et al. 2009). Alergeny jsou většinou látky bílkovinné povahy. Jednoduché nízkomolekulární látky jsou jen částečnými antigeny (hapteny), kompletním antigenem se stanou až v organismu po navázání na bílkovinu (Hořejší et al. 2017).

Hypersenzitivní reakce může být lokální nebo generalizovaná, přechodná bez následků nebo s trvalou ztrátou funkce příslušné tkáně, popř. vedoucí až k smrti (Toman et al. 2009). Alergické reakce lze odlišovat podle poruchy imunitních mechanismů, které alergii způsobily (Hořejší et al. 2017). Pokud jsou protilátky nebo specifické imunitní reakce namířeny proti antigenům vlastního těla, mluvíme o autoimunitě. Pro vznik řady imunopatologických reakcí existuje genetická predispozice (Toman et al. 2009).

Doba před vyvinutím alergické reakce se nazývá refrakterní období. Reakční doba je doba, za jakou se vyvine reakce po styku s alergenem. Šoková tkáň je místo průběhu alergické reakce (Hořejší 2017).

Podle imunologických měřítek je možné rozlišit čtyři typy hypersenzitivních reakcí, které jsou však v klinických případech zpravidla smíšené (Toman et al. 2009).

Tabulka č. 1: Klasifikace hypersenzitivních reakcí dle Coombse a Gella (Toman et al. 2009)

Klasifikace	Reakce	Mechanismus reakce
I. typ	časná, zprostředkovaná protilátkami IgE	Alergen se spojí s IgE vázanými na Fc-receptor žírných buněk a způsobí uvolnění histaminu a dalších časných mediátorů zánětu a umožní vznik prostaglandinů a leukotrienů, které se podílejí na klinických příznacích.
II. typ	cytotoxická	Protilátky IgG nebo IgM navázané přes Fc fragment na buňkách zvířete aktivují komplementový systém, neurofily, makrofágy a některé typy cytotoxických lymfocytů, které způsobí destrukci protilátkami označených buněk.
III. typ	imunitních komplexů	Protilátky IgG nebo IgM v imunitních komplexech s antigenem aktivují imunitní buňky a komplementový systém a způsobí zánět až nekrózu tkáně, v níž jsou imunitní komplexy uloženy.
IV. typ	pozdní, zprostředkovaná buňkami	Senzibilizované Th-lymfocyty se aktivují stykem s antigenem, uvolňují lymfokiny typu Th1, aktivují makrofágy a společně se účastní zánětlivé reakce.

3.3.1 Imunita proti ektoparazitům

Ektoparazitičtí členovci mohou vyvolat patologické příznaky poškozením kůže nebo systémovými účinky. Daleko větší význam však mají ektoparazité jako přenašeči (vektori) patogenů od virů po helminty. Imunitní odpověď hostitele na sání krve ektoparazitem je charakterizována jako kožní bazofilní hypersenzitivita. Pro přenos patogenů jsou důležité imunosupresivní faktory obsažené ve slinách ektoparazitů.

Všichni ektoparazité vypouštějí do rány svoje sliny obsahující antikoagulační faktory, histolitické enzymy, vazodilatační molekuly nebo toxiny. Proteiny přítomné ve slinách jsou potentními imunogeny schopnými vyvolat silnou imunitní odpověď, jež má často charakter hypersenzitivity. Účinek této odpovědi závisí na délce sání. Pokud parazit saje krátce, imunita hostitele se neuplatní (Toman et al. 2009).

3.4 Letní vyrážka

Historicky první zpráva o letní vyrážce u koní byla v roce 1840 ve Francii. Od té doby byla tato nemoc pozorována po celém světě, a to pod různými názvy, jako je *přecitlivělost na hmyzí bodnutí*, *letní dermatitida*, *sweet itch*, *letní ekzém*, *Kasen*, „Queensland itch“ nebo také *přecitlivělost na Culicoides* (Schaffartzik et al. 2012). Je to nejběžnější a nejlépe charakterizované alergické onemocnění u koní na celém světě. Tato nemoc je ovlivněna environmentálními i genetickými faktory (Schurink et al. 2012). Kromě koní byla pospána i u skotu a ovcí (Schaffartzik et al. 2012). Vyskytuje se v teplejších obdobích roku.

Toto onemocnění způsobují zejména pakomárci rodu *Culicoides spp.* a muchničky rodu *Simulium sp.* (Baselgia et al 2006; Hellberg et al. 2009). Tyto druhy se živí krví a aby během sání předešly jejímu sražení, vpustí hned po bodnutí do krve sliny obsahující protisrážlivou látku. Ta je vcelku neškodná; může vyvolat svědění či pálení, které ale za chvíli ustoupí (Švehlová 2012). Kůň však může být na tuto látku alergický. Následná alergická reakce je výsledkem přecitlivělosti na alergeny obsažené ve slinách hmyzu (van der Rijt et al. 2008). Sliny a extrakty z celého těla pakomárků se skládají z mnoha proteinů, které mohou vázat IgE od koní postižených letní vyrážkou. Zdá se, že každý kůň postižený letní vyrážkou má svůj vlastní IgE-afinitní vzorec pro různé proteiny *Culicoides spp.*, což naznačuje, že více alergenů hraje roli v hypersenzitivě na hmyzí bodnutí a že se mohou lišit mezi alergickými koňmi. (van der Meide 2013).

Konkrétně se jedná o alergickou reakci typu I (časná hypersenzitivita) nebo typu IV (pozdní hypersenzitivita).

Hypersenzitivita I. typu je zprostředkována protilátkami typu IgE. Jakmile se alergen naváže na molekulu IgE, dochází k uvolnění mediátorů zánětu z žírných buněk a bazofilních granulocytů (serotonin, histamin a adenosin) a zahajuje se tvorba leukotrienů a prostaglandinů. Tyto látky pak mají na svědomí lokální příznaky alergické reakce nebo v závažnějších případech až anafylaktický šok.

Hypersenzitivita IV. typu, zvaná pozdní, je zprostředkována buňkami. Maximální reakce nastává po 24–72 hodinách po vystavení zvířete alergenu. Hlavní úlohu v mechanismu hypersenzitivity IV. typu hrají T-lymfocyty, které po aktivaci alergenem produkují cytokiny, a to zejména interferon-gama, TNF- α (faktor nekrotizující tumory) a interleukin 2. Tyto látky přitahují makrofágy, které produkují v místě bodnutí enzymy, jež mají na svědomí destrukci tkání a následně vznik zánětu (Hořejší & Bartůňková 2002; Toman et al 2009).

Postižení mohou být koně jakéhokoli pohlaví, věku a plemene, zdá se však, že více bývají postižena severská plemena pony než velcí koně (van den Boom 2008). Nástup nemoci je mezi 2.–4. rokem života (Meulenbroeks 2015). S rostoucím věkem mají klinické příznaky tendenci zvyšovat svou závažnost (Jahn & Koudela 2008).

Intenzivní svědění může způsobit výraznou změnu chování koně (Švehlová 2015). Těžce postižení koně nemohou být plně jezdecky využívání, protože není možné je osedlat.

Prevalence je v oblastech Spojeného království 3–11,6 %, v Německu 37,7 %, v Nizozemsku 0–71,4 % a v Austrálii 0–60 %. U islandských koní vyvezených z Islandu je prevalence 50 % (van der Meide 2013; Meulenbroeks 2015).

3.4.1 Vznik

Letní vyrážka je komplexní problém zahrnující vnější i vnitřní faktory.

Vnitřní faktory, které ovlivňují vznik a rozvoj onemocnění jsou: genetická predispozice, úroveň metabolismu, stav imunitního systému, věk, jiná onemocnění, celková kondice a dlouhodobý stres.

Vliv mají i faktory vnější: krmění (nesprávný management a krmění koní narušuje mimo jiné rovnováhu střevních mikroorganismů, následkem čehož dochází i ke změnám celkového metabolismu koně), způsob ustájení, druh podestýlky, prostředí, roční období, způsob využití koně a management odčervování (van den Boom et al. 2008).

Endogenní produkce IgE u koní začíná ve věku 6 měsíců a zvyšuje se během dalších tří let. Kromě toho je největší riziko získání letní vyrážky u koní narozených v místě výskytu *Culicoides spp.* ve třetím roce jejich života. Nejdřívější symptomy byly hlášeny ve věku asi 14 měsíců (van der Meide 2013).

Nedávné studie naznačují, že letní vyrážka může být způsobena také nerovnováhou mezi imunitní odpovědí Th2 lymfocyty a regulačními T-lymfocyty (Schaffartzik et al. 2012).

3.4.1.1 Culicoides spp.

Culicoides spp. jsou malý, kousavý hmyz o velikosti 1-3 mm, který patří do čeledi Ceratopogonidae (Grassi, 1900). Existuje více než 1 400 různých druhů. Živí se krví získanou ze

savců a ptáků. Jsou aktivní zejména při západu a východu slunce během letních měsíců. V odpoledních hodinách a v noci jsou pozorováni málo nebo vůbec. Nejlepší jsou pro ně teplé, suché a bezvětřné dny (Meulenbroeks 2015; Jahn & Koudela 2008; van der Rijt et al. 2008). Vyskytují se ve vlhkých oblastech. Jejich štípnutí je velmi bolestivé (Wintzer 1999). Vyskytují se na celém světě, kromě Antarktidy, Nového Zélandu a Islandu (van der Meide 2013).

Samičky pro vývoj vajíček vyžadují nasátí krve. Vajíčka jsou kladena ve skupinách nebo jednotlivě, v závislosti na druhu buď na vodní hladinu, nebo do vlhké půdy. Larvy jsou beznohé a živí se rostlinnou a živočišnou potravou a organickými zbytky. Larvální vývoj závisí na teplotě a trvá okolo 2 měsíců. Zimu přetrvávají pakomárci ve stádiu larvy či vajíčka (Jahn & Koudela 2008).

Nejčastějšími druhy rodu *Culicoides spp.* vyskytujících se u koní jsou *Culicoides obsoletus* (Meigen, 1818), *Culicoides impunctatus* (Goetghebuer, 1920), *Culicoides pulicaris* (Linnaeus, 1758) a *Culicoides dewulfi* (Goetghebuer, 1936). Protože *C. obsoletus* je nejhojnější *Culicoides spp.*, který je přitahován koňmi, může to znamenat, že *C. obsoletus* je jedna z primárních příčin výskytu letní vyrážky po celém světě (Meulenbroeks 2015). Může existovat zkřížená reaktivita mezi různými druhy pakomárků (van der Rijt et al. 2008).

Culicoides spp. jsou vektory pro řadu virů nemocí jako je například africký mor koní nebo katarální horečka ovcí. Kromě toho mohou přenášet škodlivé prvky a filariální červy postihující savce a ptáky (van der Meide 2013).

Van der Rijt et al. (2008) ve své studii zjistili, že zdraví koně přitahovali pakomárky o něco více než koně postižení letní dermatitidou.

Obrázek č. 2: *Culicoides obsoletus* (van der Rijt et al. 2008)

3.4.1.2 Vnitřní vlivy

3.4.1.2.1 Genetické predispozice

Letní vyrážka je podmíněna geneticky, ale hlavně závisí na prostředí, kde jsou koně chováni. Přesný mechanismus dědičnosti není znám, ale výsledky studií naznačují, že se jedná o polygenní, autozomálně recesivní mechanismus, který je častěji způsobován hřebci. Expresí nemoci je ovlivněna více než dvěma geny (Rášková & Čitek 2013). V posledních studiích byla dědivost odhadována v rozmezí od 0,08 do 0,30 (Schaffartzik et al. 2012).

Cílem studie Shurink et al. (2011) bylo prozkoumat vliv matky na vznik letní vyrážky a odhadnout dědivost a opakovatelnost v populaci holandských fríských koní. Průměrný odhad heritability byl 0,16 u modelu s mateřským efektem a 0,19 u modelu bez mateřského efektu. Odhad dědivosti v pozorovaném měřítku závisí na prevalenci letní vyrážky v populaci.

Opakované pozorování 310 chovných klisen ukázalo, že 78,7 % klisen mělo podobné klinické příznaky letní vyrážky v letech 2004 a 2008., 14,9 % klisen bez klinických příznaků v roce 2004 mělo v roce 2008 příznaky.

Mateřský efekt se významně lišil od 0 a tvořil 17 % rozptylu, což je ve velikosti srovnatelné s variací vysvětlenou genetickými faktory. Možné příčiny mateřského efektu

mohou souviset s mateřskými vlastnostmi, jako je přenos různých imunologických látek pomocí kolostra. Důležitou roli hrají také enviromentální aspekty v průběhu raného života jedince, jako je výskyt alergenů v místě nebo organizace chovu (ustájení, krmení, výběr jedinců do chovu). Citlivost na alergie je vysoce ovlivněna událostmi, které se přihodí v rané fázi života.

Mateřské IgE protilátky proti *Culicoides spp.* se pasivně přenášejí z klisen postižených letní vyrážkou na jejich hříbata přes kolostrum. Avšak, důsledky přenesení mateřského IgE jsou neznámé (Shurink et al. 2011).

I když je možný výběr proti letní vyrážce, tradiční chovatelský program založený pouze na bodování klinických symptomů je neefektivní. Je nutné spolehlivě odhadnout genetický potenciál hřebců. Nicméně testování potomků výrazně prodlužuje generační interval, protože potomci musí být minimálně tři roky staří a musí být vystaveni pakomárům rodu *Culicoides spp.* Genomické informace mohou určit genetický potenciál jednotlivce spolehlivěji, v mladším věku a nezávisle na přítomnosti pakomárů. Zahrnutí genomických informací ve šlechtitelském programu proti letní vyrážce zlepší výběr jedinců a tím sníží počet postižených koní rychleji ve srovnání s tradičním šlechtitelským programem testování potomků (Shurink 2011).

Byla prokázána familiární predispozice k nemoci, s výjimkou MHC (Major Histocompatibility Complex) dosud nebyly identifikovány příslušné geny (Vychodilová et al. 2013). MHC je genetický systém, který je primárně zodpovědný za rozeznávání vlastních látek od cizorodých (Toman et al. 2009). Mechanismy vedoucí k náchylnosti nebo rezistenci na letní vyrážku nebyly dosud zcela objasněny. Genetická studie Lazary et al. (1994) prokázala, že koně z některých rodin nebo určitá plemena jsou citlivější než ostatní.

Je několik způsobů detekce genů, které přispívají k odolnosti nebo náchylnosti onemocnění. Celogenomové asociační studie (GWAS) využívají velké počty anonymních SNP distribuovaných přes genom, které jsou často používány pro tento účel (Laitinen, 2002; Schurink 2012). Protože ne vždy umožňují identifikaci specifických genů, mohou být kandidátní genové studie užitečným zdrojem (Vychodilová et al. 2013).

3.4.1.3 Vnější vlivy

Koně využívaní pouze v chovu měli nejvyšší výskyt letní vyrážky (71 %), což je výrazně vyšší než u koní využívaných ve sportu (52 %) a u koní bez definovaného použití (38 %). U koní využívaných ve sportu nebyl statisticky významný rozdíl v incidenci letní vyrážky mezi koňmi používanými pro drezúru (51 %), parkurové skákání (46 %) nebo pro spřežení (56 %). Rozdíl v incidenci mezi koňmi využívanými pro rekreační ježdění (58 %) a společníky (63 %) byl také bezvýznamný.

Koně s nejnižší frekvencí odčervování (1–3 x za rok) měli signifikantně vyšší výskyt letní vyrážky než ti častěji odčervováni. Koně, kteří byli odčerveni více než jedním typem pasty, měli výrazně nižší výskyt než ti, kteří byli ošetřeni pouze jedním typem.

Koně chovaní na slámě nebo bez podestýlky (nic, nebo gumové rohože) měli výrazně nižší výskyt letní vyrážky než koně ustájení na hoblinách nebo jiných materiálech podestýlky. Frekvence odstraňování hnoje neměla žádný vliv (van den Boom et al. 2008).

3.4.1.3.1 Vliv prostředí a klimatu

Na organismus zvířat a jejich imunitní systém působí celá řada negativních vlivů vnějšího prostředí. Fyzikální vlivy mají většinou charakter stresorů a organismus na ně odpovídá příslušnou reakcí. Negativní vliv na imunitní systém mají i cizorodé látky, jejichž počet, koncentrace, a tím i jejich vliv na imunitní systém se neustále zvyšuje. Působení negativních faktorů způsobuje mimo jiné i potlačení některých imunitních funkcí. Jedná se o důsledek dlouhodobého stresu, který vede ke snížení odolnosti zvířat (Toman et al. 2009).

Letní vyrážka je podmíněna geneticky, ale hlavně závisí na prostředí, kde jsou koně chovaní (Shurink et al. 2011). Výskyt této nemoci je logicky podmíněn hlavně tím, zda se na daném místě vyskytují pakomárci rodu *Culicoides spp.* nebo ne. *Culicoides spp.* se vyskytují na všech kontinentech kromě Antarktidy (Meulenbroeks 2015). Na některých místech je jejich výskyt větší a na některých naopak menší. Pakomárci se zdržují v blízkosti stojatých vod, jako jsou například rybníky, mokřiny, bažiny ale i zdroje vody pro koně, kde voda neproudí ale stojí (Satinská 2017). Nevyskytují se vysoko v horách (nad 800 m. n. m.) nebo u moře (Švehlová 2015).

Koně narození na Islandu nejsou v rané fázi života vystaveni pakomárům rodu *Culicoides spp.*, a tak si nevytvoří protilátky. Koně dovezení do míst s výskytem těchto pakomárů pak mají větší riziko propuknutí vyrážky (Eriksson et al. 2008; van der Meide 2013; Jonsdottir et al. 2015). Imunita vůči letní vyrážce se získává v průběhu prvních deseti měsíců po narození. U těchto koní se riziko vývoje letní vyrážky zvyšuje s věkem při dovozu, což naznačuje, že imunitní systém postupně ztrácí schopnost přizpůsobit se novým alergenům. Islandští koně narození v zemi, kde se vyskytují *Culicoides spp.* se nezdají být náchylnější k rozvoji letní vyrážky ve srovnání s jinými plemeny (Meulenbroeks 2015; van der Meide 2013).

Klima má také silný vliv na prevalenci nemoci. Biotopy s jílovitou půdou, vegetací tvořenou vřesem a dřevinami s teplým a suchým klimatem včetně nízké rychlosti větru jsou oblasti, které zvýhodňují šíření hmyzu sajícího krev (Schaffartzik 2012). *Culicoides spp.* nejsou schopni tolerovat rychlost vzduchu větší než 5 až 6 km/h, a proto přemístění koně na větrné místo může přinést výrazné zlepšení (Knottenbelt 2002).

Van Grevenhof et al. (2010) popsali ve své studii vliv environmentálních faktorů na prevalenci letní vyrážky u shetlandských poníků a fríských koní v Nizozemsku. Údaje o 3284 shetlandských a 2824 fríských klisnách byly shromážděny v Nizozemsku na základě 90 regionů podle poštovních směrovacích čísel. Pro každou oblast byly shromážděny klimatické složky, množství srážek, počet teplých dnů, počet chladných dnů a biotopové složky typu půdy a

vegetace. Prevalence letní vyrážky byla v každém regionu jiná. Výsledky ukázaly, že prostředí s nízkou prevalencí letní vyrážky mělo velké množství srážek mnoho chladných dnů a málo teplých dnů za rok. Stanoviště s nízkou prevalencí letní vyrážky byla založena podél pobřeží. Stanoviště se vzrůstající prevalencí letní vyrážky měla hliněné půdy s vřesem a dřevinami. Fríské klisny měly vyšší prevalenci letní vyrážky než klisny shetlandské, což by mohlo naznačovat vliv genetického pozadí.

3.4.1.3.2 Vliv výživy

Výživa má na imunitní funkce významný vliv. Prostudovány jsou zejména účinky stopových biogenních prvků a vitaminů. Jejich nedostatek vyvolává výrazné poruchy funkcí imunitního systému na nejrůznějších úrovních. Saturace jejich fyziologické potřeby a v některých případech i jejich podávání v dávkách převyšujících fyziologické požadavky vede k posílení obranyschopnosti organismu. Proto lze některé z těchto látek použít i k cílené imunostimulaci.

Většina experimentálních prací a klinických sledování prokázala úzký vztah mezi stavbou a funkční aktivitou imunitního systému a saturací organismu základními živinami. Tento vztah hraje významnou roli zejména v ontogenezi. Jednou z nejčastějších příčin získaných imunodeficitů jsou právě chyby ve výživě, popř. malnutrice. Malnutrice může být způsobena patologickými procesy ve střevě nebo nedostatečným nebo nevyrovnaným příjmem živin. Malnutrice poškozující aktivitu imunitního systému lze dělit na protein-kalorickou malnutrici (snížený přísun základních živin) a malnutrici vyvolanou nedostatkem jednotlivých živin (vitaminy, stopové prvky, nenasycené mastné kyseliny, nukleotidy a aminokyseliny) (Toman et al 2009).

Tato kožní alergická reakce je úzce spjatá se zdravím trávicího aparátu, a tedy i s krmením. Mělo by se omezit krmení bohaté na bílkoviny (např. bohatá jarní tráva, vojtěška) a sacharidy (jadrná krmiva), aby se organismus dostal do metabolické rovnováhy (Švehlová 2012; 2015; Equitum 2016). Je vhodné vybírat krmení snadno stravitelné a doplnit krmnou dávku o vlákninu (Satinská 2017; Equitum 2016). Energetické krmení by se mělo podávat pouze v případě, kdy je potřeba dodat energii na výkon nebo růst (Švehlová 2012; 2015) Nadměrný přísun bílkovin způsobuje zvýšené pocení, kůň pak více láká bodavý hmyz (Satinská 2017).

3.4.2 Klinické příznaky

Projevuje se především silným pruritem, který vede ke škrábání a otírání postižených míst a tím k lámání chlupů. Chlupy ocasu jsou neúhledné, lámou se a ocas se ztenčuje. Na kůži je papulózní ekzém, který často způsobuje výraznou exsudaci. Jeho vysycháním, slepováním se špínou a šupinami vzniká krustozní ekzém (Wintzer 1999). Kožní změny pozorujeme v oblasti kořene ocasu, hřívý, hlavy, krku, na spodní straně břicha a hrudníku, kolem uší nebo v

mezinoží (Knottenbelt 2002). Silný pruritus provokuje škrábání a otírání, čímž vznikají hluboká poranění, do kterých se můžou dostat bakterie a ty vyvolají sekundární hnisavou dermatitidu. Opakovanými recidivami vzniká chronická dermatitida se zhrubnutím kůže, hyperpigmentací a ztrátou srsti (Wintzer 1999). Stav se zhoršuje při pobytu venku a působením potu, prachu a jiných nečistot. Při dlouhodobém dráždění mohou zvířata ztrácet hmotnost (Knottenbelt 2002).

Na podzim, kdy se hmyz vytratí a teploty vzduchu klesnou, se kožní změny začnou hojit a zarůstat srstí, aby další rok s přiletem hmyzu celý cyklus vypukl nanovo a často ještě intenzivněji (Švehlová 2015). V závažných chronických případech mohou klinické příznaky přetrvávat i v zimě (Schaffartzik et al. 2012).

Obrázek č. 3: Typické klinické příznaky (Phillips 2019)

3.4.3 Diagnostika

Diagnostika přecitlivělosti na kousnutí hmyzem se zakládá na pozorování klinických příznaků v kombinaci s dobře zdokumentovanou anamnézou a vyloučení jiných příčin svědění. V chladnějších měsících, kdy se klinické příznaky nevyskytují je diagnóza složitější, a tak je zapotřebí použít diagnostický test (van den Meide 2013).

Diagnostické testy lze rozdělit na intradermální kožní testování, test degranulace bazofilů a na serologické testy (ELISA), které měří množství alergen-specifického IgE v séru. Tyto testy se provádějí s nestandardizovanými surovými alergenovými extrakty z *Culicoides spp.* nebo někdy ze *Simulium spp.* což vede k nespolehlivým, anebo špatně opakovatelným diagnostickým testům (van den Meide 2013). Nevýhodou je, že ve skutečnosti je mnoho postižených koní alergických na více než jeden druh hmyzu (van der Rijt et al. 2008).

3.4.3.1 Intradermální testování

Intradermální testování se používá u koní mnoho let pro stanovení senzibilizace kožních mastocytů pomocí *Culicoides spp.* specifického IgE. Degranulace žírných buněk je hodnocena po injekčním vpravení alergenu/alergenů, pozitivní kontroly (histamin) a negativní kontroly pozorováním a měřením změn v místě vpichu po určitých časových intervalech. Pokud je kontrola pozitivní, tak se v místě vpichu vytvoří bulka (viz obr. č. 4).

Intradermální testování pomocí extraktů z *Culicoides spp.* nebo *Simulium sp.* má ve většině případech vysokou citlivost a specifčnost. Byly ale hlášeny i případy, kdy tomu bylo naopak. Toto testování má i řadu známých nevýhod. Výsledky mohou být obtížně interpretovatelné, opakovatelnost testu byla označena jako špatná. Kromě toho, pokud jsou alergeny injikovány příliš hlubokou, mohou dráždit a vyvolat falešné pozitivní reakce. Mohou vést i k senzibilizaci. In vitro testování je mnohem vhodnější, protože odebrání vzorku krve je snazší a pohodlnější jak pro veterináře, tak pro koně (van der Meide 2013).

3.4.3.2 Bazofilní degranulační test

Bazofilní degranulační test, také nazývaný test uvolňování histaminu (HRT), se provádí na vzorcích krve, na základě uvolnění mediátoru z bazofilů z periferní krve. Stejně jako intradermální kožní test určuje senzibilizaci alergen-specifickým IgE a může tak pro něj být jako alternativou. Dva testy uvolňování histaminu, funkční in vitro test (FIT) a test stimulace buněčného antigenu (CAST), byly testovány s extrakty z *Culicoides spp.* a *Simulium sp.* pro diagnostiku letní vyrážky (van der Meide 2013).

3.4.3.3 ELISA

ELISA test je zkratka pro anglický název enzyme-linked immunosorbent assay. Je to jeden z nejcitlivějších testů pro detekci protilátek na bázi imunoenzymatické reakce, který je také možné použít na zjištění antigenu. Tento test využívá schopnosti umělých hmot vázat proteiny a možnosti vázat enzymy na Fc fragmenty imunoglobulinových molekul (Toman et al. 2009). Metodu ELISA lze využít v několika různých uspořádáních (Vlachová 2019). Používá se přímá, nepřímá, sendvičová nebo kompetitivní ELISA.

3.4.4 Prevence

Účinná terapie zatím neexistuje, takže nejdůležitější součástí léčby je prevence. Cílem preventivních metod je snížit vystavení koní vůči *Culicoides spp.* způsobem ustájení, použitím deku a insekticidů proti hmyzu (Meulenbroeks 2015). Také podáváme koni adekvátní krmení (Satinská 2017). Viz kapitola Vliv krmení.

Kůň by měl být ve stáji v tu denní dobu, kdy je bodavý hmyz neaktivnější. Okna stáje by měla být chráněna sítkami s velmi malými oky (Knottenbelt 2002). Pokud chceme dát koně na pastvu, je důležité chránit ho dekou. Jedná se o speciálně šitou deku, která zakryje celého koně, včetně krku, břicha a ocasu (O'Brien 2009). Musíme chránit i jeho hlavu a uši, a to s pomocí masky proti hmyzu.

Je třeba pečovat o prostředí, kde se kůň vyskytuje. Hmyz se líhne ve stojatých vodách. Je tedy potřeba dbát na čistotu žlabů, napáječek a omezit přítomnost stojaté vody. Při výběru ustájení pro koně postiženého letní vyrážkou je dobré všimnout si přítomnosti rybníků, mokřin a bažin. Péče o pastviny zahrnuje pravidelný úklid trusu, tyto koně se doporučuje pást spíše na nízkém pastevním porostu (Satinská 2017). Hnojiště a kompost udržujeme daleko od koní (Švehlová 2012).

Aby se snížila prevalence letní vyrážky v populaci, nesmí jí být postiženi plemenní hřebci. Výskyt letní vyrážky u chovných klisen je do jisté míry tolerován, ale jejich potomci nesmí být

nikdy využívání jako plemeníci. Je nutná kontrola dědičnosti, plemeníci s potomky pozitivními na letní vyrážku by měli být vyřazeni z chovu (Rášková & Čítek 2013).

3.4.4.1 Insekticidy

Na koně používáme insekticidy, např. na bázi pyrethrinů nebo pyrethroidů. To, jak často budeme přípravek aplikovat, závisí na druhu výrobku i na podmínkách prostředí. Insekticidní spreje se aplikují na suchou a chladnou kůži – tím se minimalizuje riziko vzniku alergické reakce na látky obsažené v přípravku, protože vstřebání kůží je v tomto případě sniženo (Švehlová 2015). Insekticidy aplikujeme na místa, kde se vyrážka na těle vyskytuje. Insekticidy jsou mnohem účinnější, je-li hřívá ostříhaná a žíně na kořeni ocasu přistřižené – nikdy však nesmíme aplikovat na zanícenou kůži (O'Brien 2009). Ke hřívě, ocasu nebo ohlávce se mohou připravit štítky impregnované insekticidem (Švehlová 2015). Insekticidy můžeme ošetřovat i zdi stáje (Satinská 2017).

Obyčejné repelenty, zejména založené na éterických olejích (citronela, tea tree) jsou obecně nepoužitelné a mají příliš krátkou účinnost. Repelenty s obsahem DEET (N, N-diethylmetatoluamid) jsou mnohem účinnější, ale musejí se nanášet přinejmenším dvakrát denně. (O'Brien 2009).

3.4.5 Léčba

Aktuálními léčebnými strategiemi jsou hlavně preventivní metody. Jejich cílem je snížit vystavení *Culicoides spp.* způsobem ustájení, anebo použitím příkrývek a repelentů proti hmyzu. V současné době neexistují plně účinné metody léčby nebo prevence (van der Meide 2013; Meulenbroeks 2015).

K potlačení alergické reakce se používají imunosupresivní látky, jako kortikosteroidy, antihistaminika nebo cyklosporin. Tyto látky dostanou alergii pod kontrolu, ale jediným způsobem, jak alergii lze vyléčit, je imunoterapie. Na trhu jsou dostupné různé krmné doplňky a masti, ovšem studie na koních užívajících tato ošetření ukázaly různé výsledky (van der Meide 2013).

Při symptomatické léčbě jsou nejčastěji používána antihistaminika. Blokují receptory histaminu, jejich účinnost je nejlepší, pokud se podávají před alergenní expozicí. Jsou často kombinována s léčivými, která inhibují uvolnění mediátoru zánětu, nebo která anulují jejich efekt.

Kortikosteroidy ovlivňují degranulaci žírných buněk stabilizací jejich membrán. Patří do skupiny léků inhibujících tvorbu mediátorů zánětu (Toman et al. 2009).

3.4.5.1 Krmné doplňky

Na trhu existuje komplexní krmivo přímo pro koně trpící letní vyrážkou. Obsahuje složky, které mají pozitivní vliv na stav kůže a také způsobují menší atraktivnost koně pro hmyz (Satinská 2017).

3.4.5.1.1 Vitaminy a stopové prvky

Vitaminy jsou biogenní látky, z nichž mnohé jsou rovněž nezbytné k bezchybnému výkonu imunitního systému. Vitaminy E, A, C, ale i další, mohou mít v dávkách vyšších, než jsou fyziologické, výrazné imunostimulační účinky.

Vitamin A (retinol), beta-karoten, retinoidy mají kromě významného antioxidačního působení i další specifitější imunoregulační účinky. Funkce imunitního systému stimuluje velmi výrazně tím, že zasahuje do regulačních procesů v imunokompetentních buňkách. Podporuje i tvorbu specifických protilátek.

Vitaminy skupiny B. Deficience vitamínu B₆ vede k poškození tymu, zhoršuje cytotoxickou aktivitu Tc-buněk, reakci oddálené přecitlivělosti, proliferační aktivitu T- a B-lymfocytů. Nedostatek vitamínu B₁₂ má za následek atrofii tymu, pokles počtu T-lymfocytů a zhoršení cytotoxické odpovědi i některých protilátkových odpovědí. Deficience kyseliny pantotenové má za následek zhoršení protilátkové odpovědi na některé antigeny.

Vitamin C. Jeho deficience má za následek větší vnímavost k bakteriálním a virovým infekcím.

Vitamin D a jeho aktivní forma kalcitriol reguluje diferenciaci a proliferaci buněk imunitního systému. Kalcitriol je také secernován aktivovanými makrofágy, zvyšuje jejich baktericidní aktivitu a schopnost prezentovat antigen, a pomáhá tak spouštět imunitní odpověď. Je to jeden z nejvýznamnějších regulátorů rovnováhy mezi oběma typy Th imunitní odpovědi.

Vitamin E (tokoferol) má imunomodulační účinky. Podporuje tvorbu protilátek zasahováním do aktivit Th-lymfocytů, stimuluje fagocytární aktivitu a zvyšuje nespecifickou odolnost proti infekci.

Selen. Zvířata ošetřena selenem zvyšují svoji nespecifickou odolnost proti řadě infekčních onemocnění.

Zinek je znám svým protizánětlivým účinkem spočívajícím rovněž v účasti při některých antioxidačních dějích. Zinek ovlivňuje imunitní systém i přímým působením na jeho buňky.

Železo. Vztah tohoto prvku k imunitním funkcím a infekci je ambivalentní, protože na jedné straně je nezbytný pro výkon řady buněčných a imunitních funkcí, ale na druhé straně jeho nedostatek inhibuje růst většiny patogenních bakterií. Nadbytek naopak vede k poškození buněk v důsledku nadměrné peroxidace. V tomto smyslu je antagonistou vitamínu E a selenu (Toman et al. 2009).

3.4.5.1.2 Nenasycené mastné kyseliny

Z imunologického hlediska zvláštní postavení zaujímají nenasycené mastné kyseliny – PUFA (z angl. Polyunsaturated fatty acids), neboť jsou metabolickými prekurzory membránových fosfolipidů a výsledně i prostaglandinů a leukotrienů. Tímto způsobem zasahují do všech mechanismů přirozené i specifické imunity. Jsou proto využívány k prevenci, terapii i imunodulaci.

Existují dva zdroje PUFA: **ω -3 nenasycené mastné kyseliny** (jsou zdrojem protizánětlivých prostaglandinů 3 a hydroxieikosapentaenové kyseliny inhibující účinky protizánětlivého leukotrienu B₄) a **ω -6 nenasycené mastné kyseliny** (přes další meziprodukty jsou zdrojem kyseliny arachidonové, jež je prekurzorem pro celou řadu prozánětlivých prostaglandinů a leukotrienů). Důležitý je jejich vyvážený poměr (Toman et al. 2009).

Studie O'Neill et al. (2002) prokázala, že přidávání krmných doplňků s obsahem nenasycených mastných kyselin, především omega 3 (např. ze lněného semínka) může pomoci eliminovat projevy letní vyrážky. Tento efekt byl pozorován v případě krmení celého lněného semene, ale ne při zkrmování lněného oleje.

3.4.5.2 Přírodní léčba

Podpurný vliv může mít i podávání bylinek. Některé můžeme přidávat do krmení a některé můžeme i lokálně aplikovat na postižená místa – připravit z nich čaj nebo odvar a kožní léze jimi omývat (Satinská 2017).

Pomoci může každodenní omývání jablečným octem, čajovým olejem nebo odvarem z heřmánku a měsíčku. Prospěšný je i odvar nebo čaj z kopřiv. Na lupy v hřívě nebo ohonu dobře zabírá olej z lopuchových kořenů. Jsou-li malá místa strupovitá nebo otevřená, můžeme je ošetřovat olejem. Pupálkový, avokádový a meruňkový olej, olej z lopuchových kořenů a aloe zmírňují svědění a odstraňují strupy.

Pohanka pomáhá alergikům proti svědění. Do krmiva přidáváme asi 30 g.

Levandulové květy rozvěšené po stáji zapuzují hmyz. Ještě účinnější je spolu s česnekem, jehož vůni přitom potlačují. Levandulový olej tiší bolest, má antibakteriální účinek a podporuje růst nových buněk. Jelikož má velmi mírný účinek, může se na kůži nanášet v malých množstvích čistý. Po bodnutí hmyzem znamená levandulový olej rychlou pomoc.

Olej z Kajeputu střídavolistého, známější pod názvem tea tree lze smíchat s různými nosiči, a tak vytvořit mast. Po nanesení na postižená místa koni uleví od svědění a pomáhá při léčbě. Dokonce i samotný hmyz odpuzuje.

Zelený čaj při zevním použití aktivuje všechny přirozené funkce kůže. Zvláště se doporučuje při suché, podrážděné, citlivé a alergicky reagující kůži. Koně čajem omýváme (Wittek 2008).

3.4.5.3 Homeopatie

Homeopatie jako ucelené léčebná metoda je stará přibližně 200 let. Základním zákonem tohoto přístupu k nemoci je pravidlo podobnosti (*similia similibus curantur* = podobné se léčí podobným). Samuel Hahnemann řekl: „Každá látka, která je schopná vyvolat u zdravého a citlivého jedince nějaké příznaky, musí být schopna je léčit u jedince nemocného“. To znamená, že substance, která má schopnost vyvolat určitý stav rozladění organismu, má také schopnost léčit tento stav, odstranit nemoc se shodnými příznaky.

Pro nalezení správného homeopatického léku je důležité co nejvíce poznat pacienta. Homeopat o něm musí vědět naprosto vše. Prostředí, ve kterém žije, jeho postavení ve stádě, záliby, strachy, chutě a nechutě, reakce na okolí, prodělané nemoci a jejich léčba (Macleod 2002).

Cílem homeopatického léčení je stabilizace alergického onemocnění. Homeopatie aktivuje vlastní léčivé schopnosti organismu. Dochází k výraznému zlepšení stavu, nebo k úplnému vymizení příznaků onemocnění. Při případném dalším zhoršení není již potřeba použití kortikoidů a vystačíme si většinou s homeopatikami nebo bylinkami.

Na homeopatickou léčbu příznivě reagují téměř všichni koně, přičemž zlepšení jejich stavu je často o 80 i více procent. Frekvence podávání homeopatik je různá, v období akutních problémů několikrát denně, v období klidu 1x za týden nebo měsíc. Lék se podává podle doporučení lékaře rozpuštěný v plátku jablka, vody nebo se nasype do napáječky. Během léčby chovatel často zjistí, že se kůň zlepšil i po jiných stránkách – je klidnější, pracovitější, je lépe krmitelný, nebo naopak nemá už takové sklony k obezitě.

Nejvhodnější pro začátek homeopatické léčby koní postižených letní vyrážkou je několik týdnů před objevením se obtížného hmyzu (většinou během března). Nejdřív se začne s podáváním konstitučního homeopatika (lék na míru každému koni). V období výskytu hmyzu se přidávají protisvědivé a protizánětlivé homeopatické léky na potlačení zánětu a svědivosti kůže (Seitlová 2011).

3.4.5.3.1 Homeopatické léky

Ledum palustre 9/15 CH 1–7x/týdně – má repelentní účinek, takže do určité míry odpuzuje hmyz. Je vhodný při bodných poraněních. Pokud k poštípání dojde, rychleji se pupenec zahojí a nesvědí tak dlouho.

Poumon histamine 15/30 CH 1–7x/týdně – homeopatické antihistaminikum.

Apis mellifica 30 CH 3–7x/den – je homeopaticky naředěná včela, proto je vhodná zejména po štípnutí včelou nebo u otoků, které včelí štípnutí připomínají. Otok je tvrdý, růžový, bolestivý, pomůže studený obklad. Je to lék s krátkodobým účinkem, proto je třeba podávat často (v akutním stavu klidně každých 15 minut).

Graphites 9/15 CH 1x denně – kožní léze jsou potaženy medově zbarvenou tekutinou, zejména v kožních záhybech. Vhodný hlavně pro pomalejší, podsaditá zvířata (Paulů 2009).

Další léky, které pomáhají při letní vyrážce jsou **Arsenicum album** (Kysličník arzenatý), **Kali arsenicum** (kyselina arzenová a uhličitán draselný), **Malandrium** a **Variolinum** (Macleod 2002).

3.4.5.4 Specifická alergenová imunoterapie

Imunoterapie známá také pod názvy desenzibilizace nebo hyposenzibilizace (Schmidt 2013) může být pro koně trpící letní vyrážkou alternativní léčebnou terapií. Jedná se o snížení specifické vnímavosti opakovanými a postupně narůstajícími dávkami alergenu (Toman et al. 2009). Dosud bylo provedeno jen několik pokusů s *Culicoides spp.* a jejich extraktem z celého těla. Výsledky pokusů ovšem nebyly jednotné (van der Meide 2013). Úspěšnost je pouze částečná (Hořejší 2002).

Anderson et al. (1991) však pozoroval jasné snížení klinických příznaků ve většině případů, a dokonce i úplné vymizení u některých koní po imunoterapii extraktem z *C. variipenis*. Na jednoho koně bylo potřeba více než 10 000 pakomárků.

V současné době nabízí specifickou alergenovou imunoterapii pro koně trpící hypersenzitivitou na hmyzí kousnutí nebo atopickou dermatitidou mnoho komerčních laboratoří a existuje po ní silná poptávka (Ginel et al. 2014). Při použití vysoce kvalitních antigenů se imunoterapie ukázala jako relativně levný a vysoce účinný způsob léčby letní vyrážky (Jonsdottir et al. 2019).

Při imunoterapii se opakovaně vpravuje injekcí pod kůži malé množství vakcíny obsahující alergen, ke kterému je zvíře citlivé. Vakcína se podává dlouhodobě a podle předem stanoveného schématu. V jedné vakcíně může být obsaženo maximálně 8 alergenů. Dávky alergenu se postupně zvyšují a aplikují se v prodlužujících se časových intervalech. Při vhodném způsobu aplikace lze zřejmě dosáhnout stimulace konkurenční T_H1 odpovědi, která inhibuje alergenní T_H2 buňky a blokuje tvorbu IgE, namísto kterého se tvoří jiné izotypy protilátek (Hořejší & Bartůňková 2002; Ginel et al. 2014).

Nežádoucí účinky imunoterapie jsou vzácné, obvykle dochází (častěji na začátku terapie) jen ke zvýšenému svědění v místě aplikace vakcíny. Někdy jsou patrné lokálně omezené senzitivní reakce, které lze zmírnit podáním nízké dávky kortikosteroidů.

Imunoterapie u zvířat je dlouhodobá záležitost, základní léčba trvá přibližně rok a půl, doporučuje se s ní ale vytrvat 3–5 let. Během léčby je patrné postupné snižování až úplné vymizení projevů alergie.

Léčba se skládá ze zahajovací fáze a z udržovací fáze. Zahajovací fáze trvá 5 měsíců a týden. Vakcína obsahující rostoucí koncentraci alergenů se podává v týdenních a později třicetidenních intervalech. Udržovací fáze následuje po zahajovací fázi a probíhá po dobu minimálně jednoho roku. Jedna ampule vystačí na 6 měsíců. Poté je možné zhodnotit účinnost léčby a rozhodnout se o dalším postupu. Pokud se léčba jeví jako efektivní, doporučuje se v ní pokračovat po dobu 3 až 5 let, někdy až celoživotně. V případě, že se zdá imunoterapie po roce neúčinná, doporučuje se přehodnotit vzorec léčby, dávkování nebo koncentrace vakcíny,

popřípadě opakovat diagnostické testy pro identifikaci alergie u zvířat (Genomia 2018). Aby tato terapie byla vůbec úspěšná, tak jí musí doprovázet podpůrná léčebná opatření, jako je například ochrana před hmyzem (Schmidt 2013).

V otevřené studii deset koní trpící letní vyrážkou dostávalo každý týden injekci antigenu *Culicoides spp.* podávané s adjuvans složeným z nepatogenní frakce mykobakteriální buněčné stěny. Devět z deseti koní se klinicky zlepšilo po prvním roce léčby, u osmi koní se pokračovalo v léčbě i druhý rok. Tři z těchto osmi koní byli zcela bez klinických příznaků, tři vykazovali mnohem méně závažné klinické příznaky a dva vykazovali mírné snížení klinických příznaků ve srovnání s roky bez léčby (Ginel et al. 2014).

4 Vlastní výzkum

Předmětem pozorování byla populace huculských koní ustájených v Hucul Clubu, který sídlí v osadě Zmrzlík v Praze.

Okolí farmy je ideální pro výskyt pakomárků rodu *Culicoides spp.* Těsně kolem farmy a skrz výběh, kde jsou koně nepřetržitě celý den, velmi pomalu protéká potok. Ve výběhu mají koně k dispozici navíc i dvě vany plné vody. Pakomárci se zdržují v blízkosti stojatých vod, ve kterých se i rozmnožují. Přímo na dvoře je také hnojiště, které se likviduje pouze 2x do roka. Výběh, ve kterém koně tráví celý den se nevyklízí od výkalů. Každý den se čistí pouze přístřešek.

4.1 Metodika

U každého koně byly evidovány tyto údaje: věk, pohlaví, výskyt letní vyrážky, způsob ustájení a zda rodiče trpěli letní vyrážkou.

Celá populace čítá 35 jedinců. Na podzim roku 2018 a o rok později ve stejnou dobu byla pořízena fotodokumentace jejich klinických příznaků.

V zimě, kdy se pakomárci nevyskytují, jsou koně trpící letní vyrážkou ve stádě s ostatními koňmi. S příchodem teplých dní se koně, které je potřeba v létě sedlat, přesunou do vnitřních boxů. Na pastvu jsou pouštěni pouze přes noc. Pokud jdou přes den pod sedlo, tak jsou nastříkáni repelentem. Jiná preventivní opatření se neprovádí (žádné krmné doplňky, ani deky). Management všech koní byl v roce 2018 a 2019 naprosto stejný.

Stupeň postižení byl subjektivně posouzen dle Schurink et al. (2011) rozdělením do následujících kategorií:

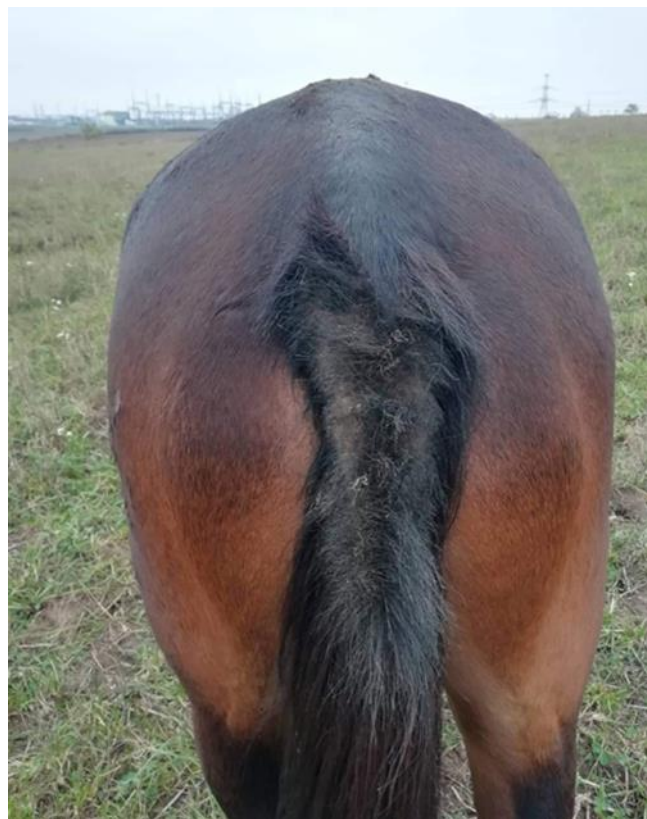
- 0 = absence klinických příznaků
- 1 = nejisté nebo mírné příznaky
- 2 = jasné klinické příznaky

Nejdříve jsem použila hodnocení projevu vyrážky podle stupnice závažnosti, ale vzhledem k tomu, že došlo pouze k jedné změně v projevu klinických příznaků a nebylo možné

dohledat, jaký stupeň postižení byl u rodičů, tak pro účely statistického vyhodnocení byla použita pouze klasifikace ANO/NE.



Obrázek č. 5: Příklad stupně 1



Obrázek č. 6: Příklad stupně 2

Pro všechny statistické analýzy byl uvažován výskyt letní vyrážky jako kvalitativní alternativní znak – ANO/NE. Všechny hypotézy byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Výpočty byly provedeny v programu STATISTICA 12.

5 Výsledky

Z celkového počtu 35 koní trpí letní vyrážkou 13 z nich. Dříve koně postižení letní vyrážkou byli normálně s ostatními jedinci ve stádě. Kvůli tomu je nebylo možné sedlat a tím pádem normálně využívat k práci. Posledních pár let se praktikuje přes léto ustájení koní postižených letní vyrážkou ve vnitřních boxech. Nastalo obrovské zlepšení a koně je možné plnohodnotně využívat po celý rok.

Při porovnání let 2018 a 2019 byla zaznamenána pouze jedna změna. Z třinácti koní trpících letní vyrážkou bylo v roce 2018 devět z nich zařazeno do kategorie, 2 dle stupně závažnosti klinických příznaků. V roce 2019 to bylo deset jedinců. Ostatní koně byli zařazeni do kategorie 1. To znamená, že jednomu koni se klinické příznaky letní vyrážky zhoršily.

Ukázky projevů letní vyrážky jsou připojeny v příloze (obrázek č. 7–11).

5.1 Statistické vyhodnocení

5.1.1 Porovnání výskytu letní vyrážky mezi rokem 2018 a 2019

První byla otestována závislost mezi rokem (2018, 2019) a výskytem vyrážky.

Tabulka č. 2: Výskyt letní vyrážky v letech 2018 a 2019

	2-rozměrná tabulka: Pozorované četnosti Četnost označených buněk > 10		
	2018 0	2019 1	Řádk. součty
0	22	0	22
1	0	13	13
Čelk.	22	13	35

Nulová hypotéza: Neexistuje statisticky významná závislost mezi výskytem letní vyrážky a rokem pozorování.

Tabulka č. 3: Testování rozdílů výskytu letní vyrážky v letech 2018 a 2019

Statist.	Statist.: 2018(2) x 2019(2) (Cermakova)		
	Chí-kvadr.	sv	p
Yatesův chí-kv.	30,84783	df=1	p=,00000
Fisherův přesný, 1-str.			p=,00000
Fisherův přesný, 2-str.			p=,00000
McNemarův chí-kv. (A/D)	1,828571	df=1	p=,17630
McNemarův chí-kv. (B/C)	-----	-----	-----

Zvolen byl McNemarův test, vzhledem k tomu, že data jsou kategoriální a závislá.

P-hodnota (p=,17630) je větší než hladina významnosti – nelze zamítnout nulovou hypotézu – neexistuje statisticky významná závislost mezi výskytem letní vyrážky a rokem pozorování.

Jinými slovy: **Výskyt letní vyrážky se v těchto dvou letech neliší.**

5.1.2 Souvislost mezi výskytem letní vyrážky a pohlavím

Nulová hypotéza: Neexistuje statisticky významná závislost mezi výskytem letní vyrážky a pohlavím.

Tabulka č. 4: Přehled výskytu letní vyrážky podle pohlaví

pohlaví	Četnost označených buněk > 10 (Marginální součty nejsou označeny)		Řádk. součty
	NE	ANO	
Klisna	15	10	25
Valach	4	3	7
Hřebec	3	0	3
Vš. skup.	22	13	35

Vzhledem k nízkému počtu dat/nízkým četnostem v jednotlivých políčkách kontingenční tabulky byly vytvořeny dvě kategorie pohlaví 1) samice (klisna) 2) samec (hřebeč + valach).

Tabulka č. 5: Výskyt letní vyrážky podle pohlaví

pohlaví	2-rozměrná tabulka: Pozorované četnosti Četnost označených buněk > 10		
	NE	ANO	Řádk. součty
samice	15	10	25
samec	7	3	10
Celk.	22	13	35

Tabulka č. 6: Testování závislosti výskytu letní vyrážky na pohlaví

Statist.	Statist. : pohlaví(2) x vyrážka(2)		
	Chí-kvadr.	sv	p
Pearsonův chí-kv.	,3059441	df=1	p=,58018
M-V chí-kvadr.	,3119437	df=1	p=,57649

P-hodnota (p=,58018) je větší než hladina významnosti – nelze zamítnout nulovou hypotézu – neexistuje statisticky významná závislost mezi výskytem letní vyrážky a pohlavím.

Jinými slovy: **Vliv pohlaví na výskyt letní vyrážky nebyl prokázán.**

5.1.3 Souvislost letní vyrážky se způsobem ustájení

Nulová hypotéza: Neexistuje statisticky významná závislost mezi výskytem letní vyrážky a způsobem ustájení.

Tabulka č. 7: Výskyt letní vyrážky podle způsobu ustájení

ustájení	Četnost označených buněk > 10 (Marginální součty nejsou označeny)		
	NE	ANO	Řádk. součty
Boxové	4	7	11
Venkovní	18	6	24
Vš.skup.	22	13	35

Tabulka č. 8: Testování vlivu způsobu ustájení na výskyt letní vyrážky

Statist.	Statist.: ustájení (2) x 2018(2)		
	Chí-kvadr.	sv	p
Pearsonův chí-kv.	4,822791	df=1	p=,02809
M-V chí-kvadr.	4,767127	df=1	p=,02901
Fí pro tabulky 2 x 2	-,371206		
Tetrachorická korelace	-,565451		
Kontingenční koeficient	,3480033		

P-hodnota ($p=,02809$) je menší než hladina významnosti – zamítáme nulovou hypotézu – existuje statisticky významná závislost mezi výskytem letní vyrážky a způsobem ustájení. Závislost je středně silná ($C=0,3480033$).

5.1.4 Analýza závislosti výskytu letní vyrážky u rodičů a potomků

Vytvořeny dvě skupiny:

- 1) Alespoň u jednoho z rodičů se letní vyrážka projevila.
- 2) Ani jeden z rodičů letní vyrážkou netrpěl.

Tabulka č. 9: Výskyt letní vyrážky u rodičů a potomků

Rodič	Potomek	
	ANO	NE
ANO	4	2
NE	9	20

Tabulka č. 10: Analýza relativního rizika

Relativní riziko	2.1481
95% CI	0.9809 to 4.7045
z statistic	1.912
Significance level	P = 0.0559
NNT (Harm)	2.806
95% CI	1.308 (Harm) to ∞ to 19.346 (Benefit)

Pokud by byla hodnota p nižší než 0,05, znamená to, že ve skupině potomků, kteří mají alespoň jednoho postiženého rodiče, je 2x vyšší pravděpodobnost výskytu.

Tabulka č. 11: Analýza poměru šancí

Poměr šancí	4.4444
95 % CI:	0.6844 to 28.8617
z statistic	1.563
Significance level	P = 0.1181

Zjištěná hodnota poměru šancí je v tomto případě statisticky neprůkazná.

6 Diskuze

Porovnáním klinických příznaků u koní trpících letní vyrážkou v roce 2018 a 2019 nebyly zjištěny žádné významné rozdíly. V obou letech byly téměř stejné klimatické podmínky, a proto pakomárci působili na koně stejně dlouhou dobu a způsobili téměř stejné poškození kůže. Schurink et al. (2012) zjistili, že čím více teplých dní rok má, tím horší klinické příznaky pozorujeme u koní trpících letní vyrážkou.

Statisticky byla vyhodnocena závislost nemoci na pohlaví. Výsledky potvrdily, že pohlaví nemá vliv na výskyt letní vyrážky. Což se shoduje s výsledky studií (Halldorsdottir and Larsen 1991, Lange et al. 2005).

Byla zjišťována také souvislost výskytu letní vyrážky se způsobem ustájení. U koní ustájených v boxech byl výskyt vyrážky vyšší. Je to dáno tím, že koně, u kterých se problém vyskytuje, jsou v boxech kvůli tomu, aby se u nich zmírnily klinické příznaky. Neznamená to tedy, že by boxové ustájení vyvolávalo letní vyrážku. Výsledky studie van den Boom et al. (2012) ale říkají, že koně, kteří byli ustájeni venku přes celý den a noc měli nejnižší výskyt letní vyrážky. Výrazně nižší, než koně ustájeni celý nebo část dne ve vnitřních boxech.

Při analýze výskytu letní vyrážky u rodičů a potomků nebyl ani jeden z použitých parametrů (relativní riziko, poměr šancí) statisticky průkazný – obě p-hodnoty jsou větší než zvolená hladina významnosti a jsou i velmi široké intervaly spolehlivosti. Děje se tak kvůli malému počtu dat, která máme k dispozici, a proto z těchto výsledků nelze dělat žádné závěry. Na druhou stranu výsledky naznačují dědičnost. U relativního rizika můžeme hovořit o určitém trendu, protože se hodnota p blíží k 0,05, což je v souladu s tím, co se o letní vyrážce ví.

Mnoho studií potvrdilo, že letní vyrážka je dědičná (Schaffartzik et al. 2012, Schurink et al. 2012, Raskova et al. 2013). Peeters et al. (2015) do své studie zahrnuli 3 409 koní plemene belgický teplokrevník. Heritabilita byla odhadnuta na 0,65 – 0,78, což znamená, že se jedná o dědičnou vlastnost.

Čítek et al. (2017) ve své studii zjistili, že dědivost je střední až vysoká a že existuje možnost snížení výskytu letní vyrážky selekcí. Odhad opakovatelnosti byl nižší, než se dalo očekávat, protože pozitivní koně byli vyřazeni z chovu. Heritabilita byla odhadnuta na 0,623.

Studie Schurink et al. (2009) odhadují dědivost a opakovatelnost letní vyrážky u holandských shetlandských chovných klisen. Heritabilita byla odhadnuta na 0,24 a opakovatelnost na 0,30. Tyto výsledky rovněž značí, že jde o dědičnou vlastnost.

Zatím nebyla vyvinuta žádná stoprocentně účinná léčba, a tak nejlepšími léčebnými strategiemi jsou preventivní metody. Mnoho autorů ve svých studiích doporučuje nevystavovat koně pakomárkům rodu *Culicoides spp.*, a to za pomoci insekticidů, dek proti hmyzu nebo způsobem ustájení (Knottenbelt 2002; van der Meide 2002; Meulenbroeks 2015).

Rášková & Čítek (2013) doporučují nezařazovat hřebce s letní vyrážkou do chovu. Je nutná kontrola dědičnosti, plemenici s potomky pozitivními na letní vyrážku by měli být vyřazeni z chovu.

Toman et al. (2009) uvádějí, že při symptomatické léčbě se nejčastěji využívají antihistaminika. Pro posílení imunity doporučuje doplnit vitaminy a nenasycené mastné kyseliny. Podle van der Meide (2013) má příznivý vliv využívání speciálních krmných doplňků a mastí.

Alternativní léčebnou terapií je imunoterapie, ale výsledky studií nejsou jednotné – úspěšnost je pouze částečná (Anderson et al. 1991; Ginel et al. 2014; Jonsdottir et al. 2019).

7 Závěr

Letní vyrážka je běžné celosvětově rozšířené onemocnění koní, které se vyskytuje opakovaně v teplejších obdobích roku. Jedná se o alergickou reakci na hmyzí bodnutí. Způsobují ji především pakomárci rodu *Culicoides spp.* a muchničky rodu *Simulium sp.* Alergii vyvolává protisrážlivá látka, kterou tento hmyz vpouští do rány při sání. Postižení mohou být koně jakéhokoliv pohlaví, věku a plemene. Nástup nemoci je mezi 2. – 4. rokem života.

Projevuje se především silným svěděním, které vede ke škrábání a otírání postižených míst. Kožní změny pozorujeme v oblasti kořene ocasu, hřívý, hlavy, krku, na spodní straně břicha a hrudníku, kolem uší nebo v mezinoží. Kůň si kůži rozedírá až do krve, a tak umožňuje vstup sekundární infekci.

Vznik letní vyrážky je ovlivněn vnitřními i vnějšími faktory. Vnitřními faktory jsou: genetická predispozice, úroveň metabolismu, stav imunitního systému, věk, jiná onemocnění, celková kondice a dlouhodobý stres. Vnější faktory jsou: krmení, způsob ustájení, druh podestýlky, prostředí, roční období, způsob využití koně a management odčervování.

Letní vyrážku lze nejlépe diagnostikovat pozorováním klinických příznaků. Pokud chceme nemoc diagnostikovat v zimě, kdy se klinické příznaky nevyskytují, musíme využít diagnostické testy, jako je bazofilní degranulační test, ELISA nebo intradermální testování.

Aktuálními léčebnými strategiemi jsou hlavně preventivní metody. Cílem preventivních metod je zamezit kontaktu koní s hmyzem způsobem ustájení, pomocí insekticidů a dek. Také podáváme vhodné krmení. Důležité je pečovat o prostředí, kde se kůň vyskytuje. Prevalenci letní vyrážky můžeme snížit také tím, že vyřadíme postižené jedince z chovu.

Koně můžeme léčit pomocí imunoterapie, podáváním krmných doplňků nebo alternativně homeopatií. Příznivý vliv může mít také podávání bylinek. Symptomatickou léčbou potlačíme alergickou reakci pomocí antihistaminik, kortikosteroidů nebo cyklosporinem.

Výsledky vlastního pozorování:

- Ve sledovaném stádě huculských koní z celkového počtu 35 koní trpí letní vyrážkou 13 z nich
- Výskyt letní vyrážky se v roce 2018 a 2019 nelišil
- Vliv pohlaví na výskyt letní vyrážky nebyl prokázán
- Vliv způsobu ustájení na výskyt letní vyrážky nebyl prokázán
- Výsledky dědičnosti naznačují

Dle mého názoru je ve sledované populaci huculských koní největším problémem využívání klisen postižených letní vyrážkou v chovu. Kdyby se tyto klisny vyřadily z chovu, letní vyrážka by sice úplně nezmizela, ale znatelně by se snížil její výskyt. Dále je problémem umístění farmy. Nízká nadmořská výška a blízkost vodních toků jsou ideálními parametry pro výskyt a rozmnožování pakomárců rodu *Culicoides spp.* Snahou Hucul Clubu je chovat koně co nejpřirozenějším způsobem. To znamená ve stádě, které je celoročně venku. Jenom hřebci jsou ustájeni v boxech. U koní chovaných venku je větší riziko propuknutí letní vyrážky.

8 Seznam použité literatury

8.1 Literární zdroje

Anderson GS, Belton P, Kleider N. 1991. *Culicoides obsoletus* (Diptera: Ceratopogonidae) as a causal agent of *Culicoides* hypersensitivity (sweet itch) in British Columbia. *Journal of Medical Entomology* **28**: 685-693.

Baselgia S, Doherr MG, Mellor P, Torsteinsdottir S, Jermann T, Zurbriggen A, Jungi T, Marti E. 2006. Evaluation of an in vitro sulphidoleukotriene release test for diagnosis of insect bite hypersensitivity in horses. *Equine Veterinary Journal* **38**: 40-46.

Citek J, Vostry L, Vostra-Vydrova H, Brzakova M, Prantlova V. 2017. Genetic parameters of insect bite hypersensitivity in the old grey Kladruber horse. *Journal of animal science* **95(1)**: 53-58.

Dušek J. 2011. *Chov koní*. Vyd. 3. Praha: Brázda. ISBN 978-80-209-0388-4.

Eriksson S, Grandinson K, Fikse WF, Lindberg L, Mikko S, Brostro H, Frey R, Sundquist M, Lindgren G. 2008. Genetic analysis of insect bite hypersensitivity (summer eczema) in Icelandic horses. *Animal* **2**: 3.

Georgescu SE, Manea MA, Dudu A, Costache M. 2011. Phylogenetic relationships of the Hucul horse from Romania inferred from mitochondrial D-loop variation. *Genetics and Molecular Research* **10(4)**: 4104-4113.

Gutová V. 2007. Alergie – systémové onemocnění s lokálními projevy. *Dermatológia pre prax* **1**: 30-33.

Halldorsdottir S and Larsen HJ. 1991. An epidemiological study of summer eczema in Icelandic horses in Norway. *Equine Veterinary Journal* **23**: 296–299.

Hellberg W, Mellor PS, Torsteinsdóttir S, Marti E. Insect bite hypersensitivity in the horse: Comparison of IgE-binding proteins in salivary gland extracts from *Simulium vittatum* and *Culicoides nubeculosus*. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **132**: 62–67.

Hořejší V, Bartůňková J. 2002. *Základy imunologie*. 2. vyd. Praha: Triton. ISBN 80-7254-215-x.

Hořejší V, Bartůňková J, Brdlička T, Špíšek R. 2017. *Základy imunologie*. 6., aktualizované vydání. V Praze: Stanislav Juhaňák – Triton. ISBN 978-80-7553-250-3.

Jahn P, Bodeček Š, Bezděková B. 2008. Aktuální parazitózy koní: odborný seminář: Pavilon profesora Klobouka, VFU Brno, 29.11.2008. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 49 s. ISBN 978-80-7305-052-8.

- Jonsdottir S, Cvitas I, Svansson V, Fettelschloss-Gabriel A, Torsteinsdottir S, Marti E. 2019. New Strategies for Prevention and Treatment of Insect Bite Hypersensitivity in Horses. *Veterinary Dermatology* **8**: 303–312.
- Jonsdottir S, Hamza E, Janda J, Rhyner C, Meinke A, Marti E, Svansson V, Torsteinsdottir S. 2015. Developing a preventive immunization approach against insect bite hypersensitivity using recombinant allergens: a pilot study. *Veterinary immunology and immunopathology*, **166(1-2)**: 8-21.
- Jonsdottir S, Svansson V, Stefansdottir SB, Schüpbach G, Rhyner C, Marti E, Torsteinsdottir S. 2016. A preventive immunization approach against insect bite hypersensitivity: Intralymphatic injection with recombinant allergens in Alum or Alum and monophosphoryl lipid A. *Veterinary immunology and immunopathology*, **172**: 14-20.
- Kehrli D, Jandova V, Fey K, Jahn P, Gerber V. 2015. Multiple Hypersensitivities Including Recurrent Airway Obstruction, Insect Bite Hypersensitivity, and Urticaria in 2 Warmblood Horse Populations. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **29**: 320-326.
- Kholová H. 2007. Koně. Ilustroval Jan HOŠEK. Praha: Aventinum. ISBN 80-86858-35-9.
- Knottenbelt D. Diagnostický a terapeutický přístup k pruritu u koně. In: Jahn P, editors. *Dermatologie koní: sborník referátů z X. výročního semináře ČHS, Brno, 23. – 24. března 2002*. Brno: Česká hipiatrická společnost; 2002. p. 28-43.
- Laitinen T. 2002. The value of isolated populations in genetic studies of allergic diseases. *Current Opinion in Allergy Clinical Immunology* **2**: 379–382.
- Lange S, Hamann H, Deegen E, Ohnesorge B, Distl O. 2005. Untersuchung der Prävalenz des Sommerrekzems beim Islandspferd in Norddeutschland. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* **118**: 481–489.
- Lazary S, Marti E, Szalai G, Gaillard C, Gerber H. 1994. Studies on the frequency and associations of equine leucocyte antigens in sarcoid and summer dermatitis. *Animal Genetics* **25**: 75–80.
- Łuszczynski J, Pieszka M. 2011. Usefulness of selected incisor characteristics for determining the age of Hucul horses. *Annals of Animal Science* **11(4)**: 569-575.
- Macleod G. 2002. *Veterinární homeopatie: materie medika s klinickým repertoriem*. Překlad Kateřina Stejskalová. 1. české vyd. Praha: Alternativa. 299 s. ISBN 80-85993-78-3.
- Meulenbroeks C. 2015. *Equine insect bite hypersensitivity*. GVO drukkers & vormgevers B.V., Ede, The Netherlands. ISBN 978-90-6464-951-6.
- O'Brien K. 2009. *Zdraví koně: základní péče: nejčastější choroby a problémy*. Vyd. 1. V Praze: Metafora. 160 s. ISBN 978-80-7359-184-7.

- O'Neill W, McKee S, Clarke AF. 2002. Flaxseed (*Linum usitatissimum*) supplementation associated with reduced skin test lesional area in horses with *Culicoides* hypersensitivity. *Veterinary Research*. **66(4)**: 272–277.
- Pasternak M, Krupińskib J, Gurgulc A, Bugno-Poniewierska M. 2020. Genetic, historical and breeding aspects of the occurrence of the tobiano pattern and white markings in the Polish population of Hucul horses. *Journal of Applied Anima Research* **48(1)**: 21-27.
- Peeters LM, Janssens S, Brebels M, Buys N. 2015. Genetic parameters and estimated breeding values of insect bite hypersensitivity in Belgian Warmblood horses. *The Veterinary Journal* **206**: 420-422.
- Raskova V, Citek J. 2013. Incidence of Insect Bite Hypersensitivity in a Small Population of Warmblood Horse Breed in the Czech Republic. *Journal of Equine Veterinary Science* **33**: 427-432.
- Rybniček J. Struktura a funkce kůže. In: Jahn P, editors. *Dermatologie koní: sborník referátů z X. výročního semináře ČHS, Brno, 23. – 24. března 2002*. Brno: Česká hipiatrická společnost; 2002. p. 1-23
- Schaffartzik A, Hamza E, Janda J, Crameri R, Marti E, Rhyner C. 2012. Equine insect bite hypersensitivity: What do we know? *Veterinary Immunology and Immunopathology* **147**: 113-126.
- Schmidt R. 2013. *Péče o koně bez chyb a omylů*. Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda. 159 s. ISBN 978-80-209-0397-6.
- Schurink A, da Silva VH, Velie, BD, Dibbits BW, Crooijmans RP, François L, Janssens S, Stinckens A, Blott S, Buys N, Lindgren G, Ducro B J. 2018. Copy number variations in Friesian horses and genetic risk factors for insect bite hypersensitivity. *BMC genetics*, **19(1)**: 49.
- Schurink A, Ducro BJ, Heuven HCM, van Arendonk JAM. 2011. Genetic parameters of insect bite hypersensitivity in Dutch Friesian broodmares. *Journal of Animal Science* **89**: 1286-1293.
- Schurink A, Van Grevenhof EM, Ducro BJ, van Arendonk JAM. 2009. Heritability and repeatability of insect bite hypersensitivity in Dutch Shetland breeding mares. *Journal of animal science* **87(2)**: 484-490.
- Schurink A, Wolc A, Ducro BJ, Frankena K, Garrick DJ, Dekkers J, Arendonk J. 2012. Genome-wide association study of insect bite hypersensitivity in two horse populations in the Netherlands. *Genetics Selection Evolution* **44**: 33.
- Toman M. 2009. *Veterinární imunologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2464-5.
- van den Boom R, Ducro B, Sloet MVOO. 2008. Identification of factors associated with the development of insect bite hypersensitivity in horses in the Netherlands. *Tijdschrift voor diergeneeskunde*. **133(13)**: 554-559.

van der Meide NMA. 2013. Culicoides obsoletus allergens for diagnosis of insect bite hypersensitivity in horses. Wageningen University, Wageningen, NL. ISBN 978-94-6173-669-7.

van der Rijt R, van den Boom R, Jongema Y. van Oldruitenborgh-Oosterbaan MMS. 2008. Culicoides species attracted to horses with and without insect hypersensitivity. The Veterinary Journal, **178(1)**: 91-97.

van Grevenhof EM, Ducro B, Heuven HCM, Bijma P. 2007. Identification of environmental factors affecting the prevalence of insect bite hypersensitivity in Shetland ponies and Friesian horses in the Netherlands. Equine veterinary journal **39(1)**: 69-73.

Vychodilova L, Matiasovic J, Bobrova O, Futas J, Klumplerova M, Stejskalova K, Cvanova M, Janova E, Osickova J, Vyskocil M, Sedlinska M, Dusek L, Marti E, Horin P. 2013. Immunogenomic analysis of insect bite hypersensitivity in a model horse population. Veterinary immunology and immunopathology **152(3)**: 260-268.

Wintzer HJ, ed. 1999. Choroby koní: sprievodca štúdiom a praxou = Nemoci koní. Bratislava: Hajko & Hajková. xxiv, 538 s. ISBN 80-88700-45-0.

Wittek C. 2008. Přírodní léčba koní: domácí prostředky a přírodní léčivá síla. 1. vyd. Praha: Slovart. 169 s. ISBN 978-80-7391-066-2.

8.2 Internetové zdroje

BIO-RAD. ELISA: Types of ELISA. In: Bio-rad-antibodies.com [online] [cit. 16.2020]. Dostupné z: <https://www.bio-rad-antibodies.com/elisa-types-direct-indirect-sandwich-competition-elisa-formats.html>

Equitum. Udržte koňskou alergii na hmyz na uzdě a vyhněte se letní vyrážce!. In: Equichannel.cz [online] 14.6.2016 [cit. 14.2.2020]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/udrzte-konskou-alergii-na-hmyz-na-uzde-a-vyhnete-se-letni-vyrazce>

Genomia. Alergie na hmyz u koní. In: Equichannel.cz [online] 5.4.2018 [cit. 5.2.2020]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/alergie-na-hmyz-u-koni>

Jahn P, Koudela B. Zevní cizopasnici koní. Aktuální parazitózy koní. [pdf]. 2008 [cit. 22.2.2020]. Také dostupné z: <https://docplayer.cz/7161346-Zevni-cizopasnici-koni.html>

Jelínek J. Huculský kůň jako genetická rezerva v České republice. In: naschov.cz [online]. 24.9. 2001. [cit.6.3.2020]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/huculsky-kun-jako-geneticka-rezerva-v-ceske-republice/>

- Paulů L. Letní vyrážka. In: Vet-lekar.cz [online]. 2009 [cit.28.2.2020]. Dostupné z: <http://vet-lekar.cz/letni-vyrazka/>
- Phillips C. Sweet itch, In: horseandhound.co.uk [online]. 13.11.2019 [8.3.2020]. Dostupné z: <https://www.horseandhound.co.uk/horse-care/vet-advice/sweet-itch-in-horses-471923>
- Radvan J. Původ a typ huculského koně. In: hucul.net [online]. 2002 [cit.3.3.2020]. Dostupné z: <http://www.hucul.net/knihy/hucultyp/Typ.htm>
- Satinská Z. Letní dermatitida koní. In: Equichannel.cz [online] 20.6.2017 [cit. 7.1.2020]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/letni-dermatitida-koni>
- Seitlová K. Homeopatie pomáhá koním s alergiemi. In: HorseVets.cz [online]. 2011 [cit. 28.2.2020]. Dostupné z: <http://horsevets.cz/clanky/homeopatie-pomaha-konim-s-alergii/>
- Šlechtitelský program huculského koně. In: hucul-achhk.cz [online]. 2009. [cit.3.3.2020]. Asociace chovatelů huculského koně (ACHHK), Pardubice, Dostupné z: <http://hucul-achhk.cz/pdf/program.pdf>
- Švehlová D. Když mají koně alergii na hmyz. In: Equichannel.cz [online] 9.5.2012 [cit. 3.2.2020]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/kdyz-maji-kone-alergii-na-hmyz>
- Švehlová D. Nemoci koní - Když se řekne „letní vyrážka“. In: Jezdectvi.cz [online] 18.7.2015 [cit. 7.1.2020]. Dostupné z: <http://www.jezdectvi.cz/kategorie.aspx/zajimavosti/clanek/o-cem-jsme-take-psali-nemoci-koni-kdyz-se-rekne-letni-vyrazka>
- Vlachová E. Metoda ELISA – aspekty jednotlivých uspořádání. In: Baria.cz [online] 10.5.2019 [cit.16.2.2020]. Dostupné z: <https://www.baria.cz/blog/metoda-elisa-aspekty-jednotlivych-usporadani/>

9 Samostatné přílohy

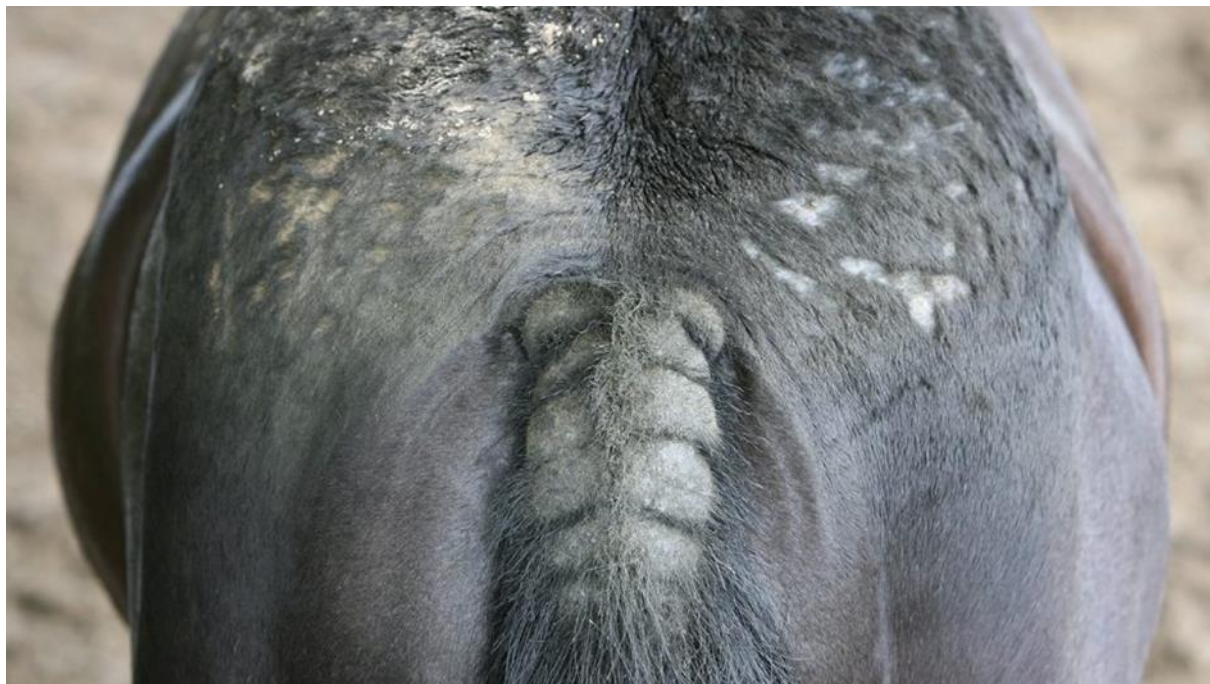
Obrázek č. 1: 2072 Gurgul Perun (Leiský 2014)



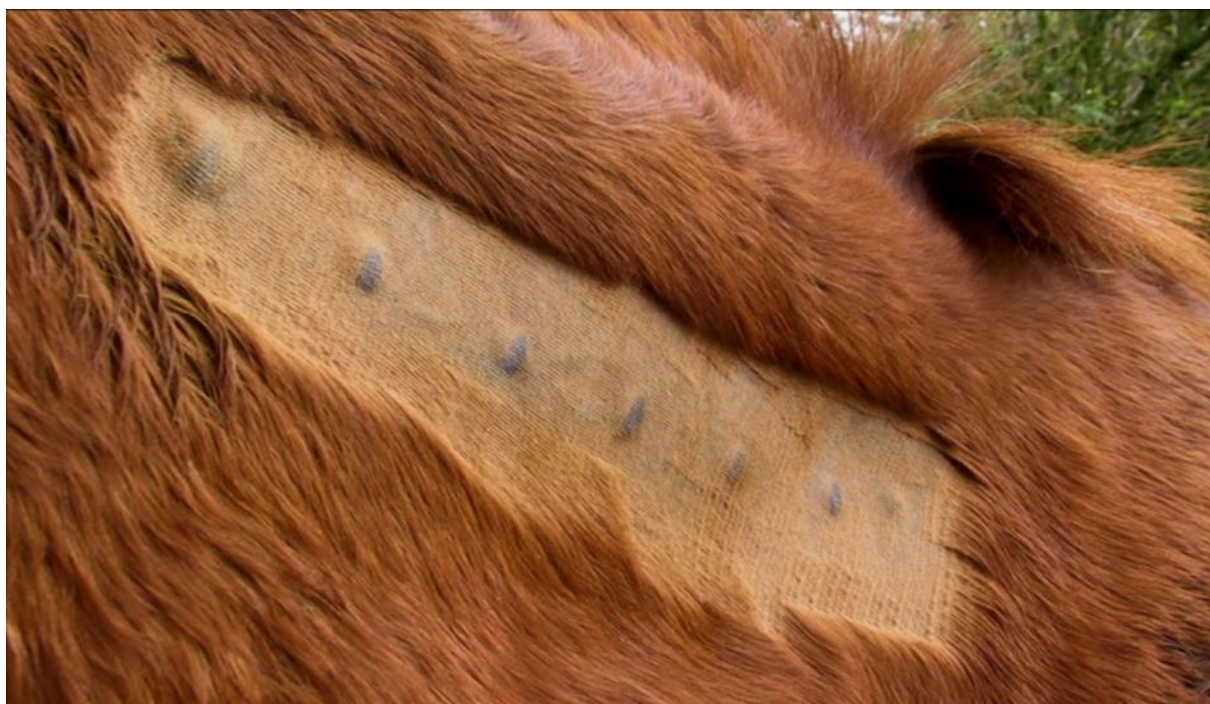
Obrázek č. 2: *Culicoides obsoletus* (van der Rijt et al. 2008)



Obrázek č. 3: Typické klinické příznaky (Phillips 2019)



Obrázek č. 4: Intradermální testování (van der Meide 2013)



Obrázek č. 7: Polámaná hřívka a ztráta srsti v důsledku drbání



Obrázek č. 8: Detail ucha



Obrázek č. 9: Krvavé strupy na vnitřní straně ucha



Obrázek č. 10: Ztráta žíní na kořeni
ocasu v důsledku drbání



Obrázek č. 11: Detail vemene

