

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Milena Santariová

Katedra obecné zootechniky a etologie

**Individuální lidský pach jako kriminalistická stopa v trestním řízení
vytvořená kontaktním nebo bezkontaktním přenosem a jeho odolnost vůči
fyzikálním vlivům**

**Individual human odor as a forensic trail in criminal proceeding made by
contact or contactless transmission and its resistance to physical agents**

autoreferát doktorské disertační práce

Studijní program: Zootechnika

Studijní obor: Obecná zootechnika

Školitel: **prof. Ing. Luděk Bartoš, DrSc**
Katedra obecné zootechniky a etologie

Konzultant: **Ing. Ludvík Pinc, Ph.D.**
Katedra obecné zootechniky a etologie

Oponenti: **prof. RNDr. Štěpán Urban, CSc.**
doc. MVDr. Jana Kotferová, Ph.D.
doc. Ing. Eva Chmelíková, Ph.D.

Obhajoba doktorské disertační práce se koná dne: 17. 10. 2016 v 10:00 hod.
na: Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze

S doktorskou disertační prací je možno se seznámit na děkanátě FAPPZ ČZU v Praze

P r a h a 2 0 1 6

Obsah

1	Přehled o současném stavu poznání	3
2	Vědecké hypotézy a cíle	6
3	Metodické postupy	7
3.1	Schopnost psů identifikovat lidský pach poté, co byl vystaven působení proudící vody	7
3.2	Schopnost psů ztotožnit lidský pach vystavený parní sterilizaci	8
3.3	Resistance of human odors to extremely high temperatures as revealed by trained dogs	9
3.4	Individual human odor fallout as detected by trained canines	10
4	Výsledky a diskuse	11
5	Závěr	13
6	Přehled literatury	15
7	Summary	17

1 Přehled o současném stavu poznání

Metoda pachové identifikace (MPI) je kriminalistická identifikační metoda využívaná v České Republice (Straus, 2010; Vyplelova et al., 2014) stejně jako v řadě dalších zemí (Szinak, 1985; Schoon, G. A. A., Haak, R., 2002; Tomaszewski a Girdwoyn, 2006; Straus, 2010). Vychází z předpokladu, že tělesný pach je pro každého člověka individuální (Penn et al., 2007) a v průběhu života relativně stálý (Penn a Potts, 1998). Tato metoda je realizována prostřednictvím speciálně cvičených psů, kteří porovnávají pachovou stopu odebranou z místa činu s pachem podezřelé osoby (Straus, 2010).

LIDSKÝ PACH

Významným zdrojem lidského pachu je kůže. V kriminalistické praxi je navíc podstatné to, že člověk přichází do kontaktu s objekty ve svém okolí právě prostřednictvím kůže respektive její nejsvrchnější vrstvou tj. pokožkou (Curran et al., 2006). V současné době není vznik lidského pachu ani jeho kompletní složení zcela známo. Pravděpodobně se jedná o výsledek kombinace tělesného metabolismu, sekretů kožních žláz, hormonálního systému a interakcí reziduálních kožních bakterií (Kusano et al., 2011).

Produkce těkavých látek je řízena třemi typy žláz, ekrinními, apokrinními a sebaceálními (Nicolaidis, 1974; Syrotuck, 2000). Ekrinní žlázy se vyskytují téměř na všech místech lidského těla, v největším množství pak na dlaních a chodidlech (Stoddart, 1999; Trojan et al., 2003). Uvolňují bezbarvý vodnatý sekret označovaný jako pot (Ramotowski, 2001). Apokrinní žlázy se nacházejí zejména v oblastech axil a genitálií (Nicolaidis, 1974; Kreyden et al., 2002). Na rozdíl od dalších dvou typů žláz začínají být aktivní až v době puberty (Schoon, A., Haak, R., 2002). Jejich sekret je bělavý až našedlý (Stoddart, 1999).

Pokožka (epidermis) obsahuje kolem biliónu buněk. S jejího povrchu se neustále uvolňují odumřelé epitelální buňky do okolního prostředí, velikost částic spadu kůže je přibližně 14 mikrometrů a hmotnost 0,07 mikrogramů. Částice spadu je složena z jedné nebo více mrtvých epidermálních buněk, které nesou několik bakterií a určité množství kožního sekretu. Každá tato částice je obklopena oblakem par, který vzniká degradační činností bakterií. Tyto částice spadu jsou charakteristické právě pro člověka (Syrotuck, 2000).

Tělesný pach je tvořen řadou chemických látek, které se uvolňují z částí lidského těla a jejich sekretů. Lze jej kategorizovat podle původu jeho vzniku na primární pach, který je velmi stabilní a jehož produkce je řízena geneticky, sekundární pach, jehož složky jsou dány typem stravy a vlivy vnějšího prostředí a terciární pach, který se skládá ze složek pocházejících

z vnějších zdrojů, jako jsou například hygienické a kosmetické přípravky (Curran, Rabin a Furton, 2005).

Chemické složení lidského pachu je předmětem zájmu vědců mnoha vědních oborů mimo jiné i forenzních kriminalistů, pro které představuje pachový profil člověka identifikační prostředek (Dormont et al., 2013). Chemická podstata lidského pachu je v současné době intenzivně zkoumána a to zejména metodou plynové chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií. Řada studií je zaměřena především na analýzy pachu potu axilárních oblastí (Zeng et al., 1991; Zeng et al., 1996; Curran, Rabin, Prada, et al., 2005; Penn et al., 2007), oblasti dlaní (Curran et al., 2007; Hudson et al., 2009; Curran et al., 2010b) a chodidel (Kanda et al., 1990). Zejména pach uvolňující se z dlaní, je z kriminalistického hlediska velmi důležitý, neboť pachové stopy zajišťované na místě činu pochází nejčastěji právě z těchto částí těla (Straus, 2010). Chemickým analýzám však byly podrobeny i pachy jiných biologických vzorků jako je krev, moč, dech nebo sliny (Kusano et al., 2013). Přes variabilitu výsledků se prokázalo, že pachy tělesných tkání a sekretů tvoří těkavé organické látky, které můžeme na základě jejich funkčních skupin zařadit mezi aldehydy, ketony, estery, kyseliny, alkoholy, alkany (Curran, Rabin, Prada, et al., 2005; Curran et al., 2007; Curran et al., 2010b) aminy a amidy (Curran et al., 2007). Doposud bylo z lidského pachu analyzováno přes 400 těkavých organických sloučenin (Dormont et al., 2013). Na základě těchto výsledků autoři uvádí, že odlišnosti v kvalitativním a kvantitativním zastoupení těkavých organických sloučenin určují unikátnost lidského pachu. Kromě toho poukazují na značnou efektivnost metody SPME GC/MS při identifikaci VOC přítomných ve vzorcích lidského pachu (Curran, Rabin, Prada, et al., 2005).

ODOLNOST LIDSKÉHO PACHU

Člověk zanechává pachovou stopu na všech místech svého pobytu. (Straus, 2010). Tyto pachové stopy jsou předmětem zájmu kriminalistů, zabývajících se metodou pachové identifikace pomocí speciálně vycvičených psů. Donedávna nebylo jasné, zda jde vytvořit bezkontaktním přenosem tak silnou pachovou stopu, aby ji byli psi schopni detekovat. Předchozí výzkumy týkající se tohoto tématu nebyly příliš úspěšné. V první polovině 20. století uskutečnili Most a Brückner (1936) vědecké pokusy týkající se čichových schopností policejních psů. Psi byli vycvičeni na vyhledání a sledování pachové stopy vytvořené člověkem na základě kontaktu se zemí. Hlavním cílem bylo zjistit, čím se řídí psi při sledování pachové stopy, přičemž předpoklad byl, že individuálním pachem člověka. Pokus byl uskutečněn na základě pozorování psů, kteří sledovali pachovou stopu kladeče

vytvořenou tradičním způsobem, kladečem na chůdách, stopovým kolem bez příměsi lidského pachu a kladečem na vysutém sedadle. Na základě výsledků těchto pozorování bylo zjištěno několik překvapivých skutečností. Policejní psi byli schopni sledovat pachovou stopu vytvořenou kladečem na chůdách i stopu vytvořenou stopovým kolem bez příměsi lidského pachu. Pachový spad z těla člověka nebyl schopen zaznamenat žádný pes.

Uvedenými experimenty byla zjištěna skutečnost, že stopy obsahují různé pachové součásti, které jsou psi schopni sledovat i přesto, že tyto stopy neobsahují příměsi lidského pachu. Dále bylo zjištěno, že pes není schopen zachytit pachový spad z těla člověka, neboť každý pes přerušil sledování lidské stopy v místě, kde kladeč nasedal na visuté sedadlo a poté byl vláčen těsně nad zemí (Most a Brückner, 1936).

Existuje poměrně málo studií zabývajících se stabilitou tělesného pachu a jeho odolností vůči vnějším podmínkám (Stockham et al., 2004; Hudson et al., 2009; Curran et al., 2010a). Za zmínku stojí studie věnující se odolnosti lidského pachu na střepinách po výbuchu nástražných výbušných systémů. Speciálně vycvičení psi prokázali schopnost detekce a lokalizace pachatelů, kteří byli v kontaktu s výbušninou. Studie prokázala, že psi jsou schopni sledovat lidský pach i za nepříznivých klimatických podmínek, jako je aridní klima, silný vítr nebo v oblastech s vysokou kontaminací cizími pachy (simulace náhodných chodců). Výsledky naznačují, že lidský pach je schopen přetrvat extrémní mechanické a tepelné podmínky doprovázející výbuch nástražných výbušných systémů (Curran et al., 2010a).

Odolnost lidského pachu vůči extrémním teplotním vlivům potvrzují další tři studie, které jsou součástí této disertační práce.

2 Vědecké hypotézy a cíle

Na základě literatury byly stanoveny následující cíle a hypotézy:

Cíle práce:

1. Ověřit perzistenci pachové stopy na předmětu vystaveného vlivu proudící vody
2. Ověřit účinnost procesu parní sterilizace při odstraňování pachové stopy
3. Stanovit teplotu, která degraduje lidský pach natolik, že nebude způsobit k pachové komparaci pomocí speciálně vycvičených psů
4. Ověřit možnost vytvoření pachové stopy bezkontaktním způsobem

Hypotézy:

1. Psi budou schopni identifikovat lidský pach poté, co byl vystaven působení proudící vody
2. Psi nebudou schopni ztotožnit pachový vzorek ošetřený parní sterilizací
3. Psi nebudou schopni ztotožnit pach vystavený teplotě vyšší než 400 °C
4. Množství uvolněného pachu s ruky držené nad textilním pachovým nosičem bude dostatečné pro následnou komparaci pomocí speciálně vycvičených psů.

3 Metodické postupy

3.1 Schopnost psů identifikovat lidský pach poté, co byl vystaven působení proudící vody

Autoři: Santariová M., Písaříková A., Kloubek M., Vyplelová P., Pinc L.

Zdroj:Bezpečnostní teorie a praxe, zvláštní vydání, díl II.

Cíl: Ověřit perzistenci pachové stopy na předmětu vystaveného vlivu proudící vody.

Hypotéza: Psi budou schopni identifikovat lidský pach poté, co byl vystaven působení proudící vody.

Materiál a metody: Pachový vzorek osoby byl odebírán z dlaní osob na kovovou trubičku. Délka odběru byla 1 minuta. Trubičky byly odhozeny do vody, kde byly ponechány 30 minut. Pachová stopa byla zajištěna na pachový snímač (speciální textilie) a po sedmi dnech proběhla komparace s pachovými vzorky osob pomocí speciálně vycvičených psů.

Výsledky: Experimentu se účastnilo pět fen. Čtyři feny ztotožnily pachové vzorky 3x bezchybně, pátá fena provedla správné ztotožnění dvakrát a jednou cílový vzorek přešla bez reakce (Znaménkový test $P < 0,05$).

Diskuse a závěr: Výsledky experimentu potvrdily stanovenou hypotézu. Tělesný pach, vystavený účinkům proudící vody po dobu jedné hodiny, je stále způsobilý k pachové identifikaci pomocí speciálně vycvičených psů.

3.2 Schopnost psů ztotožnit lidský pach vystavený parní sterilizaci

Autoři: Kloubek M., Pinc L., Santariová M., Vyplelová P., Čapková Z.

Zdroj: Kriminalistika

Cíl: Ověřit účinnost procesu parní sterilizace při odstraňování pachové stopy.

Hypotéza: Psi nebudou schopni ztotožnit pachový vzorek ošetřený parní sterilizací.

Materiál a metody: Pachové vzorky, odebrané z oblasti trupu experimentálních osob, byly vystaveny procesu parní sterilizace. O několik dní později byla realizována pachová komparace, při které speciálně vycvičení psi ztotožňovali pachové vzorky vystavené procesu sterilizace s pachovými vzorky, které procesu sterilizace vystaveny nebyly.

Výsledky: Pachovou komparaci provedly čtyři feny, z 24 pokusů bylo 16 úspěšných a 8 neúspěšných (Bernoulliho pravděpodobnost $P < 0,5$).

Diskuse a závěr: Výsledky pokusu potvrdily, že psi jsou schopni ztotožnit pach prošlý procesem parní sterilizace.

3.3 Resistance of human odors to extremely high temperatures as revealed by trained dogs

Autoři: Santariová M., Pinc L., Bartoš L., Vyplelová P., Gerneš J., Sekyrová V.

Zdroj: Czech Journal of Animal Sciences

Cíl: Stanovit teplotu, která degraduje lidský pach natolik, že nebude způsobit pachové komparaci pomocí speciálně vycvičených psů.

Hypotéza: Psi nebudou schopni ztotožnit pach vystavený teplotě vyšší než 400 °C.

Materiál a metody: Pach osob, sejmutý z dlaní na ocelové trubičky, byl vystaven v jednotlivých případech teplotě 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 a 1000°C. Při pachové komparaci sloužily tyto vzorky jako načichávací. Psi je ztotožňovali s pachovými vzorky odebranými s oblasti trupu, které účinkům vysokých teplot vystaveny nebyly.

Výsledky: Psi byli schopni bez problémů ztotožnit pach vystavený teplotě až 800°C, při ztotožňování pachu vystaveného teplotě 900°C již řada psů chybovala a pach vystavený teplotě 1000°C nebyl schopen ztotožnit žádný pes.

Diskuse a závěr: Výsledky experimentu prokazují pozoruhodnou odolnost lidského pachu vůči vysokým teplotám. Jde o velmi překvapivé zjištění, které není v souladu s hypotézou a vlastnostmi chemických látek analyzovaných z lidského pachu.

3.4 Individual human odor fallout as detected by trained canines

Autoři: Vyplelová P., Vokálek V., Ludvík P., Pacáková Z., Bartoš L., Santariová M., Čapková Z.

Zdroj: Forensic Science International

Cíl: Ověřit možnost vytvoření pachové stopy bezkontaktním způsobem

Hypotéza: Množství uvolněného pachu s ruky držené nad textilním pachovým nosičem bude dostatečné pro následnou komparaci pomocí speciálně vycvičených psů.

Materiál a metody: Tělesný pach byl odebírán z těla a rukou sedmi osob. Levá ruka sloužila jako kontrolní pach, pravá ruka jako pach cílový. Po dobu třech minut měla každá osoba levou ruku položenou na textilií a pravou ruku držela 5 cm nad textilií. Speciálně vycvičení psi během pachové komparace ztotožňovali pach zajištěný z těla osob s pachem odebraným z oblasti rukou.

Výsledky: Dvě feny provedly čtrnáct ztotožnění a ve všech případech správně označily cílový pach binomický test, $n = 28$, $P = 0,000000007$).

Diskuse a závěr: Výsledky experimentu potvrdily hypotézu, že pachový spad z ruky se uvolňuje v dostatečném množství pro to, aby ho byli speciálně vycvičení psi schopni ztotožnit, a že pachovou stopu lze vytvořit bezkontaktním způsobem.

4 Výsledky a diskuse

Znalost fyzikálních a chemických vlivů, které mohou změnit či zcela odstranit pachovou stopu, je nezbytnou podmínkou pro úspěšné využití metody pachové identifikace v kriminalistické praxi. Doposud bylo tomuto tématu věnováno relativně malé množství studií, jejich výsledky však prokazují, že lidský pach je schopen odolávat značnému tepelnému i mechanickému působení (Stockham et al., 2004; Curran et al., 2010a). Výsledky prvních třech publikovaných experimentů uváděných v této práci potvrzují až pozoruhodnou odolnost lidského pachu a to vůči působení vody, horké páry a sálavého tepla.

Experiment č. 1

První experiment byl věnován otázce odolnosti pachové stopy vůči účinkům proudící vody. Stanovená hypotéza vychází ze znalosti chemické povahy sloučenin, analyzovaných ze vzorků lidského pachu. Řada z těchto sloučenin je velmi málo rozpustná ve vodě, a proto lze usuzovat, že lidský pach může ve vodě po určitou dobu přetrvávat. Otázkou v tomto experimentu však bylo i to, zda nedojde ve vodním proudu k mechanickému odstranění pachových částic s daného pachového nosiče.

Získané výsledky uvedenou hypotézou zcela potvrdily. Psi byli schopni ztotožnit pach odebraný z dlaně experimentální osoby, který byl následně vystaven účinkům proudící vody, s pachem, odebraným z těla téže osoby, který těmto účinkům vystaven nebyl. Z pěti použitých fen čtyři feny třikrát bezchybně označily cílový vzorek, pátá fena správně označila cílový vzorek dvakrát, jedenkrát ho přešla bez reakce. Výsledky jsou v souladu nejen se stanovenou hypotézou ale i s dosavadními zkušenostmi policejních psů, kteří již v minulosti provedli několik nekontrolovaných experimentů na toto téma.

Experiment č.2

V kriminalistické praxi jsou textilní pachové nosiče vždy před použitím čištěny procesem parní sterilizace při teplotě 125 °C, tlaku 2Kgf/cm² po dobu 30 minut. Z důvodu nedostatku informací týkajících se odolnosti lidského pachu se tyto nosiče po použití likvidují. Jejich jednorázové používání značně zvyšuje náklady na provádění metody pachové identifikace. Cílem experimentu č. 2 bylo ověřit schopnost psů ztotožnit pach vystavený parní sterilizaci a ověřit, zda se jedná o dostatečně účinný proces k odstranění pachové stopy. Experimentu se účastnily čtyři feny, z 24 pokusů bylo 18 pokusů úspěšných a osm neúspěšných. Hypotéza, že psi lidský pach vystavený procesu parní sterilizace, nebudou schopni ztotožnit, potvrzena nebyla a ukazuje se tak, že tento proces k odstranění pachové stopy dostatečný není.

Experiment č. 3

Do dnešní doby nebyla publikována jediná studie, která by se zabývala odolností lidského pachu vůči extrémním teplotním podmínkám. Cílem experimentu bylo zjistit, jak vysoká teplota je potřeba k degradaci lidského pachu tak, že ho již nebudou speciálně vycvičení psi na metodu pachové identifikace ztotožňovat. S ohledem na teplotu varu těkavých organických sloučenin, které byly doposud analyzovány ve vzorcích lidského pachu, byl stanoven hypotetický interval teplot 100 až 600°C. Psi však velmi snadno ztotožňovali i vzorky pachu vystaveného teplotě 600°C. Postupně byla teplota zvyšována po sto stupních až na teplotu 1000°C. Doba, po kterou byl pach dané teplotě vystaven, zůstala ve všech případech stejná, tedy 30 min. Vzorky vystavené teplotě 900°C byli někteří psi stále schopni ztotožnit, vzorky vystavené teplotě 1000°C nikoliv. Výsledky této studie jsou zcela překvapivé, neboť teploty varu organických látek nepřesahují 400°C. V daném experimentu se podařilo stanovit teplotní interval, ve kterém se s vysokou pravděpodobností tato zlomová teplota nachází.

Experiment č. 4

Cílem posledního experimentu bylo otestovat, zda se s ruky držené nad vysterilizovanou textilií uvolní tolik pachového spadu, aby ho byli speciálně vycvičení psi schopni ztotožnit. Výsledky předchozích experimentů tuto schopnost zcela nepotvrdili. Psi byli schopni sledovat pachovou stopu vytvořenou člověkem na chůdách i pachovou stopu vytvořenou člověkem jedoucím na jízdním kole, nicméně pachovou stopu vytvořenou člověkem na visutém sedadle nebyli schopni zaznamenat. Jednalo se však o psy, vycvičené ke sledování pachové stopy v terénu, kdy vodičkem není jen lidský pach, ale i pach bot kladeče stopy a pach rozrušeného terénu (Most a Brückner, 1936). V našem experimentu byli použiti psi vycvičení na metodu pachové identifikace, kteří se orientují pouze podle individuálního lidského pachu. Pachové vzorky byly získány tak, že osoba držela dlaň nad vysterilizovanou textilií ve výšce 5 cm po dobu 3 minut. Pachová komparace byla realizována se dvěma fenami. Obě feny správně ztotožnily sedm různých pachových vzorků odebraných bezkontaktním způsobem se vzorky odebranými standardním způsobem z oblasti trupu. Výsledky experimentu přináší nové možnosti v zajišťování pachových stop jako důkazu v trestním řízení.

5 Závěr

Přestože je metoda pachové identifikace praktikována v České republice už od sedmdesátých let 20. století, nebyl zde v této oblasti až do roku 2010 uskutečněn žádný výzkum. Získané výsledky této disertační práce jsou proto velkým přínosem a to zejména v otázkách odolnosti lidského pachu vůči působení vnějších vlivů a dále možnosti vytvoření pachové stopy kontaktním nebo bezkontaktním způsobem.

Experiment č. 1 se zabýval problematikou odolnosti lidského pachu vůči účinkům proudící vody. V praxi se často stává, že se pachatel zbavuje předmětu souvisejícího se spáchaným trestným činem tak, že jej odhodí do vody. Pak ale nastává otázka, zda pachová stopa ve vodním prostředí přetrvává a zda ji jsou speciálně cvičení psi na metodu pachové identifikace schopni ztotožnit. Výsledky, kterých bylo dosaženo, ukazují, že pachová stopa odolává působení proudící vody po dobu jedné hodiny. Další výzkum v této oblasti by měl být zaměřen na prodlužování doby expozice pachového vzorku těmto podmínkám.

Pro úspěšné provádění metody pachové identifikace je důležitá znalost dostatečně účinného čistícího procesu, nutného pro odstranění lidského pachu z nástrojů a pachových nosičů. Cílem experimentu č. 2 bylo ověřit, zda je parní sterilizace, rutinně používaný proces v kriminalistické praxi, dostatečně účinná pro odstranění pachového pozadí z textilie ARATEX[®]. Zjištění, že speciálně cvičení psi na metodu pachové identifikace jsou schopni ztotožnit lidský pach vystavený účinkům parní sterilizace je alarmující a potvrzuje nutnost změny metodiky odběru pachových stop pomocí textilního snímače.

Nanejvýše překvapivé výsledky týkající se odolnosti lidského pachu přináší experiment č. 3. Ukazuje se, že lidský pach odolává extrémně vysokým teplotám. Speciálně cvičení psi na metodu pachové identifikace byli schopni ztotožnit pachový vzorek vystavený teplotě 900°C. Vzhledem k nejvyšším možným teplotám varu těkavých organických sloučenin, kterými je tvořen lidský pach, se jedná o pozoruhodné výsledky, které stále neumíme uspokojivě vysvětlit.

Ze zkušenosti policejních i sportovních kynologů se již dávno uvažuje o existenci pachového spadu. V předchozích studiích však nebylo zcela jasně prokázáno, zda lze bezkontaktním přenosem vytvořit dostatečně silnou pachovou stopu, aby byla způsobila k pachové identifikaci. Výsledky experimentu č. 4 prokázaly, že bezkontaktním způsobem takto silnou pachovou stopu vytvořit lze. Kompletní složení lidského pachu v současné době není stále zcela známo, o to méně je známa tzv. aktivní pachová signatura, což je soubor látek, jimiž je

pes schopen se řídit při pachové identifikaci. Výsledky publikovaných prací mohou být tudíž vodítkem pro analytické chemiky zabývající se danou problematikou.

6 Přehled literatury

- Curran A. M., Prada P. A., Furton K. G. 2010a. Canine human scent identifications with post-blast debris collected from improvised explosive devices. *Forensic Sci Int.* 199 (1-3). 103-108.
- Curran A. M., Prada P. A., Furton K. G. 2010b. The differentiation of the volatile organic signatures of individuals through SPME-GC/MS of characteristic human scent compounds. *Journal Forensic Science.* 55 (1). 50-57.
- Curran A. M., Rabin S. I., Furton K. G. 2005. Analysis of the uniqueness and persistence of human scent. *Forensic Science Communications.* 7 (2). 1-10.
- Curran A. M., Rabin S. I., Prada P. A., Furton K. G. 2005. Comparison of the volatile organic compounds present in human odor using SPME-GC/MS. *J Chem Ecol.* 31 (7). 1607-1619.
- Curran A. M., Ramirez C. F., Schoon A. A., Furton K. G. 2007. The frequency of occurrence and discriminatory power of compounds found in human scent across a population determined by SPME-GC/MS. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 846 (1-2). 86-97.
- Curran A. M., Stockham R. A., Warren W., Eckenrode B., 2006. Human Scent Evidence: Scientific Support of Canine Operations and Teaching an Old Dog New Tricks (Poster and Video Display). Research Partnership Program of 34th Annual Symposium on Crime Laboratory Development. Atlanta GA.
- Dormont L., Bessiere J. M., Cohuet A. 2013. Human skin volatiles: a review. *J Chem Ecol.* 39 (5). 569-578.
- Hudson D. T., Curran A. M., Furton K. G. 2009. The stability of collected human scent under various environmental conditions. *Journal of Forensic Science.* 54 (6). 1270-1277.
- Kanda F., Yagi E., Fukuda M., Nakajima K., Ohta T., Nakata O. 1990. Elucidation of chemical compounds responsible for foot malodour. *Br J Dermatol.* 122 (6). 771-776.
- Kreyden O. P., Boni R., Burg G. 2002. *Hyperhidrosis and Botulinum Toxin in Dermatology.* Karger Medical and Scientific Publisher. Zurich. s. 978-3-8055-7306-1 978-3-8055-7306-1
- Kusano M., Mendez E., Furton K. G. 2013. Comparison of the Volatile Organic Compounds from Different Biological Specimens for Profiling Potential. *Journal of Forensic Sciences.* 58 (1). 29-39.
- Most K., Brückner G. H. 1936. Über Voraussetzungen und den derzeitigen Stand der Nasenleistungen von Hunden. *Schöps.* 12. 9 - 30.
- Nicolaides N. 1974. Skin lipids: Their biochemical uniqueness. *Science* 186 (4185). 19-26.
- Penn D., Potts W. 1998. How do major histocompatibility complex genes influence odor and mating preferences? *Advances in Immunology.* 69. 411-436.
- Penn D. J., Oberzaucher E., Grammer K., Fischer G., Soini H. A., Wiesler D., Novotny M. V., Dixon S. J., Xu Y., Brereton R. G. 2007. Individual and gender fingerprints in human body odour. *J R Soc Interface.* 4 (13). 331-340.
- Ramotowski R. S. 2001. *Composition of latent print residue.* CRC. Boca Raton, Florida. Fingerprints/Scent/Odor s.

- Schoon A., Haak, R. 2002. K9 Suspect discrimination. Detseling Enterprises Ltd. Calgary. s. 1550592335: 1550592335.
- Schoon G. A. A., Haak, R. 2002. K9 Suspect Discrimination Training and Practicing Scent Identification Line - Ups. National Library of Canada in Publication Data. Canada. s. 1-55059-233-5: 1-55059-233-5.
- Stockham R. A., Slavin D. L., Kift W. 2004. Survivability of Human Scent. Forensic Science Communications. 6 (4)
- Stoddart R. A. 1999. The scented Ape: The Biology and Culture of Human Odour. Cambridge University Press. Cambridge. s. 0 521 37511 8: 0 521 37511 8.
- Straus J., Kloubek, M. 2010. Kriminalistická odorologie. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. s. 8073802384: 8073802384.
- Syrotuck W. G. 2000. Scent and Scenting Dog. Pensilvanina. s. 0-9700494-2-0: 0-9700494-2-0.
- Szinak j. 1985. Int. Criminol. Police Rev. 58-63.
- Tomaszewski T., Girdwoyn P. 2006. Scent identification evidence in jurisdiction (drawing on the example of judicial practice in Poland). Forensic Sci Int. 162 (1-3). 191-195.
- Trojan S., Hrachovina V., Kittnar V., Koudelová O., Kuthan J., Langmeier V., Mareš M., Marešová J., Mourek D., Pokorný J., Sedláček J., Schreiber M., Trávníčková E., Wunsch Z. 2003. Lékařská fyziologie. Grada Publishing. Praha. s. 80-24705112-5: 80-24705112-5.
- Vyplelova P., Vokalek V., Pinc L., Pacakova Z., Bartos L., Santariova M., Capkova Z. 2014. Individual human odor fallout as detected by trained canines. Forensic Science International. 234. 13-15.
- Zeng X. N., Leyden J. J., Lawley H. J., Sawano K., Nohara I., Preti G. 1991. Analysis of characteristic odors from human male axillae. J Chem Ecol. 17 (7). 1469-1492.
- Zeng X. N., Leyden J. J., Spielman A. I., Preti G. 1996. Analysis of characteristic human female axillary odors: Qualitative comparison to males. J Chem Ecol. 22 (2). 237-257.

7 Summary

The dissertation thesis consists of four papers that have been published in scientific journals.

Scent identification line-ups, performed by specially trained dogs is a forensic method used in Czech Republic as well as in other countries. The method is based on the presumption that every human being has relatively stable individual odor. During the intrinsic scent identification dogs sniff to the starting odor which can be either the crime scene odor or the sample collected from the suspect and are supposed to match it with the corresponding odor placed in the line-ups comprising the target odor as well as complementary odors of similar character.

Study n. 1

The need to recover evidence from water is quite common in criminal investigation. The article deals with the possibility to collect human scent from such objects and with the ability of specially trained dogs to match such scent samples with scent samples collected from detained suspects. During an experiment, designed as a blind one, it has been proved, that human scent can survive on submerged objects and can be later used for scent identification.

Study n. 2

To collect odors the Czech Republic Police use special fabric sorbents manufactured under the registered mark ARATEX[®]. Before use the fabric sorbent is treated by water vapor sterilization. After the scent identification the sorbent is destroyed. The goal of the study was to verify if the vapor sterilization is effective enough to remove human scent that has already penetrated into the sorbent structure or in other words if the sorbent can be exposed to vapor sterilization and then used again. In the experiment odor samples were collected from the trunks of experimental subjects. The samples used later as starting odors were collected first and then treated by vapor sterilization. After couple a days the complementary odors as well as the target odors were collected using the same scenario as used in starting odors however without the exposure to vapor sterilization. Specially trained dogs were later used to match starting odors with target odors in the line-ups. The results showed that dogs are able to correctly match human odors even after they have being exposed to vapor sterilization.

Study n. 3

Human scent is a complex combination of many chemical substances. The values of the boiling points of human scent compounds were supposed to be lower than 400°C. The

purpose of the study was to determine the temperature at which the human scent is degraded so that a dog would not be able to identify it. In contrast to expectations, eight dogs used in the experiment almost flawlessly identified human scents from five scent donors exposed to temperatures of 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, and 800°C. Only two of the dogs were able to identify 5 of 15 scent samples exposed to 900°C. No dog identified a scent exposed to 1000°C. Our study verified heat survivability of human scent far beyond existing expectations. There may be an extremely heat resistant, previously undetected, compound of human scent, unsusceptible to heat which exceeds standard temperatures used for sterilization.

Study n. 4

We tested the hypothesis that if odor fallout (the release of a human's odor onto an untouched object) in human subjects exists, then holding a hand above an absorbent will produce a detectable scent which will be subsequently matched in a detection test by trained dogs. Scents were collected from seven males to sterile cotton absorbent squares. The left hand was used to get the control scent and the right hand served as the target scent. Each experimental subject was sitting; his left hand was laid down on a cotton square for 3 min. The right hand was held 5 cm above another cotton square for 3 min. The scent identification was done by two specially trained police German shepherds. Both dogs performed 14 line-ups and correctly matched the collected scents of all test subjects. The results suggest the existence of human odor fallout, whereby a human scent trace is left by humans even if they do not touch an object.