

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA HUMANITNÍCH STUDIÍ

Katedra Obecné antropologie



Bc. Tereza Dneboská

Environmentální faktory ovlivňující tělesnou vůni člověka

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jan Havlíček, Ph.D.

Praha 2012

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou prací vypracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato práce byla zpřístupněna v příslušné knihovně UK a prostřednictvím elektronické databáze vysokoškolských kvalifikačních prací Univerzity Karlovy a používána ke studijním účelům v souladu s autorským právem. Zároveň prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 14.9.2012

Tereza Dneboská

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce doc. Mgr. Janu Havlíčkovi, Ph.D. za pomoc při sestavování konceptu výzkumu, rady v průběhu experimentů a za časovou flexibilitu při psaní připomínek k mé diplomové práci.

Dále děkuji Mgr. Pavlíně Lenochové za to, že mě v mých výzkumných začátcích zasvětila do metodiky sběru pachových vzorků.

Také děkuji Kubovi Kreisingerovi za ochotu a lidský přístup ke statistickým analýzám, Katce Tomanové za cenné komentáře a korektury textu diplomové práce a Tomíkovi za navrácení motivace. Mé poděkování patří také Kačce a Vaci za nápady, konzultace a za to, že mě vždy vyslechly. V neposlední řadě děkuji všem dobrovolníkům, díky kterým se mohly výzkumy uskutečnit a FHS UK za finanční podporu při výzkumech.

Především ale děkuji svým rodičům za podporu během celého studia.

ABSTRAKT

Hlavním zdrojem lidské tělesné vůně je oblast podpaží. Podpažní vůně je pro každého jedince specifická a je ovlivňována genetickými a environmentálními faktory.

Tělesná vůně hraje důležitou roli v sexuální přitažlivosti potenciálních partnerů. Z vlivů prostředí se do tělesné vůně mohou promítat emoce, které jedinec právě prožívá a také informace o zdravotním stavu. Z faktorů prostředí mají na tělesnou vůni člověka významný vliv i stravovací návyky. Přesto není dosud příliš mnoho známo o efektu různých potravin a látek přijímaných ze stravy na tělesnou vůni, kromě vlivu červeného masa a česneku.

Provedli jsme tři experimenty, ve kterých jsme se zaměřili na dvě látky: kofein a beta-karoten. Kofein byl zkoumán i ve formě guarany. Použili jsme vnitrosubjektový design experimentů. Dobrovolníci dvakrát darovali svou tělesnou vůni, jednou po požití testovaných látek a podruhé v kontrolní situaci. Skupina hodnotitelů poté hodnotila atraktivitu a intenzitu vůně těchto vzorků.

Ukázalo se, že konzumace kofeinu má negativní vliv na atraktivitu a intenzitu tělesné vůně. U guarany a beta karotenu se účinek neprokázal. Výsledky částečně potvrdily, že efekt dietetických faktorů na kvalitu tělesné vůně nelze ve výzkumech tělesné vůně opomínat.

Klíčová slova: tělesná vůně člověka; atraktivita; strava; kofein; guarana; beta-karoten.

ABSTRACT

The main source of the human body odour is an axillary region. Human body odour is individually specific and results from genetic and environmental factors.

Human body odour is an important sexual attractant for potential partners. It is influenced by environmental factors, such as an emotional state and health. Important environmental factors influencing human body odour are also eating habits. However, we know very little about how particular dietary components shape our body odour. Only the effect of red meat and garlic consumption have been tested.

Here we tested the effect of caffeine (from usual source and guarana) and beta-carotene. In our three experiments we used a balanced within-subject experimental design. Volunteers donated twice their body odour: once after ingestion of the tested substance, second time in the control situation. Samples were then assessed for their attractiveness and intensity by group of women.

Results showed that caffeine consumption may influence negatively attractiveness and intensity of human body odour. Guarana and beta-carotene did not show any significant results.

These results partially confirmed that dietary factors influence the quality of the human body odour. This field should be further studied as a part of the environmental factors influencing human body odour individuality.

Key Words: human body odour; attractivity; diet; caffeine; guarana; beta-carotene.

1 OBSAH

1	OBSAH	6
2	ÚVOD	8
3	OLFAKTORICKÁ KOMUNIKACE	10
3.1	OLFAKTORICKÁ KOMUNIKACE U SAVCŮ.....	10
3.1.1	<i>Olfaktorická komunikace u člověka</i>	11
3.2	INFORMACE PŘENÁŠENÉ OLFAKTORICKÝMI SIGNÁLY	13
4	TĚLESNÁ VŮŇ ČLOVĚKA	15
4.1	VZNIK TĚLESNÉ VŮŇE	15
4.1.1	<i>Kožní žlázy</i>	15
4.1.2	<i>Axilární mikroflóra</i>	17
4.2	GENETICKÝ VLIV NA TĚLESNOU VŮŇ ČLOVĚKA	18
4.2.1	<i>MHC a jeho vliv na tělesnou vůni, pohlavní výběr</i>	19
4.3	VLIV PROSTŘEDÍ NA TĚLESNOU VŮŇ ČLOVĚKA.....	22
4.3.1	<i>Reprodukční stav, antikoncepce</i>	22
4.3.2	<i>Emoce, stres</i>	23
4.3.3	<i>Zdravotní stav</i>	24
4.3.4	<i>Strava</i>	27
4.4	SOCIOKULTURNÍ ASPEKTY PACHŮ	29
5	TESTOVANÉ LÁTKY	31
5.1	KOFEIN.....	31
5.1.1	<i>Zdroje a historie</i>	31
5.1.2	<i>Dávka</i>	33
5.1.3	<i>Mechanismus působení</i>	33
5.1.4	<i>Fyziologický efekt</i>	34
5.1.5	<i>Metabolismus kofeinu</i>	35
5.1.6	<i>Snášlivost, závislost, abstinční příznaky</i>	36
5.2	GUARANA	37
5.3	BETA-KAROTEN	38
6	CÍLE PRÁCE	41
7	METODIKA	43
7.1	KOFEIN.....	43

7.1.1	<i>Participanti</i>	43
7.1.2	<i>Hodnotitelky</i>	45
7.1.3	<i>Sběr vzorků</i>	46
7.1.4	<i>Hodnocení vzorků</i>	49
7.1.5	<i>Analýza dat</i>	51
7.2	GUARANA	51
7.2.1	<i>Participanti</i>	52
7.2.2	<i>Sběr vzorků</i>	53
7.2.3	<i>Hodnocení vzorků</i>	54
7.2.4	<i>Analýza dat</i>	55
7.3	BETA KAROTEN	55
7.3.1	<i>Participanti</i>	55
7.3.2	<i>Sběr vzorků</i>	56
7.3.3	<i>Hodnocení vzorků</i>	57
7.3.4	<i>Analýza dat</i>	57
8	VÝSLEDKY	58
8.1	KOFEIN.....	58
8.2	GUARANA	59
8.3	BETA-KAROTEN	60
9	DISKUZE	62
10	ZÁVĚR	69
11	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ	70

2 ÚVOD

V posledních několika desetiletích se výrazně zvýšil zájem o zkoumání tělesné vůně člověka. Existuje celá řada odborných a populárně-naučných článků, které se zabývají tím, jak tělesná vůně vzniká, co nám může říci o svém nositeli, jakou roli hraje při komunikaci a jaké faktory ji ovlivňují. Do centra zájmů se tak dostala genetická podmíněnost lidské tělesné vůně, role čichu a tělesné vůně při výběru partnera nebo ve vztahu matky a novorozence. Zkoumá se individualita tělesné vůně, pohlavní rozdíly, MHC a vliv různých environmentálních faktorů.

S rostoucím zájmem o zkoumání tělesné vůně se zvyšuje i počet otázek, které si výzkumníci mohou pokládat. My jsme se zaměřili na vliv environmentálních faktorů na tělesnou vůni člověka, konkrétně na vliv stravy. Základem pro náš výzkum se stala studie Jana Havlíčka a Pavlína Lenochové, která prokázala, že strava (v tomto případě červené maso) může mít vliv na atraktivitu podpažní vůně (Havlíček & Lenochová 2006). Rozhodli jsme se prozkoumat látky ve stravě poměrně běžné, a to kofein a beta-karoten. Experimentální část této práce se skládá ze tří pokusů. V prvním pokusu je zkoumán vliv kofeinu na atraktivitu tělesné vůně. Kofein je nejrozšířenější a nejvíce užívaný stimulant na světě, každý z nás se s ním setkává denně, ať už v podobě kávy, čaje či dalších nápojů, potravin nebo léků. Proto jsme si položili otázku, zda může ovlivňovat atraktivitu tělesné vůně člověka. V dalším pokusu je zkoumán účinek guarany, která obsahuje kofein, tudíž působí na lidský organismus taktéž stimulačně, avšak není pro lidský organismus toxická v takové míře, jako kofein z jiných zdrojů. Jelikož v prvních dvou pokusech jsme se zabývali kofeinem, který patří do skupiny alkaloidů, je tedy považován za přírodní jed, ve třetím pokusu jsme se rozhodli vyzkoušet vliv beta-karotenu, který funguje jako antioxidant. Látky s antioxidačními účinky ochraňují organismus před civilizačními chorobami a zpomalují procesy stárnutí tím, že likvidují volné radikály, které jinak ničí tělesné tkáně.

První kapitola teoretické části práce se zabývá olfaktorickou komunikací u savců jako takovou a tím, jaké informace se mohou olfaktoricky přenášet. Druhá kapitola popisuje tělesnou vůni člověka, a to vznik tělesné vůně, její individualitu, genetický základ a vliv environmentálních faktorů jako je reprodukční a zdravotní stav, emoce a strava. Je

zde také zmíněn sociokulturní kontext pachů, tedy to, jakým způsobem může tělesná vůně ovlivňovat například sociální stratifikaci společnosti.

V další kapitole jsou charakterizované látky, které jsme experimentálně zkoumali, a to kofein, kofein z guarany a beta-karoten. Je zde zmíněn jejich účinek na člověka a mechanismus jejich působení.

V poslední části se nachází popis a výsledky našich tří experimentů.

3 OLFAKTORICKÁ KOMUNIKACE

3.1 Olfaktorická komunikace u savců

Eisenberg & Kleimanová (1972) definovali olfaktorickou komunikaci savců jako proces, ve kterém jsou chemické signály tvořeny a vysílány jedním jedincem a vzduchem přenášeny k jinému jedinci, který tyto signály identifikuje a může na ně adekvátně odpovědět.

Jednotlivé druhy živočichů využívají čich a olfaktorickou komunikaci rozdílně. Jejich čich je k tomu různě uzpůsoben a vyvinut. Savci mohou být rozděleni podle čichových schopností na tři skupiny: makrosmatické druhy, které mají čich velmi dobře vyvinut (např. šelmy, hlodavci), mikrosmatické, u nichž je čich vyvinut méně (např. primáti včetně člověka) a anosmatické druhy, u nichž čich zakrněl (např. kytovci). Pro lepší představu o rozdílu mezi makrosmatickými a mikrosmatickými druhy můžeme srovnat počet funkčních čichových receptorů psa a člověka. Člověk jich má zhruba 10 – 20 milionů, zatímco pes až 230 milionů (Knoz 1979, s. 179 - 180).

Výhodou olfaktorické komunikace je, že pachem lze komunikovat, i když ten, kdo signál vyslal, již není přítomen (Eisenberg & Kleiman 1972.) Další výhodou této komunikace je, že není závislá na světle, pachem tedy lze komunikovat i ve tmě a může být použita i ve vodě a na delší vzdálenosti (Porter 1999). Čich je savci dále využíván pro vyhledávání potravy a zhodnocení, zda není pro jedince nebezpečná (Stevenson 2010).

Hlavním orgánem pro detekci pachových signálů u savců je čichový epitel, neboli sliznice nosní dutiny. Vedle něj se u savců vyvinul přídatný olfaktorický systém, pomocí kterého lze vnímat specifické chemické látky, u savců často označované jako feromony. Tento systém tedy umí zaznamenat chemické signály, které způsobují změny v sexuálním chování a fyziologii (Bartoshuk & Beauchamp 1994). Přídatný olfaktorický systém je tvořen třemi systémy. Prvním je trigeminální systém (v dutině ústní, odpovídá na horké

a studené vjemy), dále jsou to terminální nervy a vomeronasální systém¹ (Eisenberg & Kleiman 1972, Winberg & Porter 1998, Hays 2003, Stockhors & Pietrowsky 2004).

3.1.1 Olfaktorická komunikace u člověka

Pro člověka je čich jedním z pěti základních smyslů, kterým přijímá informace z vnějšího prostředí. Navzdory své složitosti a komplexitě se důležitost čichu a čichové komunikace u člověka v porovnání s ostatními savci výrazně snížila (Stevenson 2010). Příčinou může být to, že s rozvojem zraku a sluchu, kterými mohou lidé komunikovat na větší vzdálenosti, byla chemická komunikace upozadněna (Stockhorst & Pietrowsky 2004). Lidé sami své čichové schopnosti podceňují a proti pachu upřednostňují vizuální podněty (Engen 1973, Sela & Sobel 2010), a to zejména v situacích, kdy jsou vizuální a olfaktorické podněty v konfliktu. Skupina hodnotitelů se měla pokusit verbálně popsat chuť vína, které jim bylo předloženo. Bylo to bílé víno obarvené na červeno. Všech 54 hodnotitelů popisovalo toto víno vlastnostmi typickými pro červené víno (Morrot 2001).

Lidské čichové schopnosti jsou ale na velmi dobré úrovni. Člověk je například schopen čichem rozpoznat merkaptany², a to již ve velmi nízké koncentraci. Kdybychom měli dva padesátimetrové plavecké bazény a do jednoho z nich přidali tři kapky odorantu³, člověk by byl schopen určit, do kterého z bazénů byl odorant přidán (Sela & Sobel 2010).

Stevenson (2010) definoval tři hlavní kategorie funkcí čichu a čichové komunikace u člověka: První kategorií je přijímání potravy. Čich pomáhá při vyhledávání, identifikaci, přijímání potravy a při hodnocení její kvality. Do této kategorie patří i vyhledávání potravy novorozeňaty.

¹ Vomeronasální systém je tzv. přídatným olfaktorickým systémem a zpracovává chemické informace spojené s komunikací a sexuálním chováním živočichů. Hlavním orgánem je vomeronasální orgán, který reaguje na feromony (látky vylučované jedinci stejného druhu vyvolávající reakci druhého jedince) (Stockhors & Pietrowsky 2004).

² látky, které se přidávají do metanu, který je jinak bez zápachu

³ odorant = molekuly, lze je chemicky popsat, naproti tomu vůně/pach (z angl. odour) = konstrukt nervového systému

Druhou kategorií je rozpoznání nebezpečných látek. Člověku slouží čich k detekci nebezpečných látek, například požáru či unikajících toxických látek (Filsinger & Fabes 1985, Stockhorst & Pietrowsky 2004). Dále se díky čichu člověk vyhne konzumaci zkažených potravin.

Třetí kategorií dle Stevensona je funkce sociální komunikace. Tělesná vůně člověka může být zdrojem informací pro druhé. Může informovat o tom, zda je jejím nositelem muž či žena (Stockhorst & Pietrowsky 2004), zda je tento jedinec náš příbuzný a dokonce i informuje o tom, jaké emoce dotyčný právě prožívá (Ackerl *et al.* 2002). Tělesná vůně může též poukazovat na zdravotní stav jedince (Laffel 1999) či na jeho reprodukční status (Chen & Haviland-Jones 1999). Čich a pachy mohou ovlivňovat sexuální chování, výběr partnera, vytváření párových svazků, reprodukci a zabraňovat inbreedingu⁴ (Weisfeld *et al.* 2003, Stevenson 2010).

Již dlouho se spekuluje, zda lidská tělesná vůně může v komunikaci fungovat podobně jako u jiných savců - tedy zda existuje lidský feromon⁵ (Bartoshuk & Beauchamp 1994). Termín feromon se používá, když mluvíme o specifické pachové komunikaci. Pachové signály feromonové povahy mohou odpuzovat, přitahovat nebo ovlivňovat chování ostatních jedinců (Filsinger & Fabes 1985). Člověk je schopen cítit některé látky, které jsou feromonální povahy, například androstenon a androstenol (Stockhorst & Pietrowsky 2004).

Pravděpodobným důkazem existence feromonů u člověka může být například synchronizace menstruačního cyklu žen, pokud tyto ženy žijí pohromadě (Filsinger & Fabes 1985, Hays 2003). Synchronizace menstruačního cyklu žen byla v některých výzkumech potvrzena, a to u Beduínů (Weller & Weller 1997), kancelářských pracovnic (Weller *et al.* 1999) a u spolubydlících na koleji, které byly zároveň blízkými přítelkyněmi (Weller *et al.* 1995). Synchronizace se naopak nepotvrdila u spolupracovnic – vojáků, pracujících v jedné kanceláři (Weller & Weller 1995a), basketbalistek, které nežily

⁴ křížení mezi příbuznými jedinci

⁵ Karlson & Lusher v roce 1959 definovali feromony jako látky, které jsou jedincem vylučovány a druhým jedincem stejného druhu přijímány, u příjemce pak tyto látky vyvolají specifickou reakci (Hays 2003).

pohromadě (Weller & Weller 1995b) ani u pohromadě žijících lesbických párů (Weller & Weller 1998). Nebyla potvrzena ani u tradičně žijící společnosti na Mali, kde ženy žily dlouhodobě spolu (Strassmann 1997).

V dalším experimentu byly ženám ve folikulární fázi cyklu odebrány nevonné složky potu, které byly poté aplikovány nad horní ret jiné skupině žen. U těchto žen bylo poté zaznamenáno zkrácení cyklu. Naopak pot odebraný ženám během ovulace cyklus druhých žen prodloužil, což autorky tohoto výzkumu považují za důkaz existence feromonů u člověka (Stern & McClintock 1998). Tato synchronizace byla zkoumána i u primátů. Přestože výsledky na lidech a primátech nejsou přesvědčivé a svědčí spíš o tom, že synchronizace menstruačního cyklu se nevyskytuje, stále se předpokládá, že by mohla existovat (Setchell *et al.* 2011).

3.2 Informace přenášené olfaktorickými signály

Olfaktorické signály mohou vypovědět mnoho o svém nositeli, například zda je tento jedinec příbuzný. Na míře příbuznosti a schopnosti ji rozpoznat pak může záviset míra rodičovské péče, příbuzenského altruismu či vyhnutí se inbreedingu, a to díky tomu, že tělesná vůně příbuzných bývá hodnocena jako nepříjemnější. Schopnost rozpoznat příbuzné byla potvrzena u hmyzu, dalších bezobratlých i obratlovců. I každý člověk má svůj charakteristický pach, podle něhož můžeme jedince rozpoznat (Weisfeld *et al.* 2003).

Savci dále využívají čich k rozlišování jedinců stejného druhu nebo jedinců ze stejné/jiné skupiny v rámci druhu (Porter 1999), ke komunikaci v rámci druhu nebo skupiny. Rozpoznání jedinců v rámci skupiny je důležité pro vytváření sociálních vazeb a hierarchické fungování jedinců v rámci skupiny (Kavaliers *et al.* 2005). Čich bývá dále využíván k určení přítomnosti predátorů (McPhee *et al.* 2010). Pachem lze předávat informace o pohlaví, sexuálním a sociálním statusu a tělesné kondici. Pomocí čichu lze například rozpoznat jedince nakažené parazity (Kavaliers *et al.* 2005).

Pokud je jedinec stejného druhu, lze pomocí pachu získat informace o jeho věku, pohlaví, reprodukčním statusu nebo jeho náladě (Eisenberg & Kleiman 1972). Lidé jsou taktéž schopni rozeznat svou vlastní vůni od vůně ostatních jedinců (Platek *et al.* 2001), rozpoznat vůni muže od vůně ženy nebo rozpoznat vůni sexuálního partnera.

Ženy jsou schopny rozpoznat vůni svého novorozeného dítěte a i dítě rozpozná pach své matky. Schopnost vyhledat bradavku matky je u mláďat savců naprosto klíčová dovednost, nutná k jejich přežití. U člověka není tato dovednost tolik nutná k přežití jako u ostatních savců, ale může hrát důležitou roli ve formování vztahu mezi matkou a dítětem. Schopnost rozpoznat matku od ostatních žen může být důležitá pro vytvoření vazby s matkou, tzv. attachmentu (Filsinger & Fabes 1985, Winberg & Porter 1998). Čich a pach se ukazují také jako důležité prostředky k vyvolání a udržení mateřského chování u matky (Porter & Winberg 1999).

Čich je smyslem, který se vyvíjí u plodu poměrně záhy. Z prostředí *in utero* tak má plod poměrně významnou čichovou a chuťovou zkušenost se svou plodovou vodou (Marlier *et al.* 1998) a asi do třetího dne od narození je touto vůní přitahován. Poté začíná novorozenec preferovat vůni své matky (Marlier *et al.* 1997). Novorozenci následně několik dalších týdnů vykazují silný zájem o pachové signály vycházející z oblastí prsních bradavek a dvorců matky (Porter 1999, Porter & Winberg 1999, Schaal *et al.* 2009) a o vůni mateřského mléka (Doucet *et al.* 2007). Tím je jim usnadněno nalezení bradavky a následné sání (Varendi *et al.* 1997, Marlier *et al.* 1998, Porter & Winberg 1999). Již po několika dnech mohou novorozenci poznat svou matku i podle její axilární vůně (Cernoch & Porter 1985, Porter & Winberg 1999). Výsledky těchto experimentů naznačují, že kojící matky vylučují specifické chemické signály, kterými je přitahována pozornost novorozenců, a to dokonce i těch, kteří nikdy nebyli kojeni (Makin & Porter 1989).

Pokud je s kojením spojen nějaký další, do té doby pro dítě neznámý pach a dítě je mu vystaveno delší dobu, bude posléze oproti jiným pachům preferovat tento (Delaunay-El Allam *et al.*, 2006).

Starší děti dokáží rozpoznat vůni svých biologických sourozenců, nikoli však nevlastních (Weisfeld *et al.* 2003).

4 TĚLESNÁ VŮNĚ ČLOVĚKA

Individuální tělesná vůně člověka je určována jednak faktory relativně stálými v čase (genetickými) a nebo proměnlivými faktory z vnějšího prostředí a aktuálním zdravotním/psychickým stavem jedince (Potter 1999, Pandey & Kim 2011).

Výzkum lidské tělesné vůně člověka lze rozdělit do tří nejvíce zkoumaných kategorií: pach kůže a produktů kožních žláz, ústní dutiny (pach dechu) a moči (Pandey & Kim 2011). Další zkoumanou oblastí lidského těla s typickým pachem je anogenitální oblast; konkrétně pach výkalů, vaginálních sekretů a spermatu (Pause 2004).

Nejčastěji studovanou kategorií z výše uvedených je především pach produktů kožních žláz vznikající podpaží (Kohoutová *et al.* 2012). Pach vycházející z podpaží je nejvýraznější a dominuje nad ostatními pachy.

Zájem o tělesnou vůni člověka se začal zvyšovat zhruba v 60. letech 20. století, kdy se vědci začali zabývat otázkou, jak vlastně podpažní pach vzniká (Shelley *et al.* 1953).

4.1 Vznik tělesné vůně

4.1.1 Kožní žlázy

Tělesný pach vzniká vylučováním sekretů kožních žláz s následným působením kožních bakterií. Kožní žlázy patří mezi deriváty epidermis, což je svrchní vrstva kůže, která se neustále obměňuje. Samotný pot vylučovaný žlázami na kůži má kyselé pH, které chrání kůži a především zabraňuje množení nežádoucích mikrobů (Čihák 2009).

V lidské kůži se nachází tři druhy žláz: mazové (ad 1), potní ekrinní (ad 2) a potní apokrinní (ad 3).

1. Mazové žlázy jsou připojeny k chlupovým/vlasovým váčkům, z nichž vyrůstají chlupy nebo vlasy. Mazové žlázy u savců produkují maz (sebum), který přechází na srst a povrch kůže. U člověka, přestože ztratil většinu chlupů, zůstaly mazové žlázy zachovány (Stoddard 1990). Produkovaný maz chrání kůži člověka proti vodě a zvláčňuje ji. U člověka se mazové žlázy v největším množství vyskytují na hrudníku, zádech, čele, tvářích, prsních dvorcích

a zevním genitálu (Stoddard, 1990). U každého člověka se zvyšuje počet mazových žláz s přibývajícím věkem. U dětí je tak sekrece mazových žláz nízká, zvyšuje se až nástupem puberty vlivem androgenů. U žen klesá sekrece mazových žláz s nástupem menopauzy, u mužů zůstává stejná až do osmdesáti let, kdy se opět snižuje produkce androgenů (Pochi *et al.*, 1979, Stoddard 1990). Sekret produkovaný mazovými žlázami obsahuje mastné kyseliny, triglyceridy, cholesterol a jeho deriváty.

2. Potní ekrinní žlázy, neboli malé potní žlázy, jsou po celém těle člověka rozmístěny nerovnoměrně. Ve větším množství je najdeme v podpaží, na čele, na dlaních rukou a ploskách nohou. Nevyskytují se pouze na nehtovém lůžku, okraji rtu, žaludu penisu a ušním bubínku. Potní žlázy vylučují vodnatý sekret přímo na povrch těla, který se odpařuje a tím ochlazuje organismus. Sekret obsahuje anorganické látky (sodík, draslík, chloridy, uhličitany, čpavek) a organické látky (mastné kyseliny, močovinu, laktát). Potní žlázy mohou v reakci na určité podněty vylučovat sekret ve zvýšené míře, zejména při fyzické námaze, ale například i ve stresu či při pocíťovaném strachu a vzrušení (Stoddard 1990, Čihák 2009). Sekrece ekrinních žláz je inervována přes sympatická vlákna, tudíž může být aktivována těmito podněty (Pause 2004). Působení kožních bakterií na sekret ekrinních žláz má za následek vznik mírného pachu (Shelley *et al.* 1953).

3. Na rozdíl od mazových a potních žláz se apokrinní žlázy (neboli velké potní žlázy) nacházejí pouze na některých částech těla. V největším množství se vyskytují v oblastech, kde je přítomno terciální ochlupení, a to v podpaží, na bradavkách, na pokožce hlavy, okolo pupíku, na zevním genitálu, v uších, okolo očí a rtů a na stranách nosu (Stoddard 1986). Přítomnost ochlupení přispívá k intenzitě axilárního pachu, neboť je příznivým prostředím pro růst bakteriální mikroflory (zadržuje vlhkost a tím vytváří příznivé prostředí pro růst), zadržuje pachové látky a snižuje účinnost umývání podpaží (Shelley *et al.* 1953, Kohoutová *et al.* 2012). Samotný pach sekretu apokrinních žláz je mnohem silnější než pach vytvořený bakteriemi z ekrinních sekretů (Shelley *et al.* 1953). S produkcí sekretu začínají tyto žlázy až v období puberty, kdy

začínají působit pohlavní hormony, ve stáří jejich produkce tím pádem klesá (Shelley *et al.* 1953). Sekret těchto žláz, označovaný jako čerstvý apokrinní pot, obsahuje mastné kyseliny, steroidy a dále například i cholesterol (Leyden *et al.* 1981).

Hustota kožních žláz může být jedním z důkazů toho, že podpažní pach má u člověka komunikační funkci. Někteří autoři dokonce hovoří o „axilárním orgánu“ (Stoddard 1990).

Ženy mají o 75% apokrinních žláz v podpaží méně než muži, u mužů jsou navíc tyto žlázy mnohem větší. Liší se i bakterie, které osidlují podpaží mužů a žen. Když k sexuálnímu dimorfismu kožních žláz v podpaží přidáme ještě fakt, že tyto žlázy začínají pracovat až v pubertě, vlivem pohlavních hormonů, můžeme se domnívat, že skutečně tento pach hraje roli v sexuální komunikaci (Stoddard 1990, Hays 2003).

4.1.2 Axilární mikroflóra

Mazové, potní i apokrinní žlázy vylučují sekrety, které samy o sobě nemají téměř žádnou vůni. Tento sekret získá pro každého jedince specifickou vůni až ve chvíli, kdy se dostane do kontaktu s kožními mikroorganismy (Shelley *et al.* 1953, Shehadeh & Kligman 1963, Leyden *et al.* 1981). Jsou to především produkty apokrinních žláz, ze kterých je působením bakterií vytvořena typická podpažní vůně (Pause 2012).

Na kůži člověka najdeme rezidentní, přechodné a dočasně rezidentní bakterie. Rezidentní bakterie jsou schopny reprodukce a vytváří tak hlavní složku pachu (Bojar & Holland 2002). Axilární mikroflóra se skládá ze několika hlavních skupin bakterií: stafylokoků, aerobních koryneformních bakterií, mikrokoků, propionobakterií a z kvasinek rodu *Malassezia* (Bojar & Holland 2002). Nejčastěji se z těchto bakterií v axilární mikrofloře vyskytují stafylokoky a aerobní koryneformní bakterie (Taylor *et al.* 2003), u mužů jsou častější aerobní koryneformní bakterie, u žen jsou to naopak mikrokoky a propionobakterie (Leyden *et al.* 1981). Nejméně jsou na kůži zastoupeny kvasinky rodu *Malassezia* (Taylor *et al.* 2003). Množství a druh mikroflóry se neliší mezi pravým a levým podpažím (Leyden *et al.* 1981). Přechodné bakterie se vyskytují hojně tam, kde je i vysoká

hustota mazových žláz; v takových místech dominují propionobakterie a kvasinky rodu *Malassezia* (Bojar & Holland 2002).

Axilární mikroflóra kolonizuje kůži různorodě, hustotu a druhy bakterií na kůži určuje více faktorů. Patří mezi ně například hustota přítomných žláz, teplota, pH, hydratace kůže a množství živin (kyslík, dusík, vitamíny) (Bojar & Holland 2002). Hydratace například souvisí s hustotou a aktivitou ekrinních žláz; bakterie rodu *Malassezia* jsou závislé na přísunu tuků, je jich tudíž více v oblastech, kde jsou aktivní mazové žlázy, např. na hlavě (Holland & Bojar 2002).

Bakterie a kvasinky působící na čerstvý pot jej přemění ve směs vody, mastných kyselin, kyseliny mléčné a dusíkatých metabolitů jako je čpavek a kyselina močová (review Zernecke *et al.* 2010) Mezi mastné kyseliny tvořící charakteristický pach patří mastné kyseliny s krátkým (C2 - C5) a středně dlouhým řetězcem (C6 - C11). Pach je dále tvořen steroidy ze skupiny 16-androstenů (James *et al.* 2004), kam patří 5 α -androstenon, androstadienon, androstadienol, 3 α -androstenol a 3 β -androstenol (Pause 2004).

16-androsteny jsou metabolity mužských pohlavních hormonů. Vůně androstenolu, která se projevuje v oblasti podpaží, bývá popisována jako pižmovitá nebo jako vůně santalového dřeva, naopak vůně androstenonu jako močovitá či květinová. Obsah mastných kyselin a jednotlivých steroidů se ve vzniklém potu individuálně liší.

Bylo prokázáno, že androstenol a androstadienon u prasat fungují jako feromony (Dorries *et al.* 1995, Jacob *et al.* 2002), proto se spekuluje o feromonální podstatě podpažního potu i u člověka. Axilární žlázy člověka jsou podobné žlázám savců, kteří produkují feromony (Hays 2003). Někteří autoři spekulují, že původně byl hlavním zdrojem pachu pro ostatní zevní genitál, ale vzpřímená chůze zřejmě způsobila, že se primární oblastí pro chemickou komunikaci stala axilla (Pawlowski 1999).

4.2 Genetický vliv na tělesnou vůni člověka

Jak je zmíněno výše, tělesná vůně člověka je určována genetickými faktory. Příbuzní se proto nepodobají pouze vzhledem, ale i svou tělesnou vůní.

To, že má tělesná vůně svůj genetický základ, potvrdily studie s jednovaječnými dvojčaty. Lidé byli schopní odlišit vůně jiných lidí od vůní monozygotických dvojčat a přiřadit k sobě vůně dvojčat správně (Roberts *et al.* 2005).

Kromě dvojčat mají podobný genetický základ ovlivňující jejich tělesnou vůni i biologičtí sourozenci a rodiče s dětmi. Mezi sedmi různými pachovými stimuly dokázali muži, ženy a děti správně identifikovat své biologické příbuzné (review Porter 1998, Weisfeld *et al.* 2003).

4.2.1 MHC a jeho vliv na tělesnou vůni, pohlavní výběr

Pro organismus je důležité zplodit potomky s kvalitním partnerem, aby se potomci dožili dospělosti a mohli se dál množit. Partner může být kvalitní z hlediska sociálního (ochota a schopnost pomáhat při péči a výchově potomků) a genetického.

U savců investuje do potomstva výrazně více samice (Barret *et al.* 2007), a tak si právě ta ve většině případů vybírá partnera a tím pádem i geny pro své potomstvo (Moller & Thornhill 1998). Vybere-li si jedince s dobrými geny, zvýší tak i cenu potomků pro jejich budoucí partnery. Geny mohou ovlivňovat zdravotní stav jedince, tím pádem i zdravotní stav potomků. Zdravější samec bude dále schopný lépe se o potomky postarat.

Výzkumy potvrdily, že mnohá zvířata si vybírají partnery také pomocí pachu, který odráží imunitní systém jedince (Jordan & Bruford 1998, Rantala *et al.* 2002, Roberts *et al.* 2005) a zdá se, že i člověk si vybírá potenciální partnery na základě pachů odrážejících HLA (Milinski 2006).

4.2.1.1 MHC/HLA

Mezi geny, které souvisí se zdravotním stavem, patří geny MHC. Hlavní histokompatibilní komplex (z angl. Major histocompatibility complex, zkr. MHC) je polymorfní chromozomální úsek genů obratlovců, u člověka nazýván HLA (human leukocyte antigen). MHC geny hrají důležitou roli při imunitních reakcích organismu. Díky tomuto úseku genů jsou v leukocytech produkovány MHC glykoproteiny I. a II. třídy, které jsou zodpovědné za rozeznávání částic cizího původu. Pokud je organismus napaden

patogenem, může imunitní systém reagovat pomocí specifické odpovědi, která vede k tvorbě protilátek. MHC I. třídy umožňují odhalit především napadení vnitrobuněčnými patogeny, jako jsou například viry. MHC II. třídy naproti tomu rozeznávají mimobuněčné patogeny, například bakterie (Gilbert *et al.* 1986, Penn & Potts 1999).

MHC status je u savců nejlépe detekovatelný z moči, HLA status se odráží v podpažním pachu (Soo & Stevenson 2007). Geny MHC tak mají pravděpodobně vliv na výběr partnera tím, že se projevují v tělesném pachu (Jordan & Bruford 1998, Milinski 2006) a atraktivitě tváře (Thornhill *et al.* 2003).

Není přesně jasné, jakými mechanismy mohou MHC geny pach jedince ovlivnit, nicméně existuje několik hypotéz:

4. MHC geny by mohly ovlivňovat pach přímo. Důkazem pro tuto teorii by mohl být fakt, že MHC molekuly byly nalezeny v tělních tekutinách, např. v moči, potu a slinách (Wobst *et al.* 1999).
5. MHC molekuly by mohly vázat peptidové složky, které se dají vnímat čichem a přenášet je do apokrinálních žláz (review Havlíček & Roberts 2009).
6. MHC geny mohou ovlivňovat pach tím, že mění spektrum kožních mikroorganismů a určují tím specifickou mikroflóru jedince (Penn & Potts 1998).
7. Tělesný pach může být ovlivněn peptidy, které jsou vázány na MHC molekuly, tzv. peptidová hypotéza (review Havlíček & Roberts 2009).
8. Poslední teorie kombinuje peptidovou hypotézu s teorií specifické mikroflóry. MHC molekuly na sebe vážají peptidy, které jsou ale detekovatelné čichem až díky jejich rozkladu pomocí mikroflóry, která je specifikována geny MHC (Penn & Potts 1998).

Pro potomstvo je tudíž ideální, pokud se MHC geny rodičů doplňují a kombinují. Preference pro heterozygoty v genech MHC může přinášet lepší imunitní systém potomků a lepší životaschopnost. Čím je širší spektrum MHC genů, tím bude i větší rezistence proti parazitům (Roberts & Rosier 2010).

Souvislost mezi MHC geny a výběrem partnera byla pozorována u myší již v roce 1976 (Yamazaki *et al.* 1976). Samice myší preferovaly samce s odlišnými geny MHC. V jiných studiích ale tato preference jednoznačně prokázána nebyla (Eklund 1997). I u lidí výzkumy prokázaly preferenci žen pro partnery s odlišnými HLA geny (Wedekind & Füre 1997). Výzkum z roku 2003 ukázal, že muži preferovali pach žen s odlišným HLA, ale ženy v plodné fázi nevykazovaly ohledně HLA žádné preference (Thornhill *et al.* 2003).

Užívání hormonální antikoncepce zřejmě tyto preference ovlivňuje a ženy užívající hormonální antikoncepci preferují muže s podobným HLA (Wedekind & Füre 1997, Roberts *et al.* 2008). Konkrétně ve studii Roberste *et al.* (2008) závisely preference žen také na tom, zda žena aktuálně měla partnera. Muže s odlišným MHC preferovaly spíše ženy, které žily v partnerském svazku (Roberts *et al.* 2008).

Wedekind a Füre posun v preferencích vysvětlují tím, že hormonální antikoncepce navozuje tělu ženy stav podobný těhotenství, a tak ženy již nutně nepotřebují partnera, který zplodí nejlepší potomstvo, ale takového, který se o potomky je schopen postarat (Wedekind & Füre 1997).

Lidé jsou dokonce schopni rozpoznat pach myší, který se liší pouze v jediném lokusu na chromozomu, který kóduje MHC (Gilbert *et al.* 1986).

Zdraví jedinci si však také mohou dovolit potlačit svůj imunitní systém, a to například zvýšenou produkcí testosteronu. Ten má u mužů kromě imunosupresivní funkce za následek zvýraznění sekundárních pohlavních znaků (Folstad & Karter 1992), a tím vyšší atraktivitu pro opačné pohlaví (viz dále).

4.2.1.2 Pohlavní výběr, pach a fluktuální asymetrie

Lidé jsou vysoce sexuálně dimorfičtí primáti. Pohlavní dimorfismus se mohl evolučně vyvinout pohlavním výběrem – tedy takovým typem přírodního výběru, který upřednostňuje znaky zvyšující šance na párování (Barrett *et al.* 2007).

Morfologické znaky obou pohlaví výrazně ovlivňují partnerské preference (Peters *et al.* 2009). Při výběru partnera na základě vizuálních podnětů hraje hlavní roli atraktivita tváře a postavy. Méně vědomě bývá do hodnocení atraktivity zapojován i čich. Některé

výzkumy prokázaly, že pro ženy je vůně jako sexuální atraktant při výběru partnera nejdůležitější ze všech smyslových vjemů, zatímco pro muže je vůně stejně důležitá jako vizuální vjemy (Herz & Cahill 1997, Havlíček *et al.* 2008). Nicméně výsledky nejsou jednoznačné, jiný pokus naopak prokázal, že i u žen hraje obličejová atraktivita v celkovém hodnocení atraktivity důležitější roli než jeho tělesná vůně (Foster 2008).

Symetrie tváře a postavy člověka vypovídá o jeho dobrém zdraví a vysoké genetické kvalitě a pro opačné pohlaví je přitažlivější. Předpokládá se, že odchylky od dokonalé bilaterální symetrie těla poukazují na menší fyzickou zdatnost (Thornhill & Gangestad 1999).

Menší odchylky od bilaterální symetrie, neboli nízká fluktuální asymetrie, jsou tak fenotypickým znakem dobrých genů. Ukázalo se, že tělesná vůně symetričtějších mužů je přitažlivější pro ženy v době kolem ovulace, které neužívají hormonální antikoncepci (Thornhill *et al.* 2003). Naopak u žen v neplodné fázi cyklu a žen užívající hormonální antikoncepci nebylo prokázáno, že by upřednostňovaly pach souměrných či nesouměrných mužů (Thornhill & Gangestad 1999).

4.3 Vliv prostředí na tělesnou vůni člověka

4.3.1 Reprodukční stav, antikoncepce

Výzkumy z posledních let zabývající se atraktivitou tělesné vůně žen v průběhu cyklu a jejím hodnocením muži potvrdily, že atraktivita tělesné vůně žen se během cyklu mění. Vůně žen před ovulací byla hodnocena jako atraktivnější, příjemnější a více sexy než vůně v neplodné fázi cyklu (Singh & Bronstad 2001, Kuukasjärvi *et al.* 2004). Dokonce i ženy preferovaly vůni žen v plodné fázi cyklu. Atraktivita vůně žen, které užívaly hormonální antikoncepci, se neměnila (Kuukasjärvi *et al.* 2004).

Ve studii z roku 2012 byly ženám odebrány vzorky tělesné vůně v luteální a folikulární fázi cyklu. Kromě toho, že muži vzorky odebrané těsně před ovulací hodnotili jako atraktivnější, dokázali i správně rozlišit mezi vzorky z folikulární a luteální fáze (Gildersleeve *et al.* 2012).

Jelikož se zdá, že atraktivita tělesné vůně žen se proměňuje během jejich cyklu, mohla by se tělesná vůně měnit i během nereprodukčních etap života, což je období před pubertou a po menopauze. To potvrdil výzkum zaměřený na to, zda pachy mohou ovlivňovat náladu, kde byly vůně starších žen zaměňovány za vůni mužů (Chen & Haviland-Jones 1999).

4.3.2 Emoce, stres

Někteří savci jsou schopni pomocí čichu rozpoznat změnu v pachu jedince stejného druhu, který je vystaven stresu. Tento pach u svého příjemce vyvolá odpovídající fyziologické reakce. Těmi může být například větší ostražitost nebo snaha vyhnout se zdroji pachu. Tělesnou vůní jsou tak schopni sdělovat svůj emocionální stav. Tento efekt byl zkoumán například u hlodavců. Pachové signály, které vylučoval jedinec ve stresové situaci, vyvolaly autonomní reakce u jedinců vystavených jejich pachu (Kiyokawa *et al.* 2004)

Detekce těchto pachů je možná díky vomeronasálnímu orgánu. U člověka se o funkčnosti vomeronasálního orgánu spekuluje, proto je i nejasné, zda je u lidí možné pachem signalizovat prožívané emoce (Zernecke *et al.* 2011).

Zdá se, že tento jev se vyskytuje i u člověka. Pach může u toho, kdo jej přijímá, vyvolat různé fyzické reakce. Pachové signály totiž aktivují části mozku, které zpracovávají signály strachu a zprostředkovávají emocionální stav ostatních (Prehn-Kristensen 2009). Tak například vzorky tělesné vůně nasbírané v situacích, kdy lidé cítí strach, mohou u jiných lidí vystavených tomuto pachu vyvolat obranné reakce organismu, např. mrkání (Prehn *et al.* 2005, Pause *et al.* 2009).

Pach lidí nasbíraný během stresové situace může u svého příjemce vyvolat riskantnější chování tam, kde je potřeba se rychle rozhodnout (Haegler *et al.* 2010).

V dalším experimentu měli účastníci ohodnotit mužské obličeje poté, co byli hodnotitelé vystaveni třem různým pachům. První byl nasbírán během cvičení, druhý v situaci, kdy dárci tělesné vůně pociťovali strach a poslední vzorek sloužil jako kontrolní. Fotografie obličejů, které měly být hodnoceny, byly zmanipulovány tak, aby vyjadřovaly neutrální až veselé emoce. Pokud byli hodnotitelé vystaveni vzorku s „pachem strachu“,

hodnotili veselé obličejové méně pozitivně v porovnání s ostatními dvěma vzorky (Zernecke *et al.* 2011).

Kromě výše zmíněných reakcí na vystavení „pachu strachu a stresu“ příjemci těchto pachů i subjektivně pociťovali větší strach či úzkost (Albrech *et al.* 2011). Zdá se, že kromě strachu a úzkosti se pachem přenášejí i informace spojené se soupeřením a konkurencí (Adolph *et al.* 2010).

Kromě nevědomých reakcí lidského organismu na pach, který jedinec vyloučil ve stresu nebo strachu, jsou lidé schopni rozpoznat tyto pachy od ostatních i vědomě. Skupině žen a mužů byly odebrány vzorky podpažní vůně během sledování veselého a děsivého filmu. Hodnotitelé poté měli ze vzorků odebraných při sledování veselého filmu, děsivého filmu a kontrolního vzorku vybrat takovou vůni, která patří veselým/vystrašeným lidem. Ženy dokázaly označit vůně veselých žen i mužů a vystrašených žen. Muži dokázali označit pouze vůně veselých a vystrašených žen (Chen & Haviland-Jones 2000).

V jiné studii byly axilární vzorky sbírané během sledování strašidelného filmu hodnoceny jako intenzivnější, méně příjemné a agresivnější (Ackerl *et al.* 2002).

4.3.3 Zdravotní stav

Některá onemocnění mohou mít vliv na kvalitu tělesné vůně. Někteří živočichové jsou schopni získat informace o zdravotním stavu svého potenciálního sexuálního partnera jen za pomoci čichu (Kavaliers & Colwell 1995). Díky tomu, že je možné tuto informaci získat právě pomocí čichu, lze zabránit bližšímu kontaktu s nemocným jedincem a případnému přenosu patogenů.

U savců se testoval vliv zdravotního stavu na tělesný pach například u hlodavců. Samci myši domácí (*Mus musculus*) byli infikováni střevním hlístem, jehož infekce je obvykle asymptomatická. Přesto samice trávily delší dobu v blízkosti pachu zdravého samce (Kavaliers & Colwell 1995). Podobný experiment taktéž potvrdil, že samice myši domácí preferují pach zdravého samce proti pachu samce nakaženého ektoparazitom (v tomto případě vši). Samice dokonce dokázaly rozlišit již známé nakažené samce od nových a pach infikovaných samců u samic vyvolal silně averzivní reakce (Kavaliers *et al.* 2003).

I u lidí se může měnit tělesná vůně v závislosti na zdravotním stavu. Že se mění pach nemocného člověka, konkrétně jeho moči, si už v 11. století všiml filosof Avicenna. Z tohoto faktu byl vyvozen závěr, že právě zápach sám tyto nemoci způsobuje. Používání velkého množství vůní a parfémů mělo těmto nemocem zabraňovat (Stoddard 1990).

Tělesná vůně může být ovlivněna infekčními nebo některými metabolickými onemocněními.

4.3.3.1 Metabolická onemocnění

Metabolická onemocnění bývají v mnohých případech předávána dědičně. Pokud je zdědí potomek, jeho fitness se tím výrazně sníží. Proto může být výhodné rozpoznat tato onemocnění u potenciálního sexuálního partnera. Tato onemocnění jsou charakteristická poruchou některých enzymů. Některé dědičné metabolické poruchy mají typický zápach, díky kterému dostaly své triviální názvy.

Leucinóza, tzv. syndrom javorového sirupu

Mezi metabolická onemocnění měnící tělesnou vůni člověka patří například leucinóza, neurologické degenerativní onemocnění způsobující rozsáhlou mentální retardaci (Patrick 1960). V důsledku tohoto onemocnění vzniká charakteristická násládlá vůně připomínající javorový sirup. Tato vůně se objevuje již 12 hodin po narození v ušním mazu (Strauss *et al.* 2009) a posléze je cítit i z moči novorozenců postižených tímto onemocněním (Chuang 1998).

Diabetes mellitus, tzv. cukrovka

Dalším metabolickým onemocněním, jehož projevem je změna tělesné vůně, je diabetes mellitus I. typu, při které dochází k nedostatečné produkci inzulínu odbourávajícího cukry v těle. Pro člověka postiženého diabetem I. typu je typický nasládlý pach dechu, který je způsoben nadprodukcí acetonu a dalších ketonů v těle (Laffel, 1999).

Trimethylaminurie, tzv. syndrom rybího zápachu

Trimethylaminurie je vrozená porucha metabolismu glycinu. Tento enzym je nezbytný pro oxidaci trimethylaminu, který je produkován střevní mikroflórou po požití

cholinu. Trimethylamin je tak vylučován močí, která má silný rybí zápach. Tato porucha s sebou nese jiné symptomy (Jousserand *et al.* 2010, Li *et al.* 2011).

Fenylketonurie, tzv. syndrom myšního zápachu

Fenylketonurie je další dědičné metabolické onemocnění způsobené nefunkčním jaterním enzymem. Tělo pak nepřeměňuje fenylalanin na tyrosin. Snížit vysoké hladiny fenylalaninu v krvi pomáhá jen přísná dieta. Toto onemocnění způsobuje epileptické záchvaty, kožní potíže a pokud není dodržována dieta, tak i mentální retardaci (Jousserand *et al.* 2010). Lidé postižení tímto onemocněním vylučují moč připomínající pach myší nebo koní (Gentile *et al.* 2008).

Izovalerová acidurie, tzv. syndrom potivých nohou

Další poruchou v metabolismu aminokyselin je izovalerová acidurie, která způsobuje nahromadění toxických metabolitů v těle. Tělo není schopno zpracovat aminokyselinu leucin, která je obsažena v bílkovinné stravě a která bývá spotřebována organismem ze svalů během období hladovění. Izovalerová acidurie postihuje novorozence a mezi projevy této poruchy patří odmítání potravy, zvracení, letargie a zápach podobný zápachu zpocených nohou (Mehta *et al.* 1996, Kasapkara *et al.* 2011).

4.3.3.2 Infekční onemocnění

Kromě moči může být různými onemocněními ovlivněn i pach dechu, kůže a vaginální pach. Z dermatologických poruch ovlivňují tělesnou vůni například vředová onemocnění, která vylučují pach připomínající hnilobu (Finley *et al.* 1996). Pach dechu se může měnit při astmatu a chronické plicní obstrukční chorobě, přítomnost oxidu dusnatého v dechu může kromě plicních onemocnění též ukazovat na karcinom plic (review Pandey & Kim 2011). Kromě toho může nepříjemný zápach z úst vyvolávat bakteriální onemocnění periodontitida (Hughes 2008). Bakteriální vaginózy provází nepříjemný rybí zápach způsobený trimethylaminem (Wolrath *et al.* 2005).

Dále se ukazuje, že tělesnou vůni člověka může ovlivňovat i onemocnění jater, rakovina prsu, cystická fibróza, ale také například stav, kdy tělo příjemce odmítne transplantované srdce (review Pandey & Kim 2011).

Díky výše uvedeným poznatkům o vlivu různých onemocnění na tělesnou vůni člověka se ke klinické diagnostice těchto nemocí začaly používat i alternativní metody. Vědci zkoumají možnost využití schopnosti psů detekovat některá onemocnění jen na základě pachů, které tato onemocnění produkují. Psi tyto pachy cítí již při velmi nízké koncentraci, dokonce dříve, než klinická vyšetření tato onemocnění potvrdí. Jejich včasné odhalení přitom výrazně přispívá k úspěšné léčbě. Díky speciálnímu výcviku jsou psi schopni z pachu moči detekovat nemocné s rakovinou močového měchýře (Willis *et al.* 2004), z pachu kůže dokáží v raném stádiu rozpoznat melanom (Pickel *et al.* 2004), z pachu moči a dechu rozpoznají rakovinu prsu a plic (McCulloch *et al.* 2006) a dokáží rozpoznat i tumor na vaječníku (Horvath *et al.* 2008).

4.3.4 Strava

Teorie, že strava může ovlivňovat tělesnou vůni, byla potvrzena již ze zkoumání zvířat. Kvalita konzumované potravy může přímo ovlivňovat zdravotní stav a tím i šanci na úspěšnou reprodukci. Například u mláďat lososa obecného (*Salmo salar*) ovlivňuje potrava rozpoznání příbuzných (mladí lososi užívají chemické látky vylučované močí k určení příbuzných). Pokud byla skupina příbuzných lososů rozdělena do dvou skupin, kde každá skupina dostávala odlišnou potravu, mláďata preferovala kontakt s těmi jedinci, kteří dostávali stejnou potravu. Dále mladí jedinci preferovali nepříbuzné jedince, kteří dostávali stejnou potravu, oproti nepříbuzným jedincům, kteří dostávali odlišnou potravu (Rajakaruna & Brown 2006).

Prokázán byl i vliv stravy na pach moči morčat; pach jedinců, kterým bylo jednorázově podáno krmivo pro potkany, byl méně atraktivní pro jedince, kteří dlouhodobě dostávali krmivo pro morčata (Beauchamp 1976).

Podobně i obě pohlaví hraboše pensylvánského (*Microtus pennsylvanicus*) strávila signifikantně více času zkoumáním pachu jedinců opačného pohlaví, jejichž dieta obsahovala větší množství bílkovin. Strava s vyšším obsahem bílkovin může znamenat, že jedinec je úspěšnější ve vyhledávání potravy. Tudíž, pokud je to samec, bude pravděpodobně úspěšnější v zajištění potomků, pokud je to samice, bude díky své lepší

fyzické kondici mít zdravější a úspěšnější potomstvo (Ferkin *et al.* 1997). Pokud samice hraboše neměly přístup k potravě po 24 hodin, nebyl pro samce jejich pach tak zajímavý, jako pach samic, které přístup k potravě měly. I v případě, že po 24 hodinách bez stravy tyto samice opět dostaly k potravě přístup, samci se více zajímali o samice, které měly přístup k potravě celou dobu (Pierce & Ferkin 2005).

Potkani jsou schopni spíše rozlišit mezi myšmi s rozdílnou stravou než rozlišit pach myši s odlišným MHC. Podněty ze stravy jsou tak zřejmě výraznější než genetické, vliv diety na tělesnou vůni je tudíž pravděpodobně významnější než vliv genotypu (Brown *et al.* 1996).

Několik výzkumů prokázalo, že strava má vliv i na tělesnou vůni člověka. Psi nedokázali rozlišit vůni tříměsíčních monozygotických dvojčat, která žila spolu a byla krmena stejnou stravou. Tito psi ale od sebe dokázali rozlišit vůni neidentických dvojčat žijících spolu a krmených stejnou stravou, stejně tak jako vůni identických dvojčat, která nežila v jedné domácnosti a stravovala se rozdílně (Hepper 1988).

Lidé se záměrně vyhýbají potravinám, u kterých se má za to, že negativně ovlivňují tělesnou vůni. Mezi tyto potraviny patří například česnek, cibule, ryby, ředkvičky, ostré koření. Bylo prokázáno, že konzumace červeného masa negativně ovlivňuje atraktivitu axilární vůně mužů. Skupina dobrovolníků byla rozdělena na dvě části. První část konzumovala po 14 dní každý den maso, druhá polovina měla bezmasou dietu. Skupiny se poté vyměnily. Následně byly těmto mužům odebrány vzorky jejich axilární vůně a tyto vzorky byly poté ohodnoceny skupinou žen. Bezmasé vzorky byly hodnoceny jako atraktivnější a méně intenzivní (Lenochová & Havlíček 2006).

Česnek je další potravinou, jejíž vliv na kvalitu tělesné vůně byl zkoumán. V jiných studiích se prokázalo, že například novorozenci jsou schopni reagovat na chuť česneku v mateřském mléce (Mennella & Beauchamp 1993, Mennella *et al.* 1995). Přes všeobecné mínění, že konzumace česneku tělesnou vůni ovlivňuje, se v této studii efekt česneku na axilární vůni neprokázal (Fialová 2010). Tato studie byla zopakována s větším počtem participantů a vyšší dávkou česneku a tentokrát se taktéž poměrně překvapivě ukázalo, že konzumace česneku ovlivnila tělesnou vůni pozitivně (Fialová *et al.*, v tisku).

Dále je známo, že po konzumaci vajec, sojových bobů, mořských ryb a jater je lidským tělem produkován trimethylamin, který má za následek nepříjemný rybí zápach (Wolrath *et al.* 2005).

Kromě efektu červeného masa (Lenochová & Havlíček 2006) a česneku (Fialová *et al.* v tisku) ovšem nebyly skutečné účinky těchto potravin zkoumány. Strava má vliv nejen na tělesnou vůni, ale například i na chuť plodové vody a mateřského mléka. Chuť jídla, které matka sní, se totiž přenáší do vůně plodové vody. Již přes vůni plodové vody se tak dítě seznámí s typickými jídly své kultury. Pachy i chutě vnímá již plod *in utero*, jelikož výrazné látky ze stravy můžou být amniotickou tekutinou přenášeny na plod. Zkušenost s určitými látkami z prenatálního prostředí tak může ovlivnit preference pro určité pachy v postnatálním prostředí. To potvrdily například pokusy s anýzem (Schaal *et al.* 2000) a česnekem (Mennella *et al.* 1995). Pach plodové vody žen, které před amniocentézou užily kapsle s česnekem, byl hodnocen jako silnější a tento pach připomínal česnek v porovnání s plodovou vodou žen, kterým bylo podáno placebo (Mennella *et al.* 1995).

Téměř ve všech čichových experimentech je přítom dárcům tělesné vůně před odebráním vzorků předepsána dieta, která omezuje konzumaci nápojů a potravin, u kterých je možné, že budou mít vliv na kvalitu pachových vzorků. K těmto potravinám patří česnek, cibule, ocet, zrající a plísňové sýry, ryby, ředkvičky, zelí, majonézy, ostré koření, pak také alkohol a kouření.

4.4 Sociokulturní aspekty pachů

Různé pachy a mohou být spojovány s různými rasami, etniky, sociálními třídami a mohou mít i morální rozměr – v některých kulturách existuje přímý vztah mezi vůní, hygienou, čistotou a zdravím (Largey & Watson 1972). Popis pachu a vůně funguje jako symbolický systém, kterým může být konstruována identita a sociální příslušnost a různými termíny asociujícími zápach se taktéž mohou označovat „ti druzí“ (Largey & Watson 1972, Classen 1992).

Používání termínů spojených s pachem může členit skupinu zevnitř, určovat hierarchii a vytyčovat hranice mezi jednotlivými skupinami. U různých tradičních kmenů se tak definují ti, co mají příjemný nebo žádný pach až po ty, kteří mají extrémně

nepříjemný pach a jsou tím pádem vyloučení či podřízení. Od různých tradičních společností až po moderní společnosti 20. století bývají jako nepříjemně páchnoucí označovány skupiny, které nejsou ve společnosti dominantní, tedy například ženy, děti, starci, lidé vykonávající podřadné práce ve společnosti, chudí lidé a jiné nemajetné sociální vrstvy. Nepříjemný pach může být též přisuzován zlým duchům, ďáblu, smrti a mrtvým (nebo lidé věří, že pach sám o sobě smrt způsobuje) (Classen 1992).

Že se pachy různých skupin lidí od sebe liší, vyplývá již z toho, že tělesná vůně člověka je utvářena genetickými, zdravotními a dalšími environmentálními faktory. Je tedy logické, že skupina lidí žijící pohromadě nebo kteří jsou geneticky příbuzní a konzumují stejnou stravu, bude pravděpodobně mít úplně jinou vůni než skupina lidí žijící jinde a stravující se jinak.

Označování těch druhých jako nepříjemně páchnoucích může mít i co dočinění se stabilitou majoritní skupiny. Pro pach totiž žádné hranice neplatí, šíří se vzduchem a lze ho cítit i na delší vzdálenosti bez nutnosti kontaktu. Dominantní skupina ve společnosti tak může používáním pojmů spojených s pachem vyjadřovat strach ze svého narušení ze strany minority (Classen 1992).

V češtině i angličtině se potvrzuje, že slova spojená s nepříjemným pachem jsou používána k označení minoritních skupin ve společnosti. Něco tady smrdí, nejde nám to pod nos, čicháme podvod. V angličtině něco podezřelého také smrdí (sth stinks).

Fenomén západního pojetí podpažního pachu jako pachu nepříjemného, kterému je třeba se vyhnout, vznikl dlouhou dobu. Nepříjemný zápach podpažního pachu není spojen s ničím nebezpečným nebo toxickým jako je pach výkalů nebo třeba rozkládajících se těl. Pro někoho může být proto s podivem, že některé kultury považují za nutné tento pach potlačit. Vnímání pachů prošlo dlouhým vývojem, a tak v některých kulturách začala být čistota preferována kvůli jejímu propojení nejen s hygienou, ale i mravní čistotou (Stoddard, 1990, Soo & Stevenson 2007).

5 TESTOVANÉ LÁTKY

V našich experimentech jsme se zabývali tím, jak mohou látky přijímané ze stravy ovlivňovat tělenou vůni člověka. Zaměřili jsme se na dvě látky, a to kofein a beta-karoten. Kromě kofeinu získaného z kávovníku jsme testovali i vliv kofeinu, který obsahuje guarana.

V této kapitole jsou proto popsány látky, které jsme testovali. Kromě jejich původu výskytu a dostupnosti v běžně konzumovaných potravinách je zde popsán jejich metabolismus, mechanismy působení, fyziologický efekt, běžné dávkování a pod.

5.1 Kofein

5.1.1 Zdroje a historie

Kofein získal název podle rostliny *Coffea arabica* (kávovník lékařský), v níž se nachází. Je to přírodní alkaloid a v přírodě ho lze nalézt v listech, semenech a plodech několika desítek rostlin (Monda *et al.* 2009, Temple 2009). Z nich nejznámější jsou kávová zrna (*Coffea arabica*), kakaové boby (*Theobroma cacao*) čajovníkové lístky (*Camellia thea*), lístky maté (*Ilex paraguayensis*), kola ořechy (*Cola acuminata*), guarana (*Paullinia cupana*)⁶.

Kofein je mitotický jed⁷, slouží rostlině jako přirozený odpuzovač škůdců. Působí tak, že paralyzuje a zabíjí hmyz, který se živí částmi těchto rostlin. Vysoký obsah kofeinu se nachází i v zemi v okolí rostliny, kde brání tomu, aby se v okolí vysemenila jiná rostlinka, která by mohla obrátit původní o živiny (Ashihara *et al.* 2008, Temple 2009).

Kofein je nejrozšířenější a celosvětově nejčastěji užívaná stimulační látka, užívaná více než alkohol a nikotin. Dlouhodobě se vedou spory, zda se ve větším množství stává

⁶ převzato z The European Food Information, www.eufic.org

⁷ Látky, které se váží na mikrotubuly a brání jim v polymeraci či depolymeraci, se nachází v různých přírodních zdrojích (napr. rostlinách) a jsou příčinou jejich vysoké toxicity. Přestože je jejich účinek na buňku smrtící, tak tyto látky našly uplatnění např. v medicíně, kde lze jejich pomocí zastavit zhoubné bujení (Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc. 2005. Základy toxikologie, kap. IV. Převzato z www.toxicology.cz).

drogou či ne (Curatolo & Robertson 1983). Podle zdroje, ze kterého pochází, se označuje také jako tein, matein nebo guaranin.

Kofein je purinový alkaloid a patří do skupiny methylxanthinů (1,3,7 trimethylxantin), v čisté podobě je kofein hořká, bílá, krystalická látka (Westerterp-Plantenga 2006, Ashihara *et al.* 2008). Je součástí kávy, čaje, kolových nápojů, čokolády, energetických nápojů a léků proti bolesti (Fredholm *et al.* 1999, Ashihara *et al.* 2008, Monda *et al.* 2009). V současnosti je kofein obsažen v mnoha nápojích, potravinách a dalších produktech každodenní běžné spotřeby. Nalezneme ho v kolových a energetických nápojích, v ledovém čaji, v přípravcích na hubnutí (Astrup *et al.* 1990). Kofein je dále také součástí léků, zejména analgetik, jelikož zvyšuje jejich účinek (Fredholm *et al.* 1999, Davis & Green 2009). Kofein se objevuje i v méně tradičních potravinách, jako jsou žvýkačky, bonbony anebo dokonce i v balené vodě a alkoholických nápojích.

Světově nejrozšířenějším zdrojem kofeinu jsou kávovníkové boby, ze kterých se připravuje káva. Obsah kofeinu v kávovém zrně se různí podle druhu kávovníku a metody zpracování zrn, v jednom zrně může být od 0,4 do 2,5% kofeinu (Ashihara 2008). Dokonce i mezi plody jednoho keře může být, co se týče obsahu kofeinu, velký rozdíl. Jeden šálek kávy může obsahovat od 29 mg do 176 mg kofeinu, káva „bez kofeinu“ by měla obsahovat méně než 3 mg kofeinu (Barone & Roberts 1996).

Dalším běžným zdrojem kofeinu je čaj. Samotná rostlina obsahuje více kofeinu než kávovník, ale šálek čaje obsahuje kofeinu méně, protože k jeho přípravě není použito takové množství rostliny. Sílu nálevu také ovlivňují podmínky pěstování rostliny (pěstuje se od nížin po horské oblasti) a proces jejího zpracování. Některé čajové odrůdy mohou obsahovat významně více kofeinu než jiné. Také příprava čaje má velký vliv na to, jaký nálev nakonec bude. Barva čaje je, co se týče obsahu kofeinu, málo směrodatná. Světlé čaje obsahují obvykle mnohem více kofeinu než tmavší čaje.

Kofein je také běžně obsažen v limonádách, nejznámější z nich je kola, která je připravovaná z kolových ořechů. Energetické nápoje obsahují kofein především z guarany. Čokoláda vyráběná z kakaového prášku také obsahuje malé množství kofeinu. Běžně velká tabulka mléčné čokolády obsahuje asi tolik kofeinu jako šálek „kávy bez kofeinu“.

5.1.2 Dávka

Za nízkou dávku pro zdravého dospělého člověka se považuje 1-3 mg kofeinu na kg tělesné hmotnosti (Tunnicliffe *et al.* 2008, Jenkins 2008). Za vysokou dávku je považováno více než 8 mg kofeinu na kg tělesné váhy (Maughan 2003), nad 10 mg/kg jde již o velmi vysokou dávku (Lorist & Tops 2003). Nedoporučuje se pravidelně konzumovat více než 300 mg kofeinu za den (Maughan 2003).

Studie zabývající se vlivem kofeinu na lidský organismus poměrně často pracují i s velmi vysokými dávkami kofeinu (více než 10 mg/kg), převažují ale dávky mezi 6-8 mg/kg. To je nejčastější ve studiích zkoumajících vliv kofeinu na sportovní výkon (Park *et al.* 2008). Teprve v poslední době se vědci začali zabývat vlivem kofeinu v nízkých dávkách. Takové pokusy, kdy množství podaného kofeinu například odpovídá množství kofeinu z jednoho šálku kávy, totiž mnohem lépe vystihují realitu.

Jako smrtelná jednorázová dávka pro dospělého člověka se uvádí 10g kofeinu. Smrt byla zaznamenána už po požití dávky 6,5 g kofeinu, nicméně byl zaznamenán i případ, kdy člověk přežil požití 24 g kofeinu (Nawrot *et al.* 2003).

5.1.3 Mechanismus působení

Mechanismy působení kofeinu nejsou dosud přesně známy (Forbes 2007). Jediné, co bylo prokázáno a poměrně dobře popsáno, je fakt, že kofein působí jako antagonist adenosinu⁸ (Astrup 1990, Fredholm *et al.* 1999, Westerpert-Plantenga 2006). Tím povzbuzuje centrální nervovou soustavu (Crowe *et al.* 2006) a zabraňuje pocitům ospalosti (Temple 2009). Potlačení pocitů únavy a ospalosti může nastat již po jediném šálku kávy (Lorist & Tops 2003).

Kofein způsobuje zvýšení parasympatické nervové aktivity, zvýšení sympatické nervové aktivity nebylo zaznamenáno (Hibino *et al.* 1997). Kofein také interaguje s dopaminem: zvyšuje jeho koncentraci, a tak navozuje pocity spokojenosti (Temple

⁸ Adenosin si vytváří mozek při únavě nebo před spaním, díky němu se zpomalí nervová aktivita.

2009). Dále stimuluje vyplavování adrenalinu a může tak mít za následek další metabolické procesy (Park *et al.* 2001).

5.1.4 Fyziologický efekt

Kofein může ovlivňovat dýchací cesty, CNS, metabolismus a odbourávání tuků (Fredholm *et al.* 1999, Westerterp-Plantenga *et al.* 2006). Dále může mít vliv na hospodaření s tekutinami v těle (Maughan & Griffin 2003) a sportovci ho často využívají pro jeho ergogenní efekt⁹ (Davis & Green 2009). Může způsobit gastrointestinální potíže, třes rukou, bolest hlavy, nespavost, srdeční arytmií a hypertenzi. O diuretickém účinku kofeinu se neustále spekuluje (Graham *et al.* 1998), nicméně již bylo potvrzeno, že ve vysokých dávkách působí diureticky (Maugnan & Griffin 2003).

5.1.4.1 Kardiiovaskulární systém

Zda a jakým způsobem kofein ovlivňuje kardiiovaskulární systém, bylo zkoumáno celou řadou klinických studií. Zkoumal se především vliv na srdeční arytmií, srdeční frekvenci, krevní tlak.

Zkoumání vlivu kofeinu na kardiiovaskulární systém je značně ztíženo tím, že se u člověka na kofein vytváří velmi rychle tolerance (viz níže), jeho užití pak nezvyšuje frekvenci srdečního tepu ani neovlivňuje krevní tlak.

Kofein způsobuje zvýšení systolického tlaku zhruba o 5-15 mmHg a diastolického o 5-10 mmHg, a to u dospělých jedinců obou pohlaví, u všech věkových kategorií a nezávisle na pravidelnosti užívání kofeinu v jakékoli podobě. Nicméně zvýšení tlaku bylo nejvýraznější u starších osob, které nebyly zvyklé požívat kofein (Nawrot *et al.* 2003, Childs & Wit 2006).

5.1.4.2 Centrální nervová soustava

Za hlavní účinek kofeinu bývá považována stimulace CNS (Monda *et al.* 2009). Obecně bývá přijímán názor, že kofein zvyšuje bdělost, pozornost a výkon.

⁹ Ergogenní látky mají schopnost zvyšovat účinky fyzické nebo duševní činnosti.

Už při požití dávky zhruba 20 mg kofeinu může docházet ke zlepšení nálady (Smith *et al.* 1999, Childs & de Wit 2006), zvýšení energie a bdělosti (Smith 1999). To platí až po dávku zhruba 200 mg kofeinu. Vyšší dávky mohou vyvolat pocity úzkosti, nervozity (review Juliano & Griffiths 2004).

U pravidelných konzumentů kávy a čaje jsou vyšší dávky kofeinu spojené se zrychlením reakčního času (Hindmarch *et al.* 2000, Hamerlees *et al.* 2000, Yeomans *et al.* 2002), zlepšením dlouhodobé paměti (Hamelees *et al.* 2000), prostorové kognice a zlepšení pozornosti (Childs & de Wit 2006, Frewer & Lader 1991).

V posledních letech se výzkumníci zaměřili na pokusy s menšími dávkami kofeinu, které odpovídají množství např. jednoho šálku kávy. Z výsledků vyplývá, že i toto nízké množství kofeinu má vliv na náladu a výkon v takových úkolech, kde je potřeba zvýšená pozornost, rychlé reakce a paměť (Smith *et al.* 1999).

5.1.5 Metabolismus kofeinu

Kofein je po orálním požití rychle a téměř kompletně (asi z 99 %) absorbován z gastrointestinálního traktu do krve. Informace o tom, kdy dosahuje maximální koncentrace v krvi, se liší, ale pohybují se zhruba od 15 minut (Liguori *et al.* 1997, Hindmarch 2000, Smith 2002) až po 90 minut (Nawrot *et al.* 2003, Monda *et al.* 2009). Z těla je poté kofein velmi rychle eliminován. Biologický poločas¹⁰ kofeinu v lidském těle je značně individuální, u dospělých jedinců zhruba 3–6 hodin (Denaro & Benowitz 1991, Monda *et al.* 2009).

Kofein je metabolizován v játrech (Monda *et al.* 2009) na dimetylxantiny paraxantin, teobromin a teofylin (Graham 2001, Davis & Green 2009). Poté je distribuován do celého těla. Dostane se i přes placentu do plodové vody a k plodu a přechází i do mateřského mléka (Le Guennec & Billon 1987, Nawrot *et al.* 2003). Zhruba 0,5 % až 5 % požití dávky kofeinu je vyloučeno močí v nezměněné podobě (Nawrot *et al.* 2003).

¹⁰ angl. biological half-life = doba, za kterou se z organismu vyloučí právě polovina dané látky (převzato z http://ekologie.uhk.cz/page.aspx?page_id=38&mode=1&letter=2)

Vyloučení kofeinu z těla je ovlivněno pohlavím, věkem, nemocemi, užíváním drog a hormonální antikoncepcí, těhotenstvím či kouřením (Nawrot *et al.* 2003). Užívání hormonální antikoncepce dobu vyloučení kofeinu z těla téměř zdvojnásobuje (Lorist & Tops 2003). Velmi pomalá je eliminace kofeinu u novorozenců, biologický poločas se může pohybovat až kolem sta hodin (Nawrot *et al.* 2003). Nikotin naopak může až dvakrát zrychlit jeho vyloučení z těla (Lorist & Tops 2003). Některé výzkumy prokázaly též rozdíl v eliminaci kofeinu mezi muži a ženami. Zdá se, že biologický poločas kofeinu u žen je zhruba o 30% kratší než u mužů (Nawrot *et al.* 2003).

5.1.6 Snášenlivost, závislost, abstinční příznaky

Přerušeni pravidelné konzumace kofeinu způsobuje širokou škálu abstinčních příznaků, v první řadě bolesti hlavy. Bolest hlavy je dočasná, a pokud se již při tomto příznaku užije normální dávka, bolest hlavy obvykle velmi rychle mizí (Tinley & Yeomans 2003).

Abstinční příznaky nastupují od 12 do 24 hodin po přerušeni užívání pravidelných dávek kofeinu, vrchol dosahují mezi 20–48 hodinami a mohou trvat asi týden. Abstinční příznaky byly pozorovány i u novorozenců, jejichž matky během těhotenství konzumovaly kofein pravidelně a ve vyšších dávkách (Fredholm *et al.* 1999, Juliano & Griffiths 2004).

Juliano a Griffiths (2004) ve svém review popsali 49 symptomů, z nichž ustanovili 10 hlavních kategorií symptomů, které mohou nastat při vysazení kofeinu. Abstinčními příznaky, které se objevují nejčastěji, jsou: únava, nedostatek energie či snížená aktivita, snížená bdělost a pozornost, ospalost, nespokojenost, neochota se stýkat s jinými lidmi, symptomy chřipky (nevolnost, bolest svalů, ztuhlost, zvracení, pocit těžkých nohou, závratě), depresivní nálada, neschopnost koncentrace, podrážděnost a přecitlivělost, zívání. Dále se může objevovat snížená motivace k práci, nedostatek sebevědomí, zmatenost, bolest či ztuhlost svalů, nervozita, pocit těžkých končetin, delší noční spánek, potřeba užití analgetik, rozmazané vidění, motání hlavy, vztek, nepřátelskost, rýma, přílišné pocení, třes rukou (Juliano & Griffiths 2004).

Zvýšení pravidelně užívané dávky kofeinu u lidí nevede k příjemnějším pocitům ani nemá žádný jiný pozitivní vliv, proto ho někteří výzkumníci nepovažují za drogu (Lorist & Tops 2003).

Lze říci, že tolerance na kofein se vytvoří do 1-3 dní pravidelné konzumace kofeinu, ale zároveň je částečně ztracena, pokud další dávka kofeinu není užitá do 12 hodin od poslední (Myers 1992, Carrillo & Benitez 2000).

5.2 Guarana

Hlavní aktivní látkou jihoamerické rostliny guarana (*Paullinia cupana*) je kofein (Andjelic 2008). Semeno guarany obsahuje 2,5- 7 % kofeinu (Baumann *et al.* 1995, Weckerle *et al.* 2003), což je zhruba 3-5x víc než obsah kofeinu v kávovém zrně. Dostupné produkty obsahující extrakty ze semínek guarany jsou například nápoje z ovocných koncentrátů, energetické nápoje, přípravky na hubnutí (Kennedy *et al.* 2004). Kromě kofeinu obsahuje guarana theobromin a theofylin, které působí stimulačně, dále taniny a saponiny, které prodlužují účinek kofeinu (Andjelic 2008).

Guarana se hojně užívá jako lék a prevence různých chorob v zemi svého původu, a to hlavně tamními kmeny žijícími tradičním způsobem (Galduróz & Carlini 1996). V moderních společnostech jsou produkty s guaranou poměrně hojně a volně dostupné v lékárnách, většinou se používají díky svým povzbuzujícím účinkům ke zvýšení výkonnosti, předcházení únavy, při dietách k potlačení chuti k jídlu, ale i při bolestech hlavy (Andjelic 2008).

Kromě potlačení únavy guarana zlepšuje fyzické výkony, paměť (Espinola *et al.* 1997) a kognitivní schopnosti. V pokusu zabývajícím se účinky guarany na kognitivní schopnosti bylo použito takové množství guarany, kdy celková dávka kofeinu nepřesahovala 10 mg, autoři se tudíž domnívají, že pozitivní vliv guarany na kognitivní schopnosti nebyl způsoben kofeinem samotným, ale jinými látkami obsaženými v guaraně (Kennedy *et al.* 2004). Jiný výzkum ale naopak ukázal, že guarana na kognitivní schopnosti vliv nemá (Galduroz & Carlini 1996). Dále bylo prokázáno, že guarana nemá vliv na motorickou aktivitu (Mattei *et al.* 1998). Stejný výzkum prokázal antioxidační

účinky guarany, konkrétně potlačování přirozené oxidační degenerace lipidů. Byl také prokázán vliv guarany na zvýšení systolického krevního tlaku (Meyer & Ball 2004).

Výhodou užívání guarany oproti kofeinu z kávových zrn/čajovníku může být její nízká toxicita. Výzkumy na zvířatech prokázaly, že dávka do 2 gramů na kg tělesné hmotnosti je stále bezpečná (Andjelic 2008). Další výhodou je, že se po její konzumaci nevyskytují nežádoucí účinky jako nervozita či napětí.

Kofein z guarany není rozpustný ve vodě tak jako kofein z kávových zrn, proto je účinek guarany delší, uvádí se okolo 6 hodin (Andjelic 2008) a účinek nastupuje později, nejdéle až po 150 minutách (Meyer & Ball 2004).

5.3 Beta-karoten

Beta-karoten spadá do skupiny karotenoidů, která se skládá z asi 600 druhů karotenoidů. Z nich asi 50 má funkci provitaminu A (Olson 1994). Karotenoidy stojí za většinou barev vyskytujících se v přírodě (Krinsky *et al.* 2005). Tato barviva nalezneme u bakterií, řas, ryb, raků, plazů, ptáků (Vernishin 1999). Karotenoidy způsobují žluté, oranžové a červené zbarvení listů a plodů rostlin a u živočichů ovlivňují zbarvení srsti, peří či šupin.

Zbarvení způsobené karotenoidy umožňuje některým druhům ptáků rozpoznat příslušníky svého druhu a také rozlišit samce od samic. Ryby dokáží díky karotenoidům měnit svoje zbarvení spolu se změnou svého sociálního statusu, chameleón potřebuje karotenoidy ke svému ochrannému zbarvení (Vernishin 1999).

Obratlovci si nemohou karotenoidy vytvořit sami, musí je získat ze stravy (McGraw & Ardia 2003). Zbarvení způsobené karotenoidy tudíž může být ukazatelem toho, jak kvalitní stravu si je jedinec schopen najít. Například barva peří samce hýla (*Carpodacus mexicanus*) odráží množství karotenoidů ve stravě; peří tak může být světle žluté až červené. Samice si vybírají samce s nejčervenějším peřím, tedy takové, kteří mají stravu bohatou na karotenoidy (Hill 1991). Karotenoidy také mohou ukazovat na zdraví a kondici samců díky možným antioxidačním účinkům karotenoidů (McGraw & Ardia 2003).

Karotenoidy mají hned několik funkcí. U savců přítomnost karotenoidů tvoří základ pro barevné vidění. Díky jejich přítomnosti v sítnici oka člověka lze absorbovat světlo

různých vlnových délek (Vernishin 1999). Hlavní funkcí karotenoidů je jejich přeměna na vitamin A (Krinsky *et al.* 2005).

Beta-karoten je obvykle považován za nejčastěji se vyskytující karotenoid v lidské stravě (Burton 1989), mezi jeho hlavní zdroje patří zelené, oranžové a žluté ovoce a zelenina (Krinsky *et al.* 2005). Mezi nejběžnější karotenoidy dostupné ze stravy patří již zmíněný beta-karoten, alfa-karoten, beta-kryptoxanthin, lutein, zeaxantin a lykopen (Kirsh *et al.* 2006).

Beta-karotenu je mu přisuzována antioxidační funkce, tzn., že je to látka, která je schopná zastavit řetězové radikálové reakce. Karotenoidy efektivně likvidují škodlivé nespárované elektrony (volné radikály) produkované metabolickým procesem, které ničí tělesné tkáně a způsobují rozvoj onemocnění jako je ateroskleróza, cukrovka, srdeční onemocnění, Parkinsonova a Alzheimerova nemoc a některé formy rakoviny (Olson & Krinsky 1995). Karotenoidy získané ze stravy tak zřejmě sehrávají roli v prevenci různých onemocnění spojených s pokročilým věkem, jako je např. makulární degenerace (Handelman 2001) a mohou zmírňovat i další procesy stárnutí (Pláteník 2009).

Spekuluje se i o vlivu zbarvení kůže člověka na obličejovou atraktivitu. V buňkách epidermis je obsažen pigment melanin, který dodává kůži nažloutlou až tmavě hnědou barvu. Jeho množství je po těle rozloženo nerovnoměrně a zvyšuje se vlivem slunečních paprsků dopadajících na kůži (Čihák 2009). Přirozené tmavší zbarvení kůže v obličeji způsobuje přisuzování lepšího zdravotního stavu jeho nositeli (Stephen *et al.* 2009, 2011) a obličej s tmavším zbarvením kůže je hodnocen jako atraktivnější, pokud jsou hodnotitelé ze stejné etnické skupiny jako lidé na fotografiích (Stephen *et al.* 2012).

Karotenoidy přijaté z potravy jsou distribuovány do různých tělesných tkání, hlavním úložištěm jsou játra a tuková tkáň. Vysoké množství se nachází také v nadledvinkách, vaječnicích a varlatech. Absorpce, metabolismus a exkrece karotenoidů nebyly dosud přesně popsány, zdá se totiž, že se odvíjejí od mnoha různých faktorů. Například u drtivé většiny obratlovců je hlavním místem zpracování beta-karotenu střevo, avšak u lidí jsou to játra (Debier & Larondelle 2005, Nagao 2011). Metabolismus karotenoidů nelze ani obecně popsat, neboť se liší u jednotlivých karotenoidů (Parker 1996). Karotenoidy jsou absorbovány v těle podobnou cestou jako lipidy, v jejichž přítomnosti se karotenoidy lépe

vstřebávají. Zásadní roli pro další absorpci karotenoidů hrají soli žlučových kyselin (Olson 1994). Karotenoidy jsou z největší části přeměněny v retinoidy, deriváty vitamínu A.

Nedostatek karotenoidů, které jsou v lidském těle přeměňovány na vitamin A, může způsobit kožní potíže, poškození zraku (zejména šeroslepost) či zvýšenou náchylnost k infekcím.

6 CÍLE PRÁCE

Jak je již zmíněno výše, hlavním zdrojem lidské tělesné vůně je oblast podpaží. Podpažní vůně je pro každého jedince specifická a je ovlivňována genetickými a environmentálními faktory.

Tělesná vůně hraje důležitou roli v sexuální přitažlivosti potenciálních partnerů. Do tělesné vůně se mohou promítat genetické kvality jedince, zejména jeho MHC status, který vypovídá o schopnosti organismu reagovat na cizorodé látky (Penn & Potts 1999). Do tělesné vůně se taktéž mohou promítat emoce, které jedinec právě prožívá (Ackerl *et al.* 2002) a také informace o zdravotním stavu (viz kap. 4.3.3).

Z faktorů prostředí mají na tělesnou vůni člověka významný vliv i stravovací návyky. Přesto není dosud příliš mnoho známo o efektu různých potravin a látek přijímaných stravy na tělesnou vůni. Byl zkoumán vliv konzumace červeného masa (Havlíček a Lenochová 2006) a česneku (Fialová 2010). Chtěli jsme se proto pokusit rozšířit tuto oblast o nové poznatky.

Rozhodli jsme se prozkoumat vliv kofeinu, který je konzumován z kávy a čaje - tedy kofein extrahovaný z kávových bobů. K tomu jsme se rozhodli provést další experiment, ve kterém se stejným způsobem pokusíme zjistit vliv kofeinu na kvalitu tělesné vůně, tentokrát však jako zdroj kofeinu sloužila guarana. Tu můžeme najít v energetických nápojích či nápojích z ovocných koncentrátů. Navíc oproti kofeinu z kávových bobů na organismus nepůsobí toxicky (Andjelic 2008).

Kofein je jakožto přírodní alkaloid v přírodě využíván rostlinami k odpuzení škůdců. Mechanismus působení kofeinu poukazuje na fakt, že by tato látka mohla tělesnou vůni ovlivňovat. Naším předpokladem bylo, že by kofein měl ovlivňovat negativně atraktivitu tělesné vůně.

I na základě tohoto předpokladu jsme volili druhou zkoumanou látku. Chtěli jsme, aby to byla taková látka, která v přírodě primárně nefunguje jako jed, ale mohla by mít na organismus pozitivní vliv. Zároveň to musela být látka běžně dostupná ze stravy. Tělesná vůně může sloužit jako ukazatel fitness jedince. Pokud je jedinec schopen zajistit látku, které organismus není schopen syntetizovat *de novo*.

Proto jsme jako druhou testovanou látku zvolili beta-karoten patřící do skupiny karotenoidů. Karotenoidy působí antioxidačně (Olson & Krinsky 1995), jsou běžně konzumovány ze žlutého, oranžového, červeného ovoce a zeleniny a u některých živočichů může zbarvení způsobené karotenoidy zvyšovat šance na reprodukci (Hill 1991). A navíc mohou sloužit jako indikátor fitness jedince, protože beta-karoten nepatří mezi látky, které je organismus schopen syntetizovat de novo. To, že karotenoidy mohou být dobrým ukazatelem fitness jedince podporují i studie zabývající se atraktivitou tváří.

Díky celé řadě pozitivních účinků na organismus jsme v tomto případě očekávali, že konzumace beta-karotenu by mohla mít pozitivní vliv na atraktivitu tělesné vůně.

7 METODIKA

Provedli jsme tři experimenty, ve kterých jsme se zabývali vlivem kofeinu, guarany a beta-karotenu na kvalitu tělesné vůně člověka. Postup všech tří pokusů byl obdobný a je podrobně rozepsán v podkapitole popisující průběh experimentu s kofeinem (7.1). V podkapitolách Guarana (7.2) a Beta-karoten (7.3) jsou popsána specifika těchto výzkumů.

Základní princip pokusů byl vždy stejný. Muži darovali vzorky své podpažní vůně, tyto vzorky byly následně uloženy v mrazicím boxu a poté byly všechny vzorky během jednoho dne ohodnoceny ženami. Ženy jsme jako hodnotitelky zvolili proto, že mají lepší čichové schopnosti než muži (viz review Brand & Millot 2001, Doty & Cameron 2009) a také proto, že se u mužů – dárců vzorků nemusí kontrolovat efekt fáze cyklu. Zajímala nás atraktivita tělesné vůně, která je spojena s výběrem partnera a protože díky svým lepším čichovým schopnostem měly hodnotit pouze ženy, dárci tělesné vůně tak museli být muži.

7.1 Kofein

7.1.1 Participantí

7.1.1.1 Dárci tělesné vůně

Nábor participantů probíhal metodou sněhové koule. Na začátku bylo osloveno několik představitelů cílové skupiny, kteří poté poskytli kontakty na další osoby, které odpovídaly stanoveným kritériím. Muži se o pokusu taktéž mohli dozvědět z letáků, které byly vyvěšené na nástěnkách různých fakult a kolejí Univerzity Karlovy.

Muži se pokusu mohli zúčastnit, pokud splňovali několik podmínek:

- věk 18 až 36 let,
- nekuřák (jelikož kouření téměř dvakrát zpomaluje metabolismus kofeinu a mohlo by též ovlivňovat tělesnou vůni, viz kap. 5.1.5)
- pravidelný konzument kofeinových nápojů - v rozumné míře (abychom předešli riziku toho, že účastníci výzkumu buď na kofein nebudou navyklí,

a tak by se u nich mohla buď projevít přecitlivělost, anebo naopak ho konzumují ve vysoké míře, pak by u nich tudíž byla vyvinuta tolerance, viz kap. 5.1.6.),

- bez výraznějších dermatologických či jiných zdravotních potíží (vysoký krevní tlak apod.).

K účasti se přihlásilo 13 mužů. Za účast na tomto pokusu, což znamenalo dvakrát se stát dárce tělesné vůně a vyplnit několik dotazníků, jim byla nabídnuta motivační odměna v hodnotě 250 Kč.

Průměrný věk těchto třinácti mužů byl 26,31 let, nejmladšímu bylo 22 a nejstaršímu 34 let a všechny ostatní podmínky tito muži také splňovali. Pouze jeden z mužů v předešlých letech užíval lék na srdce (Vasocardin). Nyní jej však neužíval a také byl informován o tom, jaký vliv má kofein na srdeční tep. Sám byl zvyklý vypít čtyři a více silných káv denně a pokusu se nakonec po vzájemné dohodě zúčastnil. Po vypití testované látky se cítil dobře, ani následně v dotazníku neuvedl žádné nežádoucí účinky.

Každý muž uvedl svou aktuální tělesnou hmotnost. Index tělesné hmotnosti¹¹ participantů se pohyboval od 20,35 – 26,23 kg/m² s tím, že ideální rozmezí u mužů by mělo být od 20 do 24,99 kg/m² ¹². V nadváze se tak pohyboval pouze jeden participant, který tak svou normální tělesnou hmotnost přesahoval zhruba o 6%. Ve studiích zabývajících se vlivem kofeinu na sportovní výkon nesměli participanti přesáhnout o 10 % svojí ideální tělesné váhy, jelikož taková nadváha již může měnit metabolismus kofeinu (viz kap. 5.1.5). Údaje o hmotnosti participantů našeho výzkumu sloužily především k tomu, aby mohlo být každému muži naváženo přesné množství testovaných látek.

¹¹ **BMI – body mass index** se počítá jako poměr tělesné hmotnosti (v kilogramech) a výšky (v metrech). Výška se přitom umocní na druhou, výsledné číslo má tedy jednotku kilogram na metr čtvereční. Věk se dále používá pro zařazení do věkové kategorie, každá věková kategorie má rozdílné hodnoty normálního BMI. BMI vypočítán z výšky, váhy a věku probanda, na internetových stránkách <http://vitainfo.cz/bmi.php?sw=&tr=&jak=&ROWS=>.

¹² Mezi komplikace obezity patří závažná metabolická a oběhová onemocnění, která by mohla mít vliv na tělesnou vůni buď sama o sobě, nebo by mohla ovlivňovat zpracovávání látek získaných z potravy.

Po získání dostatečného počtu mužů - dárců vzorků byl každému z nich na osobním setkání detailně vysvětlen průběh následného sběru tělesné vůně. Všichni byli předem informováni o podmínkách (viz níže), které musí být během pokusu dodrženy a souhlasili s nimi.

Dva dny před plánovaným sběrem tělesné vůně měli muži za úkol dodržovat tzv. dárcovskou dietu. Do diety byly zahrnuty potraviny, u nichž lze předpokládat, že by mohly ovlivňovat tělesnou vůni člověka: cibule, česnek, pepř, ocet, feferonky, ostrá koření, pálivá jídla, kysané mléčné výrobky, ryby, majonéza, plísňové a zrající sýry, ředkvičky, zelí, kedlubna. Tato dieta byla používána v předchozích studiích (např. Havlíček & Lenochová 2006), ale kromě česneku (Fialová 2010) zatím nebyl vliv těchto potravin na tělesnou vůni experimentálně testován. Z jídelníčku participantů musel být vyloučen alkohol a byli také požádáni, aby dva dny před testováním nepobývali v zakouřených prostorech. Tatáž omezení měli dodržovat i během sběrů a k tomu se při sběru měli vyhnout náročnější fyzické aktivitě.

Participant museli dva dny před sběrem vzorků začít dodržovat kromě výše zmíněné dárcovské diety i následující stravovací omezení: ze své stravy měli vyloučit kofein v jakékoli podobě, což znamenalo nepít kávu, černý ani zelený čaj (ovocný čaj byl povolen), dále nápoje jako colu, kofolu, ledový čaj. Dále žádné energetické nápoje, čokoládu a též neměly být užívány léky tlumící bolest, jelikož mohou obsahovat kofein.

Participant byli dále informováni, že pokud něco z předepsané diety či z jiných omezení poruší, nebudou za to nijak sankcionováni. Pouze byli požádáni, aby vše popravdě uvedli do dotazníku, který vyplňovali před sběrem i po sběru tělesné vůně. V něm měli uvést, zda dodrželi dietu, zda prováděli náročnější fyzickou aktivitu, pobývali v zakouřených místnostech, zda se během sběru vzorků cítili dobře atd.

Po dvoudenní dietě proběhl samotný sběr vzorků.

7.1.2 Hodnotitelky

Nábor hodnotitelek probíhal na Katedře antropologie a přes sociální síť Facebook. Další hodnotitelky jsme hledali pomocí inzerátu na internetovém portálu www.brigady.jobs.cz.

Podmínkou účasti žen na hodnocení vzorků byl věk 18–35 let včetně a užívání hormonální antikoncepce. Pokud by se testování účastnily normálně cyklující ženy, musely bychom je všechny pozvat k hodnocení ve stejné fázi cyklu, aby byla jejich hodnocení rovnocenná. Užívání hormonální antikoncepce vliv menstruačního cyklu na čichové schopnosti eliminuje.

Hodnotitelkám jsme podali všechny informace pouze po emailu, setkali jsme se až v den hodnocení. Ženy byly předem informovány o tom, o jaké hodnocení se bude jednat. Bylo jim vysvětleno, že se jedná o hodnocení mužské tělesné vůně, což znamená, že jejich úkolem bude hodnotit příjemnost a intenzitu vůně vatových tamponů, které muži nosili v podpaží. Dále byly seznámeny s tím, že vše bude probíhat na Katedře Obecné antropologie a že celé hodnocení zabere necelou hodinu.

Ohodnotit atraktivitu nasbíraných pachových vzorků přišlo 36 žen. Odměna za celé hodnocení činila 100 Kč + dárkový balíček (sladkosti a kosmetika). Z 36 žen musely být 4 dodatečně z hodnocení vyloučeny, jelikož se ukázalo, že tyto ženy buď vůbec neuzívaly hormonální antikoncepci (2 z nich) nebo nesprávným způsobem hodnotily vzorky (2 z nich). Zůstalo tak 32 hodnotitelek.

Jejich věk se pohyboval od 18 do 35 let, průměrný věk činil 23,34 let. Z těchto 32 žen 12 uvedlo, že kouří denně 3 až 10 cigaret. 6 žen uvedlo, že trpí sezónní alergií, ale jelikož hodnocení probíhalo v únoru, alergie se velmi pravděpodobně neprojevovala. 7 žen uvedlo, že jsou v současné době lehce nachlazené. Svůj čich mohly ohodnotit na škále od 1 (velmi špatný) po 7 (vynikající) - hodnotily v rozptylu od 3 do 7 s průměrem 5,28.

7.1.3 Sběr vzorků

Každému muži byl dvakrát odebrán vzorek jeho tělesné vůně, jednou po požití testované látky a podruhé po požití placeba.

Sběr vzorků probíhal od listopadu 2009 do ledna 2010.

Před samotným darováním vzorků jsme zjistili, zda se u některého z mužů v minulosti neobjevila přecitlivělost na kofein, která by se mohla projevit jako např. neschopnost koncentrace, nervozita, třes rukou apod (viz kap. 5.1.6). V případě přecitlivělosti by byl participant z výzkumu vyloučen, jelikož přecitlivělost je obvykle

spojená s tím, že dotyčný není zvyklý pravidelně konzumovat kofein v jakékoli podobě. To přitom bylo jednou z podmínek účasti na výzkumu.

Jako testovanou látku jsme kvůli nedostupnosti čistého kofeinu zvolili směs kofeinu a maltodextrinu od firmy Aminostar s názvem Caffeine Active (jedna tableta o hmotnosti 400 mg, z čehož bylo 200 mg kofeinu a 200 mg maltodextrinu). Jelikož tedy při pokusu nebyl použit kofein samostatně, ale ve směsi s maltodextrinem, použili jsme jako kontrolní látku maltodextrin (firma Natural Blends). Abychom se vyhnuli placebo efektu, účastníkům jsme neřekli, zda jim byla podána testovaná či kontrolní látka. Dárci byli informováni, že v obou situacích budou konzumovat kofein, a to v množství, které je pro jejich organismus naprosto bezpečné.

Jako množství testované látky jsme zvolili dolní hranici střední¹³ dávky kofeinu, a to 4 mg kofeinu na kilogram tělesné váhy, což je dávka pro zdravého dospělého jedince zcela bezpečná (Maughan 2003), nicméně to není množství, které by byl člověk schopen běžně jednorázově zkonsumovat. U člověka vážícího 70 kg to tedy znamená 280 mg kofeinu v jednom nápoji, což odpovídá zhruba 2 - 4 šálkům kávy. Už 300 mg kofeinu bývá označováno jako maximum, které může člověk najednou zkonsumovat (Maughan 2003), vyšší dávka by mohla i u zdravého člověka způsobit nežádoucí účinky. Stanovili jsme proto 300 mg kofeinu v jednorázové dávce jako horní hranici.

V případě kofeinu tento sběr probíhal pod mým dohledem na Katedře Obecné antropologie. Participantů byli před sběrem náhodně rozděleni do skupin: první skupina absolvovala experiment v pořadí kofein, placebo; druhé skupině bylo naopak nejdříve podáno placebo, až poté kofein. S každým mužem byly domluveny dva termíny, ve kterých se měl během dopoledne dostavit na Katedru obecné antropologie. Tyto termíny od sebe musely být v časovém odstupu nejméně dva dny, a to pouze v případě, že participant v prvním testování užil placebo a další dva dny nadále dodržoval dietu. Pokud byl participant při testování ve skupině s pořadím kofein, placebo, mohlo být placebo testováno až týden po testování kofeinu, a to z toho důvodu, abychom měli jistotu, že

¹³ Střední dávka kofeinu se pohybuje v rozmezí 4-7 mg kofeinu na kg tělesné hmotnosti (Gliottoni & Motl 2008, Park *et al.* 2008).

kofein nemohl nijak ovlivnit vzorky s placebem. Jak bylo zmíněno výše, při některých onemocněních (jichž si nemusí být participanti vědomi) se odbourání kofeinu z těla může několikanásobně prodloužit, proto jsme chtěli i tuto možnost eliminovat.

V domluvený termín se muži dostavili do laboratoře Etologie člověka v časovém rozmezí od 7,30 hodin do 11 hodin. Všichni byli požádáni, aby si před odchodem z domu omyli podpaží neparfemovaným mýdlem (Atoderm Gel moussant do firmy Bioderma), které dostali při našem prvním informačním setkání.

Po příchodu na katedru byli muži požádáni, aby vypili nápoj s testovanou látkou (buď kofein nebo placebo rozmíchané ve 150 ml vody).

Po vypití nápoje s kofeinem/placebem proběhla 15 minutová pauza, během níž muži vyplňovali dotazník (věk, výška, váha, stravovací návyky atd.). Jelikož kofein může dosáhnout maximální koncentrace v krvi již za 15 minut od podání, byla zvolena právě tato časová prodleva. Po uplynutí 15 minut byli participanti požádáni, aby si oťřeli podpaží připravenými neparfemovanými vlhčenými ubrousky. Poté si připevnili do podpaží pomocí hedvábné náplasti Omnisilk (firma Hartman, šíře 1,25 cm) předem připravené vatové tampony Ebelin (od firmy DM). Následně si oblékli bavlněné tričko, které bylo předtím dvakrát vypráno v pračce bez pracího prášku a po uschnutí bylo vloženo do uzavíratelného igelitového sáčku. Toto tričko mělo zabránit tomu, aby se vatové polštářky dostaly do kontaktu s jejich vlastním oblečením, což by mohlo vzorky pachově kontaminovat. Na toto tričko si již mohli obléknout své oblečení. S sebou participanti dostali dva uzavíratelné igelitové sáčky, které byly předem označené číslem, které bylo každému muži přiděleno a nápisy „levé podpaží“ a „pravé podpaží“. Do nich měli participanti po uplynutí sedmi hodin od nalepení vatových polštářků tyto vložit a sáček neprodyšně uzavřít.

Pro celkový čas sběru vzorků (kdy měli muži v podpaží přilepený vatový polštářek) byla zvolena doba 7 hodin, což je spodní hranice vyloučení kofeinu z těla (biologický poločas kofeinu se může pohybovat od 3 do 6 hodin, tedy zhruba po 6 až 12 hodinách od požití by měl být kofein z těla plně vyloučen, viz kap. 5.1.5).

Po umístění vatových polštářků do igelitových sáčků měli dárce za úkol v co nejkratším čase přinést vzorky zpět na katedru. Tam byli požádáni o vyplnění krátkého dotazníku, kde měli uvést, zda dodrželi dietu, režim a zda se během pokusu cítili dobře.

Nikdo ze zúčastněných během testování neprováděl žádnou náročnou fyzickou aktivitu. Všichni museli jak při prvním, tak druhém sběru vzorků zachovat stejné podmínky, tzn. pokud při prvním převážně sledovali televizi, při druhém měli dělat totéž. Jeden z účastníků výzkumu pracuje jako fyzioterapeut, což lze za náročnou fyzickou aktivitu považovat, ale tuto práci vykonával jak v první, tak ve druhé části tohoto pokusu, podmínky u něj tedy byly zachovány stejné.

Při dalším setkání s dárci tělesné vůně, které proběhlo bezprostředně po ukončení sběru vzorků tělesné vůně, jsme si prošli průběh celého testování, převzali jsme si vzorky a dotazníky. Vzorky byly poté uloženy do mrazicího boxu až do hodnocení ženami.

7.1.4 Hodnocení vzorků

Hodnocení vzorků se uskutečnilo 10. února 2010, od 8 do 18 hodin na Katedře obecné antropologie v jedné z vyučovacích místností.

Během celé doby hodnocení (8 - 19 hod.) jsme se snažili v místnosti udržet stálou teplotu a vlhkost. Průměrná teplota vzduchu byla 23,29 °C (v rozmezí 22,8–23,9 °C) a průměrná vlhkost vzduchu 25,83 % (v rozmezí 25-28 %).

Ráno před hodnocením byly vzorky vyndány z mrazicího boxu a hodinu ponechány v pokojové teplotě, aby došlo k jejich rozmrazení. Následně byly vloženy do sklenic o objemu 500 ml z hnědého neprůhledného skla se zábrusovou zátkou, tzv. prachovnic. Od každého muže jsme do jedné sklenice dali vzorek s testovanou látkou a do druhé kontrolní vzorek, u poloviny mužů se jednalo o vzorky z levého a u druhé poloviny z pravého¹⁴ podpaží. Tak například od muže číslo 1 jsme vzali oba vzorky z pravého podpaží, od muže číslo 2 z levého, od muže číslo 3 opět z pravého a tak dále. Sklenice se vzorky byly označeny kódem pro identifikaci.

Vzorek byl do prachovnice umístěn nahoru tou stranou, kterou měl participant připevněnou přímo do podpaží, aby se pach mohl dobře uvolnit. Poté byla prachovnice uzavřena zátkou. Veškerá manipulace se vzorky probíhala pomocí pinzet a s nasazenými

rukavicemi, abychom zabránili případné kontaminaci vzorků jiným pachem. Vzorky byly ponechány ve dvojicích a umístěny spolu na jedno stanoviště. Vzorky byly náhodně rozděleny do dvou skupin a během dne byly různě přehazovány, aby byly ženami hodnoceny v nejrůznějším pořadí.

Hodnotitelky po příchodu na katedru podepsaly informovaný souhlas. Poté jim byl vysvětlen postup hodnocení. U každého vzorku byla hodnocena jeho příjemnost (atraktivita) a intenzita. Hodnocení se zapisovalo do předem připravených hodnoticích archů. Příjemnost byla hodnocena na škále od -3 (velmi nepříjemný/neatraktivní) do 3 (velmi příjemný/atraktivní), hodnocení 0 znamenalo, že vzorek je hodnocen neutrálně. Intenzita byla hodnocena na škále od 1 (málo intenzivní) do 7 (velmi intenzivní). Vzorky byly hodnoceny tzv. nucenou volbou, ženy tedy musely z každé dvojice vzorků ohodnotit v případě hodnocení příjemnosti jeden jako příjemnější a v případě hodnocení intenzity jeden jako intenzivnější, tzn., že vzorky A1 a A2 nesměly být hodnoceny na sedmibodové škále stejně. Každá žena dostala číslo, ženy s lichými čísly začínaly hodnocení u první skupiny vzorků, ženy se sudými čísly začínaly hodnotit u druhé skupiny vzorků.

Na hodnoticím archu mohly ženy dále označit, zda jim vůně něco nebo někoho připomíná. Nejdříve si mohly vybrat z pěti nabídnutých možností (kouř, alkohol, ryby, česnek nebo cibuli, kávu) a poté mohly samy dopsat, co jim vůně připomíná. V případě, že jim vůně připomínala někoho známého, opět si mohly vybrat z předem nabídnutých možností (muže – ženu, rodiče, partnera, jiné příbuzné) nebo mohly do volného políčka samy dopsat někoho jiného.

Po ohodnocení jedné skupiny vzorků měly hodnotitelky za úkol udělat si přibližně desetiminutovou přestávku, během níž se mohly občerstvit vodou, jít se ven vydýchat a také mohly tuto pauzu využít k vyplnění krátkého dotazníku. V tomto dotazníku jsme se dotazovali např. na jejich věk, značku užívané hormonální antikoncepce, zda kouří a zda považují svůj čich za dobrý či nikoliv. Po této pauze se ženy vrátily a ohodnotily druhou

¹⁴ Pravé a levé podpaží jednoho člověka může produkovat různé množství a intenzitu potu, například v závislosti na používání jedné ruky více u praváků/leváků (Ferdenzi & Schaal 2009).

skupinu vzorků. Po ohodnocení druhé série vzorků dostaly ženy odměnu a jejich úkol tím skončil.

7.1.5 Analýza dat

Pro analýzu dat jsme zvolili jednovýběrový t-test, který se řadí do skupiny parametrických testů. Tento test vyžaduje splnění podmínky normálního rozdělení dat. (Lepš 1996) Nejdříve jsme tedy testovali normalitu dat (pro hodnocení atraktivity a intenzity), použili jsme Shapiro-Wilksův test. Výsledky tohoto testu vykazovaly nesignifikantní výsledek, což naznačuje normální rozložení dat. Tento výsledek potvrdil i Lilieforsův test (Lepš 1996).

Pro analýzu výsledků jsme nejdříve vypočítali rozdíly v jednotlivých hodnoceních atraktivity a intenzity placebo vzorku od hodnocení atraktivity nebo intenzity testované látky. Atraktivita a intenzita byly hodnoceny na škále od 1 do 7. Bylo-li tedy hodnocení atraktivity pachového vzorku po požití kofeinu například 5 a vzorku od toho samého muže po požití placebo 3, rozdíl mezi těmito hodnoceními se rovnal 2. Rozdíly mohly nabývat i záporných hodnot. Pokud každého muže hodnotilo 30 žen, měli jsme tak ve výsledku u každého muže 30 hodnot.

Pro jednotlivé muže jsme v následujícím kroku spočetli průměrné hodnoty z těchto rozdílů, které pak byly použity v následujících analýzách, aby se předešlo problému s pseudoreplikacemi. Počet průměrných rozdílů tedy odpovídal počtu vzorků. Získali jsme tak 13 průměrných rozdílů pro atraktivitu a intenzitu pro experiment s kofeinem a 12 u ostatních dvou pokusů.

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsme testovali hypotézy: H_0 : průměrné rozdíly hodnocení atraktivity a intenzity vzorků se rovnají nule.

Proti ní jsme postavili alternativní hypotézu H_A : Není pravda, že průměrné rozdíly hodnocení atraktivity a intenzity vzorků se rovnají nule.

7.2 Guarana

Testování efektu guarany jsme provedli na stejném principu jako u předchozího testování efektu kofeinu, avšak pro sběr kontrolního vzorku jsme nepoužili placebo. Kontrolním vzorkem byla ničím neovlivněná přirozená podpažní vůně mužů. Muži nejdříve darovali vzorky své tělesné vůně a skupina žen následně ohodnotila jejich atraktivitu a intenzitu. Sběr vzorků pro experiment s guaranou probíhal od prosince 2010 do ledna 2011, hodnocení vzorků se konalo 13. ledna 2011.

7.2.1 Participantí

7.2.1.1 Dárci tělesné vůně

Účast na pokusu s guaranou jsem nabídla mužům, se kterými jsem spolupracovala při pokusu testujícím efekt kofeinu. Další dárci byli taktéž získáni z předcházejícího náboru pro pokus s kofeinem; nabídla jsem účast těm, kteří mě kontaktovali po skončení prvního pokusu. Podmínky účasti na pokusu byly stejné jako u kofeinu (viz kap. 7.1.1). Za účast jim byla nabídnuta odměna 400 Kč.

Pokusu s guaranou se nakonec zúčastnilo 12 mužů (průměrný věk 26,17 let, rozpětí 20–35 let), z nichž 4 se zúčastnili pokusu s kofeinem. Všichni byli nekuřáci, nikdo neužíval pravidelně žádné léky. 2 účastníci uvedli, že trpí ekzémem na ruku, jiné závažnější kožní ani metabolické onemocnění se nevyskytlo.

3 dobrovolníci dále uvedli, že se u nich několikrát po vypití kofeinového nápoje vyskytla neschopnost koncentrace, nespavost, neklid či nevolnost. To by mohlo naznačovat přecitlivělost na kofein. Nicméně po užití guarany nikdo z nich neuvedl, že by pociťoval některý z těchto příznaků.

Jejich index tělesné hmotnosti (BMI) se pohyboval v rozmezí od 20,52 do 27,78 kg/m². 5 z těchto 12 mužů mělo Body Mass Index vyšší, než doporučuje norma, čili na hladině nadváhy. Z toho muži č. 4 a č. 7 přesahovali svoji normu zhruba o 10%.

7.2.1.2 Hodnotitelky

Vzorky hodnotilo celkem 30 žen ve věkovém rozmezí 18 – 35 let, s průměrem 22,83 let. Všechny užívaly hormonální antikoncepci déle jak 3 měsíce. 3 hodnotitelky uvedly, že

trpí sezónní alergií a 2 měly během hodnocení rýmu. Své čichové schopnosti hodnotily na škále od 1 (velmi špatné) po 7 (velmi dobré) mezi čísly 3až 7 s průměrem 5,45.

7.2.2 Sběr vzorků

Sběr vzorků tělesné vůně pro pokus s guaranou již každý participant prováděl samostatně u sebe doma. Během tohoto pokusu byl každému muži dvakrát odebrán vzorek tělesné vůně, jednou za použití testované látky a podruhé vzorek kontrolní.

Participantů byli náhodně rozděleni do dvou skupin. V jedné skupině probíhal sběr vzorků v pořadí 1. guarana, 2. kontrolní vzorek; ve druhé skupině probíhalo testování v opačném sledu. V případě pořadí 1. kontrolní vzorek, 2. guarana, probíhal samotný sběr tak, že první den participantů sbírali svou tělesnou vůni bez použití účinné látky. Pokud i do dalšího dne zachovali dietu a režim, mohli hned druhý den nasbírat vzorky s guaranou. Pokud dietu do dalšího dne nedodrželi, museli opět projít dvoudenní dárcovskou dietou a režimem, až poté mohli přejít k druhé části sběru pachových vzorků. V případě pořadí 1. guarana, 2. kontrolní vzorek, musel být mezi jednotlivými sběry tělesné vůně časový odstup alespoň týden, abychom eliminovali možnost, že v těle participantů zůstaly stopy guarany.

Při našem prvním informačním setkání dostal každý muž balíček věcí potřebných ke sběru pachových stimulů. Tento balíček obsahoval:

- vatové tampony Ebelin od firmy DM,
- hedvábnou náplast Omnisilk od firmy Hartmann o šíři 1,25 cm,
- dvě bílá bavlněná trička odpovídající velikosti participanta; trička byla před pokusem dvakrát vyprána v pračce bez pracího prášku a po uschnutí byla vložena do uzavíratelného igelitového sáčku, aby nemohla být dále kontaminována pachy z prostředí,
- neparfemované mýdlo Atoderm Gel moussant – pěnivý gel od firmy Bioderma, nadávkovaný do bralenek Ionister (25 ml),
- dvě tablety Guarany – MedPharma, 800 mg,
- 2x dotazník před sběrem,

- 2x dotazník po sběru,
- 4x uzavíratelný igelitový sáček, předem označený pro normální vůni - guaranu, pravé - levé podpaží,
- návod s detailním popisem, jak se má při sběru postupovat.

Průběh pokusu byl následující: ráno před sběrem vzorků si participantů umyli podpaží neparfemovaným mýdlem. Poté si do podpaží nalepili vatové polštářky a oblékli si připravené tričko. Pokud byli ve fázi sběru tělesného pachu po užití guarany, tak byli muži instruováni, aby 15 minut před nalepením vatových polštářků užili dvě tablety guarany a zapili je zhruba 150 ml vody.

V obou situacích, tedy při sběru kontrolních pachů a pachů po užití guarany, nosili muži vatové polštářky v podpaží sedm hodin. Jelikož guarana obsahuje kofein, volili jsme stejnou dobu nošení vatových polštářků v podpaží jako v případě kofeinu. Navíc bylo naším cílem porovnat účinek kofeinu z různých zdrojů a aby byla data porovnatelná, musela být zvolena i stejná délka nošení.

Po uplynutí sedmi hodin od nalepení si měli participantů vatové polštářky z podpaží odlepit a vložit je do igelitového sáčku a co nejdříve přinést do laboratoře Etologie člověka. Vzorky byly následně uloženy v mrazicím boxu až do hodnocení ženami.

7.2.3 Hodnocení vzorků

Hodnocení probíhalo 13. ledna 2011 od 9 do 17,30 hodin na Katedře Obecné antropologie.

Ženy začínaly střídavě hodnotit první nebo druhou skupinu vzorků. I v rámci jedné skupiny byly hodnotitelky požádány, aby vzorky hodnotily na přeskáčku, abychom tak docílili toho, že vzorky budou hodnoceny v co nejrůznějším pořadí. Po ohodnocení jedné skupiny si hodnotitelky daly krátkou přestávku. Poté šly ohodnotit druhou sérii vzorků. Po dokončení hodnocení jim byla dána odměna 100 Kč. Během celého hodnocení jsme se snažili udržet v místnosti stálou teplotu a vlhkost. Průměrná teplota byla 21,79 °C (21,4 °C - 22,2 °C) a vlhkost 34,73 % (33 – 37 %).

7.2.4 Analýza dat

Analýza dat probíhala stejně jako při pokusu s kofeinem.

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsme testovali hypotézu H_0 : průměrné rozdíly hodnocení atraktivity a intenzity vzorků ošetřených guaranou a kontrolních vzorků se rovnají nule.

Proti ní jsme postavili alternativní hypotézu H_A : Není pravda, že průměrné rozdíly hodnocení atraktivity a intenzity vzorků se rovnají nule.

7.3 Beta karoten

Pokus s beta-karotenem jsme provedli na stejném principu jako pokus s guaranou a kofeinem. Kontrolním vzorkem opět byla ničím neovlivněná přirozená podpažní vůně mužů. Muži nejdříve darovali vzorky své tělesné vůně a skupina žen následně ohodnotila jejich atraktivitu a intenzitu. Sběr vzorků pro experiment s beta-karotenem probíhal od prosince 2010 do března 2011, hodnocení vzorků se konalo 10. května 2011.

7.3.1 Participantí

7.3.1.1 Dárci vzorků

Pokusu se zúčastnilo 12 mužů s věkovým průměrem 26,17 let (rozpětí 20 – 35 let). Všichni z nich již měli zkušenost z předchozích pokusů; všech 12 se zúčastnilo pokusu s guaranou, 4 i pokusu s kofeinem. Všichni byli nekuřáci, nikdo neužíval pravidelně žádné léky.

7.3.1.2 Hodnotitelky

Vzorky přišlo ohodnotit celkem 38 žen, ale následně musela být 1 žena z hodnocení vyloučena, protože neužívala hormonální antikoncepci. Ostatní hodnotitelky užívaly hormonální antikoncepci déle než tři měsíce, jejich věkový průměr byl 22,7 let (v rozmezí 18 – 31 let). 12 ze 37 žen se účastnilo hodnocení předchozích.

Z těchto 37 žen 8 uvedlo, že jsou kuřačky, počet vykouřených cigaret za den se pohyboval mezi 2 – 12 kusy. 8 žen dále uvedlo, že trpí sezónní alergií, 3 hodnotitelky byly v den hodnocení lehce nachlazené.

Hodnotitelky měly za úkol na škále od 1 (velmi špatné) do 7 (vynikající) ohodnotit, jaké si myslí, že mají čichové schopnosti. Toto hodnocení se pohybovalo v rozmezí 3 - 7 s průměrnou hodnotou 5,76.

7.3.2 Sběr vzorků

Sběr vzorků tělesné vůně pro pokus s beta-karotenem každý participant prováděl samostatně u sebe doma. Proto během našeho prvního setkání, kde bylo vše podrobně vysvětleno, dostal každý participant také balíček s materiálem potřebným ke sběru pachů (viz guarana).

Během tohoto pokusu byl každému muži dvakrát odebrán vzorek tělesné vůně, jednou za použití testované látky a podruhé vzorek kontrolní.

Všichni participanté jako první sbírali svou přirozenou tělesnou vůni, která sloužila jako kontrolní vzorek. Poté v průběhu následujících 30 dnů užívali každý den tobolku s 9 mg beta-karotenu (Bioaktivní Karoten, Pharma Nord APS). V den, kdy užili poslední tabletu beta-karotenu, opět proběhl sběr jejich tělesné vůně.

Každý muž měl k dispozici balíček se vším, co potřebovali k odběru pachu. Balíček obsahoval stejný materiál jako při testování efektu guarany, avšak místo guarany v něm bylo 30 kapslí 9 mg beta-karotenu (Bioaktivní Karoten, Pharma Nord APS):

Průběh obou sběrů byl stejný jako v minulých dvou pokusech (viz kap. 7.1.3, 7.2.3). Před sběrem vzorků si participanté umyli podpaží neparfemovaným mýdlem. Poté si do podpaží nalepili vatové polštářky a oblékli si připravené tričko. Po uplynutí sedmi hodin od nalepení si měli vatové polštářky z podpaží odlepit a vložit je do igelitového sáčku. Vzorky byly následně uloženy v mrazicím boxu až do hodnocení ženami.

7.3.3 Hodnocení vzorků:

Hodnocení vzorků s beta-karotenem probíhalo 10. května 2011 od 10 do 18 hodin na Katedře Obecné antropologie FHS UK. V místnosti jsme se opět pokoušeli během celého testování udržet stálou teplotu a vlhkost. Průměrná teplota v místnosti byla 24,14 °C a pohybovala se v rozmezí 23,8 – 24,5 °C, průměrná vlhkost bylo 34,56 %, v rozmezí 33 – 44 %.

7.3.4 Analýza dat

Postup při analýze dat byl stejný jako postup při analýze kofeinu a guarany.

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsme testovali hypotézu H_0 : průměrné rozdíly hodnocení atraktivity a intenzity vzorků ošetřených beta-karotenem a kontrolních vzorků se rovnají nule.

Proti ní jsme postavili alternativní hypotézu H_A : Není pravda, že průměrné rozdíly hodnocení atraktivity a intenzity vzorků se rovnají nule.

8 VÝSLEDKY

Design všech tří experimentů byl vnitrosubjektový. Pachové vzorky byly získány za dvou podmínek: v prvním případě se získával vzorek tělesné vůně participanta po užití testované látky (kofein, guarana, beta-karoten); ve druhém případě působilo na dárce vzorků placebo (nebo byla sbírána pouze kontrolní tělesná vůně, která nebyla ovlivněna vnějšími faktory). Hodnocení atraktivity a intenzity tělesné vůně každého participanta po požití testované látky tak bylo porovnáváno s hodnocením tělesné vůně téhož participanta bez požití testované látky.

Jednovýběrový test srovnává průměr jednoho výběrového souboru s teoretickou hodnotou, která se očekává, pokud platí nulová hypotéza. V našem případě jsme testovali, zda se průměrné rozdíly pro intenzitu a atraktivitu signifikantně liší od nuly.

8.1 Kofein

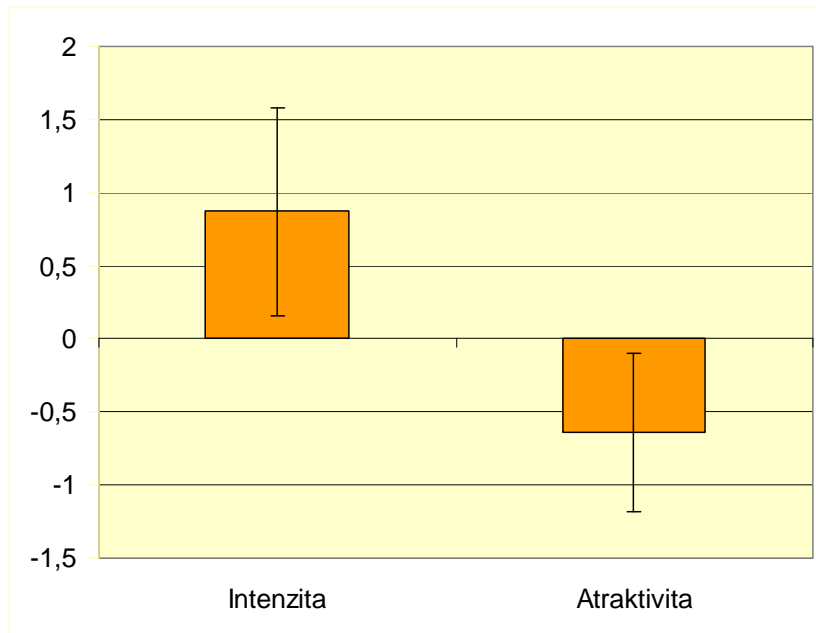
Na základě jednovýběrového t-testu jsme zjistili signifikantní rozdíl v intenzitě i atraktivitě pachů mezi vzorky s kofeinem a placebem. Výsledky ukazuje následující tabulka.

JEDNOVÝBĚROVÝ T-TEST (kofein)						
proměnné	průměrný rozdíl	95% konfidenční intervaly		t	df	p
intenzita	0,873	0,163	1,584	2,678	12	0,020
atraktivita	-0,643	-1,185	-0,102	2,5891	12	0,024

Tabulka 1 Jednovýběrový t-test: průměrné rozdíly hodnocení intenzity a atraktivity mezi vzorky tělesné vůně pro požití kofeinu a placebo je statisticky signifikantní.

Průměrné rozdíly v hodnocení intenzity mezi vzorky, které byly ošetřené kofeinem a kontrolními vzorky byly signifikantně pozitivní ($p = 0,02$), z čehož vyplývá, že aplikace kofeinu zvyšovala intenzitu tělesného pachu.

Výsledky jsou vyneseny do následujícího grafu:



Graf 1: Průměrný rozdíl hodnocení intenzity a atraktivity vzorků s kofeinem – placebem. Chybová úsečka znázorňuje konfidenční intervaly. Průměrné rozdíly jsou statisticky signifikantní.

8.2 Guarana

Na základě jednovýběrového t-testu jsme nezjistili signifikantní rozdíl v intenzitě ani atraktivitě pachů mezi vzorky s guaranou a placebem.

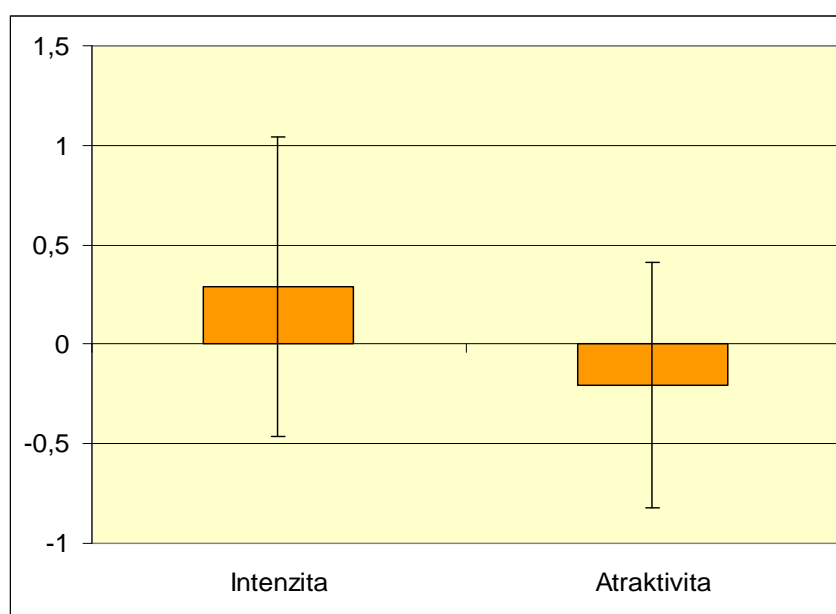
JEDNOVÝBĚROVÝ T-TEST (guarana)						
proměnné	průměrný rozdíl	95% konfidenční intervaly		t	df	p
intenzita	0,291	-0,462	1,044	0,851	12	0,413
atraktivita	-0,203	-0,818	0,413	-0,724	12	0,484

Tabulka 2 Jednovýběrový t-test: průměrné rozdíly hodnocení intenzity ($p = 0,413$) a atraktivity ($p = 0,484$) mezi vzorky tělesné vůně pro požití guarany v porovnání s kontrolním vzorkem nejsou statisticky signifikantní.

Průměrné rozdíly hodnocení intenzity mezi vzorky ošetřeny guaranou a kontrolními vzorky nebyly signifikantní ($p = 0,413$). Aplikace guarany neměnila intenzitu tělesného pachu.

Průměrné rozdíly hodnocení atraktivity vzorků ošetřených guaranou a kontrolními vzorky nebyly signifikantní ($p = 0,484$), což znamená, že aplikace guarany neměnila atraktivitu tělesné vůně.

Výsledky ukazuje i následující graf:



Graf 2: Průměrný rozdíl hodnocení intenzity a atraktivity vzorků s guaranou – kontrolním vzorkem. Chybová úsečka znázorňuje konfidenční intervaly. Rozdíly nejsou statisticky signifikantní.

8.3 Beta-karoten

Na základě jednovýběrového t-testu jsme nezjistili signifikantní rozdíl v intenzitě pachů mezi vzorky s beta-karotenem a placebem. Výsledky ukazuje následující tabulka:

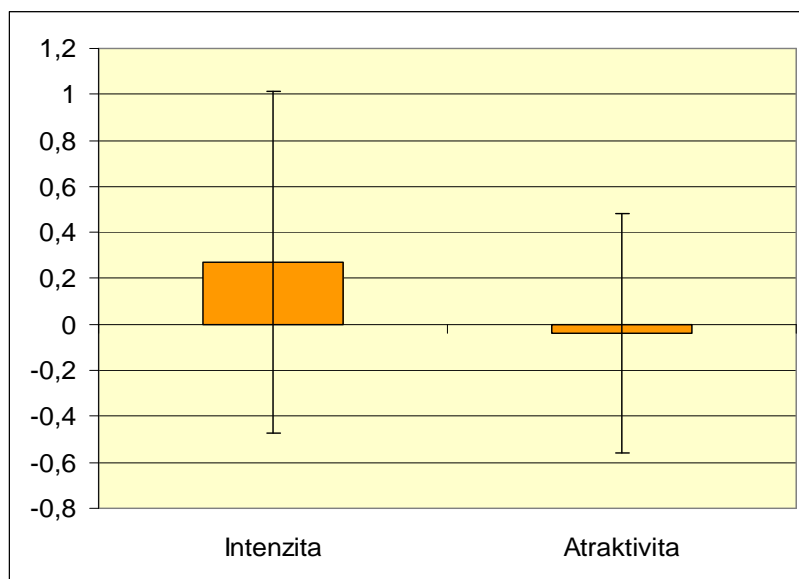
JEDNOVÝBĚROVÝ T-TEST (beta-karoten)						
proměnné	průměrný rozdíl	95% konfidenční intervaly		t	df	p
intenzita	0,271	-0,474	1,017	0,801	12	0,440
atraktivita	-0,039	-0,561	0,482	-0,167	12	0,871

Tabulka 3 Jednovýběrový t-test: průměrné rozdíly hodnocení intenzity ($p = 0,44$) a atraktivity ($p = 0,871$) mezi vzorky tělesné vůně pro požití beta-karotenu v porovnání s kontrolním vzorkem nejsou statisticky signifikantní.

Průměrné rozdíly hodnocení intenzity mezi vzorky ošetřenými beta-karotenem a kontrolními vzorky nebyly statisticky signifikantní ($p = 0,44$). Aplikace beta-karotenu neměnila intenzitu tělesného pachu.

Průměrné rozdíly hodnocení atraktivity mezi vzorky, které byly ošetřené beta-karotenem, a kontrolními vzorky nebyly signifikantní ($p = 0,871$). Aplikace beta-karotenu neměnila atraktivitu tělesného pachu.

Výsledky ukazuje následující graf:



Graf 3: Průměrný rozdíl hodnocení intenzity a atraktivity vzorků s beta-karotenem – kontrolním vzorkem. Chybová úsečka znázorňuje konfidenční intervaly. Rozdíly nejsou statisticky signifikantní.

9 DISKUZE

Fakt, že strava se může významně podílet na individuálním tělesném pachu, byl prokázán již dříve například u ryb (Rajakaruna & Brown 2006) či hlodavců (Beauchamp 1976, Ferkin *et al.* 1997, Pierce & Ferkin 2005). Kvalita konzumované potravy může ovlivňovat zdravotní stav a tím i šanci na úspěšnou reprodukci.

V dřívějších studiích byl vliv stravy prokázán i u lidí. Dokonce se ukázalo, že efekt stravy by mohl být významnější než vliv genetických faktorů na tělesnou vůni člověka. Speciálně vycvičení psi od sebe dokázali odlišit vůni monozygotických dvojčat krmených různou stravou, ne ale monozygotických dvojčat krmených stejnou stravou (Hepper 1988).

Ačkoliv strava může být faktorem, který ovlivňuje pachový podpis člověka, nebylo zatím provedeno mnoho pokusů, které by se tímto vlivem blíže zabývaly.

Dosud provedené studie ukázaly, že konzumace červeného masa tělesnou vůni ovlivňuje negativně (Havlíček & Lenochová 2006) a že konzumace česneku by mohla naopak zvyšovat příjemnost tělesné vůně (Fialová *et al.* v tisku).

Přestože efekt dalších potravin dosud nebyl testován, výzkumníci v experimentech zkoumajících tělesnou vůni omezují stravu dárců tělesné vůně. Důvodem je snaha předejít případnému ovlivnění vzorků potravinami, u nichž se předpokládá, že by mohly mít na kvalitu tělesné vůně vliv (Wedekind & Furi 1997, Platek *et al.* 2001, Havlíček *et al.* 2006).

Cílem našich pokusů bylo otestovat vliv dalších látek běžně získávaných ze stravy a zjistit, zda tyto látky mohou ovlivnit tělesnou vůni člověka. Vybrali jsme si dvě látky, a to kofein a beta-karoten. Kofein jsme testovali dvakrát, pokaždé z jiného zdroje.

Kofein je celosvětově nejrozšířenější a nejužívanější stimulační látka, kterou najdeme v mnoha nápojích denní spotřeby (Astrup *et al.* 1990), čokoládě, některých lécích (Davis & Green 2009) a dalších potravinách. Kofein se řadí mezi přírodní jedy a má široké spektrum účinků na lidský organismus. Po požití je poměrně rychle vstřebán z gastrointestinálního traktu. Rychlost jeho vyloučení z těla je individuální a záleží na dalších faktorech (Nawrot *et al.* 2003). Kofein zvyšuje parasympatickou nervovou aktivitu (Hibino *et al.* 1997), zvyšuje koncentraci dopaminu (Temple 2009) a působí jako

antagonista adenosinu (Astrup 1999). Kofein stimuluje centrální nervovou soustavu (Fredholm *et al.* 1999), může zlepšovat náladu (Childs & de Witt 2006) a má i další fyziologické vlivy.

Bylo prokázáno, že kofein může mít na lidské tělo toxické účinky, které se projevují širokou škálou příznaků, např. nespavostí, nervozitou a podrážděností (Nawrot *et al.* 2003). Kofein může působit i různé zdravotní potíže, např. srdeční arytmií (viz kap. 5.1.4).

Tělesná vůně totiž může informovat nejen o genetických kvalitách jedince (Jordan & Bruford 1998, Milinski 2006, Soo & Stevenson 2007), ale i o zdravotním stavu (viz kap. 4.3.3). Lze proto očekávat, že konzumace „přírodního jedu“ nebude mít pozitivní vliv na atraktivitu tělesné vůně.

Dalším zdrojem kofeinu je guarana. Kofein z guarany má stejné účinky jako kofein získaný z kávovníku. Kofein získaný z guarany je ale mnohem méně toxický (Andjelic 2008), po jeho konzumaci se nevyskytují nežádoucí účinky. V jednom výzkumu byly dokonce prokázány jeho antioxidační účinky (Mattei *et al.* 1998). V tomto případě jsme tedy očekávali, že konzumace guarany nebude ovlivňovat tělesnou vůni stejným způsobem jako kofein z kávovníku

Poslední látkou, kterou jsme zkoumali, byl beta-karoten. U něj byly antioxidační účinky prokázány hned několika výzkumy (Olson & Krinsky 1995). Karotenoidy díky své antioxidační funkci mohou zmírňovat některá onemocnění nebo jim předcházet. Karotenoidy, do kterých je beta-karoten řazen, jsou z přijaté stravy distribuovány do různých tělesných tkání. Hlavní funkcí beta-karotenu je jeho přeměna na vitamín A. Beta karoten působí na pigment melanin, který stojí za zbarvením kůže člověka (Čihák 2009). Lidem s tmavším zbarvením kůže v obličeji byl přisuzován lepší zdravotní stav a zároveň byli hodnoceni jako atraktivnější (Stephen *et al.* 2009, 2010, 2012). Schopnost získat ze stravy dostatečné množství karotenoidů, které se projeví ve zbarvení kůže, může být ukazatelem dobrého zdravotního stavu a tím pádem fitness jedince.

Výsledky našich tří experimentů ukázaly, že konzumace kofeinu má vliv na tělesnou vůni člověka, a to na atraktivitu podpažní vůně i na její intenzitu. Rozdíly v hodnocení vzorků tělesné vůně po odebrání kofeinu byly signifikantně méně atraktivní a intenzivnější než vzorky tělesné vůně odebrané po aplikaci placebo.

U dvou dalších pokusů testujících vliv guarany a beta-karotenu nebyly výsledky statisticky signifikantní.

Limity jednotlivých studií

Všechny experimenty vykazují více či méně závažné nedostatky.

Všech tří experimentů se zúčastnilo poměrně málo dárců. V experimentu zabývajícím se kofeinem bylo 13 dárců, v dalších dvou pokusech 12. Tento fakt by ale neměl výrazně ovlivnit výsledek, neboť u všech tří pokusů byl použit vnitrosubjektový design. Tedy každému muži byl odebrán vzorek tělesné vůně po konzumaci testované látky a vzorek kontrolní (či po požití placebo). Každá žena poté hodnotila atraktivitu a intenzitu obou vzorků.

Navíc u čichových pokusů prováděných dříve jinými výzkumníky se ukázalo, že při čichovém hodnocení dochází poměrně rychle k habituaci. Počet hodnocených vzorků je proto v obdobných studiích omezen zhruba na 20 vzorků (např. Havlíček *et al.* 2005). My jsme měli maximálně 13 participantů, od každého jsme získali vzorky s placebem a kofeinem, tudíž každá žena hodnotila maximálně 26 vzorků. Hodnocení většího počtu vzorků by tudíž mohlo výsledky ovlivnit negativně.

Pro účely hodnocení by bylo možné použít čerstvé vzorky tělesné vůně, v tom případě by ale nemohl být použit vnitrosubjektový design experimentu. Vzorky byly tedy odebrány od každého muže postupně, jednou pod vlivem testované látky a podruhé v kontrolní situaci. Po odebrání vzorků tělesné vůně byly vzorky zmrazeny a uchovány v mrazicím boxu až do hodnocení ženami. Výsledky experimentu zabývajícího se mražením vzorků tělesné vůně ukázaly, že toto zmražení nemá na kvalitu ani intenzitu vzorků vliv. V této studii byly vzorky zmrazeny na dva týdny, jeden měsíc i na šest měsíců. Příjemnost, atraktivita, intenzita a maskulinita zmražených vzorků byly

porovnávány se vzorky čerstvými (Lenochová *et al.* 2009). Mezi vzorky čerstvými a zmraženými nebyl signifikantní rozdíl ani v jedné z hodnocených kategorií.

Dále nebyl u dárců tělesné vůně brán ohled na to, zda si holili podpaží či nikoliv. Kohoutová *et al.* (2012) přitom ve třech nezávislých experimentech zkoumali, zda má holení podpaží vliv na hodnocení příjemnosti, atraktivity, maskulinity a intenzity axilární vůně. V jednom z těchto experimentů byla vůně oholeného podpaží hodnocena jako signifikantně příjemnější. U našich experimentů mohl tento faktor snížit šance na zjištění efektu zkoumaných látek na tělesnou vůni, ale díky vnitrosubjektovému designu pokusů nemohl vytvořit systematické zkreslení.

Testované látky mohly dále ovlivnit náladu participantů. Výsledky některých studií naznačují, že kofein může ovlivňovat náladu (Loke 1990, Childs & de Wit 2006). Několika studii bylo prokázáno, že prožívané právě emoce a nálada mohou mít vliv na tělesnou vůni člověka (Chen & Haviland-Jones 2000, Ackerl *et al.* 2002). Je tedy možné, že na výslednou tělesnou vůni měla vliv i změna nálady způsobená užitím testovaných látek.

Dalším nedostatkem všech tří studií je, že se nepodařilo zajistit, aby muži sbírali kontrolní či testované vzorky pachů ve stejný den. Za následek to mělo například to, že při sběru vzorků po požití testované a kontrolní látky nebyla stejná nebo podobná teplota vzduchu. Sběr vzorků probíhal vždy v zimních měsících, tudíž by vzorky neměly být ovlivněny zvýšenou produkcí potu způsobenou horkem.

Teploty se během sběru vzorků pro experiment s kofeinem pohybovaly od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Největší rozptyl teploty vzduchu během sběru vzorků u jednoho participanta byl $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ během sběru placebo a $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ během sběru pachu ovlivněného kofeinem.

Teplota vzduchu během experimentu s guaranou se pohybovala od $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Největší rozptyl u jednoho participanta byl od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sběr vzorků pro experiment s beta-karotenem probíhal v nejdelším časovém období. Mezi sběrem kontrolního vzorku a vzorku po užívání beta-karotenu uplynul více než měsíc. Teploty se pohybovaly od $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$, což byl i největší rozdíl venkovních teplot během sběru vzorků u jednoho z participantů.

Kromě venkovních teplotních podmínek ale byly ve všech pokusech zachovány během sběru obou vzorků tělesné vůně stejné podmínky, participantů během sběrů vykonávali stejné nebo velmi podobné tělesné aktivity.

Nedostatkem, který se mohl projevit v hodnocení vzorků, mohl být fakt, že jsme nevybírali hodnotitelky pouze z řad nekuřáček. Některé studie prokázaly, že kouření cigaret může zhoršovat čichové schopnosti, ovšem tento efekt se prokázal zejména u kouření více než 20 cigaret denně (Vannemman *et al.* 2008). Maximální počet za den vykouřených cigaret byl u našich hodnotitelek 12.

Kofein

Dávka kofeinu, která byla participantům podána, odpovídá dle běžného rozdělení střední dávce kofeinu (Tunncliffe *et al.* 2008, Maughan 2003), avšak není to dávka, která se z běžně dostupných zdrojů dá zkonsumovat jednorázově. Participantům byl podán kofein v množství 4mg/kg tělesné hmotnosti, avšak maximálně 300 mg kofeinu najednou, a tak muži vážící více než 75 kg dostali dávku 300 mg kofeinu. Průměrný šálek kávy obsahuje od 29 do 176 mg kofeinu.

Konkrétní nedostatek toho výzkumu byl také v nevyváženosti chuti placebo a kofeinu samotného. Kofein je ve své původní podobě bílá, sypká, hořká látka. Maltodextrin měl také formu bílého prášku, ale neměl žádnou chuť. Dárcům tělesné vůně bylo řečeno, že v obou situacích konzumují kofein, pokaždé z jiného zdroje. Je ale otázkou, do jaké míry mohla právě chuť ovlivnit placebo efekt.

Guarana

Dávka guarany v tomto případě nebyla dárcům tělesné vůně navážena podle jejich tělesné hmotnosti jako v případě čistého kofeinu, neboť se nám nepodařilo získat guaranu v sypké podobě. Guaranu tak dárci tělesné vůně užili v podobě tablet. Guarana byla zakoupena v lékárně, ale dbali jsme na to, aby tableta guarany neobsahovala příměsi jiných látek. Každý dárci tělesné vůně před sběrem vzorků zkonsumoval dvě tablety guarany,

příčemž jedna tableta obsahovala 32 mg kofeinu. Dárci tělesné vůně tak dostali dávku kofeinu výrazně nižší než v prvním experimentu, což mohlo způsobit rozdílné výsledky.

Beta-karoten

Participanti tohoto výzkumu denně konzumovali jednu tabletu Bioaktivního Karotenu, která obsahuje 9 mg beta-karotenu, přičemž 100 g mrkve obsahuje zhruba 3 mg beta-karotenu (Burianová 2002). Otázkou tedy je, zda konzumace beta-karotenu v množství 9 mg po dobu 30 dnů byla dostačující k tomu, aby se mohl jakýkoli vliv beta-karotenu projevit. Ve studii zkoumající vliv beta-karotenu na obličejovou atraktivitu konzumovali účastníci dávku 15 mg beta-karotenu po dobu 8 týdnů (Stephen *et al.* 2011).

Jiná studie se zabývala tím, po jak dlouhé době se zvýší koncentrace beta-karotenu v krevní plasmě a zda na tuto koncentraci má vliv i zdroj beta-karotenu, kterým byly kapsle s obsahem 30 mg beta-karotenu, 12 mg beta-karotenu, přírodní zdroje a placebo. 30 mg beta-karotenu v jedné kapsli hned od prvního dne užívání strmě zvyšovalo koncentraci beta-karotenu v krvi, nejstrmější vzestup probíhal asi do 21. dne, poté byl nárůst koncentrace již mírnější. Tableta obsahující 12 mg guarany postupně zvyšovala hladinu koncentrace beta-karotenu v krvi zhruba do 21. dne od začátku konzumace, poté se koncentrace v krvi zvyšovala jen mírně. V poslední den testování, tedy 42. den, byla koncentrace beta-karotenu v krvi po přijímání 30mg tablety dvakrát vyšší než po přijímání 12mg tablety (Micozzi *et al.* 1992). Na základě tohoto pokusu usuzujeme, že 30denní konzumace mohla být pro zvýšení koncentrace beta-karotenu v krvi dostačující.

Dřívější studie ukázala, že po jednorázové dávce 12 mg beta-karotenu je nevyšší koncentrace v krvi dosaženo po 24 – 48 hodinách (Brown *et al.* 1989). Nevíme ovšem, jakým způsobem fungovala dávka, kterou konzumovali naši dárci tělesné vůně, tedy 9 mg beta-karotenu denně. Odborníci na výživu jako maximální doporučenou denní dávku beta-karotenu uvádí 16 mg beta-karotenu na den (Buriánková 2002). Tuto dávku jsme nechtěli výrazně přesáhnout, jelikož jsme se báli možného předávkování vitamínem A, na který se beta-karoten přeměňuje.

Dalším důvodem našich výsledků, které neprokázaly vliv beta-karotenu na tělesnou vůni, by mohla být závislost absorpce karotenoidů na tucích. Bez jejich přítomnosti se karotenoidy nemohou vstřebat do tělesných tkání (Olson 1994). Pokud tedy dárci tělesné vůně zároveň nekonzumovali adekvátní stravu, je možné, že beta-karoten nemohl být tělem absorbován.

10 ZÁVĚR

Tělesná vůně je ovlivněna genetickými a environmentálními faktory. Za hlavní zdroj tělesné vůně bývá považována především vůně z podpaží.

V posledních desetiletích se o tělesnou vůni zvýšil zájem výzkumníků, kteří se začali zabývat konkrétním působením genetických a environmentálních faktorů a jejich vlivem na tělesnou vůni a její vnímání druhými lidmi.

Z faktorů prostředí hraje roli v pachové komunikaci reprodukční status, zdravotní stav, prožívané emoce a strava. V pachovém podpisu žen se odráží i to, v jaké fázi menstruačního cyklu se žena nachází.

Jak bylo zmíněno výše, tělesná vůně hraje důležitou roli v sociální komunikaci. Na základě tělesné vůně je možné rozpoznat příbuzné, partnery, rozpoznat pohlaví osob, vybrat si geneticky vhodného a zdravého partnera či dokonce rozpoznat emoce druhých lidí.

Tělesná vůně má i svůj sociokulturní aspekt, západní společnost považuje tělesnou vůni za nepříjemnou a lidé se ji snaží různými způsoby potlačit a změnit.

Z našich pokusů vyplynulo, že konzumace kofeinu negativně ovlivňuje atraktivitu tělesné vůně mužů. Z dalších dvou pokusů se zdá, že kofein z guarany a beta-karoten se svými antioxidačními účinky tělesnou vůni neovlivňují. V otázce vlivů stravy na kvalitu tělesné vůně ale zůstává ještě mnoho nezodpovězených otázek, a tak by další výzkumníci mohli vliv těchto látek zkoumat a potvrdit či vyvrátit naše závěry.

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

1. Ackerl, K., Atzmueller, M., Grammer, K. (2002): The scent of fear. *Neuroendocrinology Letters* 23, 79-84.
2. Adolph, D., Schlösser, S., Hawighorst, M., Pause, B. M. 2010. Chemosensory signals of competition increase the skin conductance response in humans. *Physiology & Behavior* 101: 666-671.
3. Albrecht, J., Demmel, M., Schöpf, V., Kleemann, A. M., Kopietz, R., May, J. Schreder, T., Zerneck, R., Brückmann, H., Wiesmann, M. 2011. Smelling Chemosensory Signals of Males in Anxious Versus Nonanxious Condition Increases State Anxiety of Female Subjects. *Chem. Senses* 36: 19-27.
4. Andjelic, S. 2008. Cardiac arrest after consuming guarana. *Urgentní medicína*. 2/2008, 27-29. ISSN 1212-1924.
5. Ashihara, H., Sano, H., Crozier, C. 2008. Caffeine and related purine alkaloid: Biosynthesis, catabolism, function and genetic engineering. *Phytochemistry* 69: 841-856.
6. Astrup, A., Toubro, S., Cannon, S., Hein, P., Breum, L., Madsen, J. 1990. Caffeine: a double-blind, placebo-controlled study of its thermogenic, metabolic, and cardiovascular effects in healthy volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition* 51: 759-767.
7. Ayabe-Kanamura, S., Schicker, I., Laska, M., Hudson, R., Distel, R., Kobayakawa, T., Saito, S. 1998. Differences in Perception of Everyday Odors: a Japanese-German Cross-cultural Study. *Chem. Senses* 23: 31-38.
8. Barrone, J. J., Roberts, H. R. 1996. Caffeine consumption. *Food Chemistry and Toxicology* 34: 119-129.
9. Barret L., Dunbar R., Lycett J. 2007. *Evoluční psychologie člověka*. Portál, ISBN 978-80-7178-969-7.
10. Bartoshuk, L. M., Beauchamp, G. K. 1994. Chemical Senses. *Annual Review of Psychology* 45, Academic Research Library, 419 – 449.

11. Baumann, T. W., Schulthess, B. H., Hänni, K. 1995. Guaraná (*Paullinia cupana*) rewards seed dispersers without intoxicating them by caffeine. *Phytochemistry* 39: 1063-1070.
12. Beauchamp, G. K. 1976. Diet influence attractiveness of urine in guinea pigs. *Nature* 263: 587-588.
13. Bojar, R. A., Holland, K. T. 2002. Review: the human cutaneous microflora and factors controlling colonisation. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 18: 889-903.
14. Brand, G., Millot, J. L. 2001. Sex differences in human olfaction: Between evidence and enigma. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 54B (3): 259-270.
15. Brown, R. E., MacIntosh Schellinck, H. West, A. M. 1996. The Influence of Dietary and Genetic Cues on the Ability of Rats to Discriminate Between the Urinary Odors of MHC-Congenic Mice. *Psychology & Behavior* 60: 365-372.
16. Brown, E. D., Micozzi, M. S., Craft, N. E., Bieri, J. G., Beecher, G., Edwards, B. K., Rose, A., Taylor, P. R., Smith, J. C. 1989. Plasma carotenoids in normal men after a single ingestion of vegetables or purified β -carotene. *Am J Clin Nutr* 49: 1258-1265.
17. Burianová, T. Vitaminy. Vitamin A. *Solutio* 2002/2003.
18. Burton, G. W. 1989. Antioxidant action of carotenoids. *The Journal of nutrition* 119: 109-111.
19. Carrillo, J. A., Benitez, J. 2000. Clinically Significant Pharmacokinetic Interactions Between Dietary Caffeine and Medicatons. *Clin Pharmacoinet* 39 (2): 127-153.
20. Cernoch, J. M., Porter, R. H. 1985. Recognition of Maternal Axillary Odors by Infants. *Child Development* 56: 1593-1598.
21. Chen, D., Haviland-Jones, J. 1999. Rapid mood change and human odors. *Physiology & Behavior* 68: 241-250.

22. Chen, D., Haviland-Jones, J. 2000. Human olfactory communication of emotion. *Perceptual and Motor Skills* 91: 771-781.
23. Childs, E., de Witt, H. 2006. Subjective, behavioral, and physiological effects of acute caffeine in light, nondependent caffeine users. *Psychopharmacology* 185: 514-523.
24. Chuang, D. T. 1998. Maple syrup urine disease: It has come a long way. *The Journal of Pediatrics* 132: S17-S23.
25. Čihák, R. *Anatomie 3*. 2009. Grada. ISBN 80-247-1132-X.
26. Classen, C. 1992. The Odor of the Other: Olfactory Symbolism and Cultural Categories. *Ethos* 20: 133-166.
27. Crowe, M. J., Leicht, A. S., Spinks, W. 2006. Physiological and Cognitive Responses to Caffeine During Repeated, High-Intensity Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 16: 528-544.
28. Curatolo, P. W., Robertson, D. 1983. The Health consequences of Caffeine. *Annals of Internal Medicine*. 98:641-653.
29. Davis, J. K., Green, J. M. 2009. Caffeine and Anaerobic Performance. Ergogenic Value and Mechanism of Action. *Sports Med*, 39 (10): 813-832.
30. Debier, C., Larondelle, Y. 2005. Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *The British Journal of Nutrition* 93: 153-174.
31. Delaunay-El Allam, M., Marlier, L., Schaal, B. 2006. Learning at the breast: Preference formation for an artificial scent and its attraction against the odor of maternal milk. *Infant Behavior & Development* 29: 308-321.
32. Doty, R. L., Cameron, E. L. 2009. Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception. *Physiology & behavior* 94: 213-228.
33. Dorries, K. M., Adkins-Regan, E., Halpern, B. 1995. Olfactory Sensitivity to the Pheromone, Androstenone, Is Sexually Dimorphic in the Pig. *Physiology & Behavior* 57: 255-259.

34. Doucet, S., Soussignan, R., Sagot, P., Schaal, B. 2007. The “Smellscape” of Mother’s Breast: Effect of Odor Masking and Selective Unmasking on Neonatal Arousal, Oral, and Visual Responses. *Developmental Psychobiology* 49: 129-138.
35. Eisenberg, J., Kleiman, D. G. 1972. Olfactory communication in Mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 3: 1-32.
36. Eklund, A. 1997. The major histocompatibility complex and mating preferences in wild house mice (*Mus domesticus*). *Behavioral Ecology* 8: 630-634.
37. Engen, T. 1973. The sense of smell. *Annual Review of Psychology* 24: 187-206.
38. Espinola, E. B., Dias, R. F., Mattei, R., Carlini, E. A. 1997. Pharmacological activity of Guarana (*Paullinia cupana* Mart.) in laboratory animals. *Journal of Ethnopharmacology* 55: 223-229.
39. Ferdenzi, C. Schaal, B., C. 2009. Human Axillary Odor: Are There Side-Related Perceptual Differences? *Chem. Senses* 34: 565-571.
40. Ferkin, M. H., Sorokin, E. S., Johnston, R. E., Lee, C. J. 1997. Attractiveness of scents varies with protein content of the diet in meadow voles. *Anim. Behav.* 53: 133-141.
41. Fialová, J. 2010. Dietetické faktory ovlivňující lidský pach. Bakalářská práce. Praha.
42. Fialová, J. Roberts, S.C. & Havlíček, J. (in press). Is the perception of dietary odour cues linked to sexual selection in humans? In: *Chemical Signals in Vertebrates XII* (East, M.L. & Dehnhard, M. eds). Springer, New York.
43. Filsinger, E. E., Fabes, R. A. 1985. Odor Communication, Pheromones, and Human Families. *Journal of Marriage and the Family*. Vol. 47, No.2: 349-359.
44. Finlay, I. G. Bowszyc, J., Ramlau, C., Gwiedzinski, Z. The Effect of Topical 0,75% Metronidazole Gel on Malodorous Cutaneous Ulcers. *Journal of Pain and symptom Management* 11: 158-162.

45. Folstad, I., Karter, A. J. 1992, Parasites, bright males and the immunocompetence handicap. *The American Naturalist* 139: 603-622.
46. Forbes, S. C., Candow, D. G., Little, J. P., Magnus, C., Chilibeck, P. 2007. Effect of Red Bull Energy Drink on Repeated Wingate Cycle Performance and Bench-Press Muscle Endurance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise* 17: 433-444.
47. Foster, J. D. 2008. Beauty is mostly in the eye of the beholder: Olfactory versus visual cues of attractiveness. *The Journal of Social Psychology* 148 (6): 765-773.
48. Fredholm, B. B., Battig, K., Holmen, J., Nehlig, A. Zvartau, E. E. 1999. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacological Reviews* 51: 83-133.
49. Frewer, L. J., Lader, M. 1991. The Effects of Caffeine on Two Computerized Tests of Attention and Vigilance. *Human Psychopharmacology* 6: 119-128.
50. Galduroz, J. C. F., Carlini, E. A. 1996. Effects of long-term administration of guarana on the cognition of normal, elderly volunteers. *Sao Paulo Medical Journal* 114 (1): 1073-1078.
51. Gentile, J., Fickie, M., Waisbren, S. 2008. Phenylketonuria: outcomes and treatment. *Pediatric Health* 2: 225-234.
52. Gilbert, A. N., Yamazaki, K., Beauchamp, G. K. 1986. Olfactory Discrimination of Mouse Strains (*Mus musculus*) and Major Histocompatibility Types by Humans (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* 100: 262-265.
53. Gildersleeve, K. A., Haselton, M. G., Larson, C. M., Pillsworth, E. G. 2012. Body odor attractiveness as a cue of impending ovulation in women: Evidence from a study using hormone-confirmed ovulation. *Hormones and Behavior* 61: 157-166.
54. Gliottoni, R. C., Motl, R. W. 2008. Effect of Caffeine on Leg-Muscle Pain During Intense Cycling Exercise: Possible Role of Anxiety Sensitivity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 103-115.

55. Graham, T.E. 2001. Caffeine and Exercise; Metabolism, Endurance and Performance. *Sports Med*; 31(11): 785-807.
56. Haegler, K., Zernecke, R., Kleemann, A. M., Albrecht, J., Pollatos, O., Brückmann, H., Wiesmann, M. 2010. No fear no risk: Human risk behavior is affected by chemosensory anxiety signals. *Neuropsychologia* 48: 3901-3908.
57. Hameleers, P. A. H. M., Van Boxtel, M. P. J., Hogervorst E., Riedel W. J., Houx P. J., Buntinx, F., Jolles J. 2000. Habitual Caffeine Consumption and its Relation to Memory, Attention, Planning Capacity and Psychomotor Performance across Multiple Age Groups. *Human Psychopharmacology* 15: 573-581.
58. Handelman, G. J. 2001. The Evolving Role of Carotenoids in Human Biochemistry. *Nutrition* 17: 818-822.
59. Havlíček, J., Dvořáková, R., Bartoš, L., Flegr, J. 2006. Non-advertized does not mean concealed: body odor changes across the human menstrual cycle. *Ethology* 112: 81-90.
60. Havlíček, J., Lenochová, P. 2006. The effect of meat consumption on body odor attractiveness. *Chem Senses* 31: 747-752.
61. Havlíček, J., Roberts, S. C. 2009. MHC-correlated mate choice in humans: A review. *Psychoneuroendocrinology* 34: 497-512.
62. Havlíček, J., Roberts, S. C., Flegr, J. 2005. Women's preference for dominant male odour: effects of menstrual cycle and relationship status. *Biology Letters* 1: 256-259.
63. Havlíček, J., Saxton, T., K., Roberts, S. C., Jozifková, E., Lhota, S., Valentová, J., Flegr, J. 2008. He sees, she smells? Male and female reports of sensory reliance in mate choice and non-mate choice contexts. *Personality and Individual Differences* 45: 565-570.
64. Hays, W. S. T. 2003. Human pheromones: have they been demonstrated? *Behav Ecol Sociobiol* 54: 89-97.

65. Hepper, P. G. 1988. The discrimination of human odour by the dog. *Perception* 17: 549-554.
66. Herz, R. S., Cahill, E. D. 1997. Differential use of sensory information in sexual behavior as a function of gender. *Human Nature* 8: 275-286.
67. Hibino G, Moritani T, Kawada T, Fushiki T. 1997. Caffeine enhances modulation of parasympathetic nerve activity in humans: quantification using power spectral analysis. *J Nutr* 127: 1422-1427.
68. Hill, G., E. 1991. Plumage coloration is a sexually selected indicator of male quality. *Nature* 350: 337-339.
69. Hindmarch, I., Rigney, U., Stanley, N., Quinlan, P. 2000. A naturalistic investigation of the effects of day-long consumption of tea, coffee and water on alertness, sleep onset and sleep quality. *Psychopharmacology*, 149:203-216.
70. Holland, K., Bojar, R. A. 2002. Cosmetics. What is Their Influence on the Skin Microflora? *Am J Clin Dermatol* 3: 445-449.
71. Horvath, G., Järverud, G., Horváth, I. 2008. Human Ovarian Carcinomas Detected by Specific Odor. *Integrative Cancer Therapies* 76-80.
72. Hughes, F. J., McNab, R. 2008. Oral malodour – a review. *Archives of oral biology* 53: S1-S7.
73. Jacob, S., Garcia, S., Hayreh, D., McClintock, M. 2002. Psychological effects of Musky compounds: Comparison of Androstadienone with Androstenol and Muscone. *Hormones and Behavior* 42: 274-283.
74. James, A. G., Hyliands, D., Johnston, H. 2004. Generation of volatile fatty acids by axillary bacteria. *International Journal of Cosmetic Science*: 26 149-156.
75. Jenkins, N. T., Trilk, J. L., Singhal, A., O'Connor, P. J., Cureton, K. J. 2008. Ergogenic Effect of Low Doses of Caffeine on Cycling Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 18: 328-342.
76. Jordan, W., C., Bruford, M., W. 1998. New perspectives on mate choice and the MHC. *Heredity* 81: 127-133.

77. Jousserand, G., Antoine, J.-C., Camdessanché, J.-P. 2010. Musty odour, mental retardation, and spastic paraplegia revealing phenylketonuria in adulthood. *J Neurol* 257: 302-304.
78. Juliano, L.M., Griffiths, R.R. 2004. A critical review of caffeine withdrawal: empirical validation of symptoms and signs, incidence, severity, and associated features. *Psychopharmacology* 176: 1-29.
79. Kasapkara, C. S., Ezgu, F. S., Okur, I., Tumer, L., Biberoglu, G., Hasanoglu, A. 2011. N-carbamylglutamate treatment for acute neonatal hyperammonemia in isovaleric acidemia. *Eur Journal of Pediatric* 170: 799-801.
80. Kavaliers, M., Choleris, E., Pfaff, S. W. 2005. Recognition and avoidance of the odors of parasitized conspecifics and predators: Differential genomic correlates. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 29: 1347-1359.
81. Kavaliers, M., Colwell, D. D. 1995. Odors of parasitized males induce aversive responses in female mice. *Animal Behavior* 50: 1161-1169.
82. Kavaliers, M., Fudge, M. A., Colwell, D. D., Choleris, E. 2003. Aversive and avoidance responses of female mice to the odors of males infected with an ectoparasite and the effects of prior familiarity. *Bahav. Ecol. Sociobiol.* 54: 423-430.
83. Kennedy, D. O., Haskell, C. F., Wesnes, K. A., Scholey, A.B. 2004. Improved cognitive performance in human volunteers following administration of guarana (*Paullinia cupana*) extract: comparison and interaction with *Panax ginseng*. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 79: 401-411.
84. Kirsh, V. A., Hayes, R. B., Mayne, S. T., Chatterjee, N., Subar, A. F., Dixon, L. B., Albanes, D., Andriole, G. L., Urban, D. A., Peters, U. 2006. Supplemental and Dietary Vitamin E, B-Carotene, and Vitamin C Intakes and Prostate Cancer Risk. *Jouornal of the National Cancer Institute* 98: 245-254.
85. Kiyokawa, Y., Kikusui, T., Takeuchi, Y., Mori, Y. 2004. Modulatory role of testosterone in alarm pheromone release by male rats. *Hormones and Behavior* 45: 122-127.

86. Knoz, J. 1979. *Obecná zoologie II., Organologie, rozmnožování, vývoj živočichů a základy biologie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN.
87. Kohoutová, D., Rubešová, A., Havlíček, J. 2012. Shaving of axillary hair has only a transient effect on perceived body odor pleasantness. *Behav Ecol Sociobiol* 66: 569-581.
88. Krinsky, N. I., Johnson, E. J. 2005. Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine* 26: 459-516.
89. Kuukasjärvi, S., Eriksson, C. J. P., Koskela, E., Mappes, T., Nissinen, K., Rantala, M. J. 2004. Attractiveness of women's body odors over the menstrual cycle: the role of oral contraceptives and receiver sex. *Behavioral Ecology* 15: 579-584.
90. Laffel, L. 1999. Ketone bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes. *Diabetes-metabolism Research And Reviews*, 1999, Vol.15(6): 412-426.
91. Largey, G. P., Watson, D. R. 1972. The Sociology of Odors. *American Journal of Sociology* 77: 1021-1034.
92. Le Guennec, J.-C., Billon, B. 1987. Delay in Caffeine Elimination in Breast-Fed Infants. *Pediatrics* 79: 264-268.
93. Lenochová, P., Havlíček, J. 2008. Human Body Odour Individuality. *Chemical Signals in Vertebrates* 11: 189-198.
94. Lenochová, P., Roberts, S. C., Havlíček, J.: 2009. Methods of human body odour sampling: the effect of freezing. *Chem Senses* 34: 127-138.
95. Lepš, J. 1996. *Biostatistika*. České Budějovice, ISBN 80-7040-154-0.
96. Leyden, J. J., McGinley, K. J., Hölzle, E., Labows, J. N., Kligman, A. M. 1981. The Microbiology of the Human Axilla and Its Relationship to Axillary Odor. *The Journal of Investigative Dermatology*, 77: 413-416.
97. Li, M., Al-Sarraf, A., Sinclair, G, Frohlich, J. 2011. Fish odour syndrome. *Canadian Medical Association Journal* 183: 929-931.

98. Liguori, A., Hughes, J. R., Grass, J. A. 1997. Absorption and subjective effects of caffeine from coffee, cola and capsules. *Pharmacol Biochem Behav* 58: 721-726.
99. Loke, W. H. 1990. Effects of Repeated Caffeine Administration on Cognition and Mood. *Human Psychopharmacology*, vol. 5, 339-348.
100. Lorist, M. M., Tops, M. 2003. Caffeine, fatigue, and cognition. *Brain and Cognition* 53: 82-94.
101. Makin, J. W., Porter, R. H. 1989. Attractiveness of Lactating Females' Breast Odors to Neonates. *Child Development* 60: 803 – 810.
102. Marlier, L., Schaal, B., Soussignan, R. 1997. Orientation responses to biological odours in the human newborn. Initial pattern and postnatal plasticity. *Neurosciences* 320, 999-1005.
103. Marlier, L., Schaal, B., Soussignan, R. 1998. Neonatal responsiveness to the odor of amniotic and lacteal fluids: A test of Perinatal Chemosensory Continuity. *Child Development* 69: 611-623.
104. Mattei, R., Dias, R. F., Espínola, E. B., Carlini, E. A., Barros, S. B.M. 1998. Guarana (*Paullinia cupana*): toxic behavioral effects in laboratory animals and antioxidant activity in vitro. *Journal of Ethno-pharmacology* 60: 111-116.
105. Maughan, R. J., Griffin, J. 2003. Caffeine ingestion and fluid balance: a review. *Hum Nutr Dietet*, 16: 411-420.
106. McCulloch, M., Jezierski, T., Broffman, M., Hubbard, A., Turner, K., Janecki, T. 2006. Diagnostic accuracy of canine scent detection in early- and late-stage lung and breast cancers. *Integrative Cancer Therapies* 5: 30-39.
107. McGraw, K., Ardia, D. R. 2003. Carotenoid, Immunocompetence, and the Information Content of Sexual Colors: An Experimental Test. *The American Naturalist* 162: 704-712.
108. McPhee, E., Segal, A., Johnston, R. E. 2010. Hamsters Use Predator Odors as Indirect Cues of Predation Risk. *Ethology* 116: 517-523.

109. Mehta, K. C., Zsolway, K., Osterhoudt, K. C. Krantz, I., Henretig, F. M., Kaplan, P. 1996. Lessons from the late diagnosis of isovaleric acidemia in a five-year-old boy. *The Journal of Pediatrics* 129: 309-310.
110. Mennella, J. A., Beauchamp, G. K. 1993. The effects of repeated exposure to garlic-flavored milk on the nursing's behavior. *Pediatric research* 34: 805-808.
111. Mennella, J. A., Johnson, A., Beauchamp, G. K. 1995. Garlic Ingestion by Pregnant Women Alters the Odor of Amniotic Fluid.
112. Meyer, K., Ball, P. 2004. Psychological and Cardiovascular Effects of Guaraná and Yerba Mate: A comparison with Coffee. *Interamerican Journal of Psychology* 38: 87-94.
113. Micozzi, M. S., Brown, W. D., Edwards, B. K., Bieri, J. G., Taylor, P. R., Khachik, F., Beecher, G. R., Smith, J. C. 1992. Plasma carotenoid response to chronic intake of selected foods and β -carotene supplements in men. *Am J Clin Nutr* 55: 1120 – 1125.
114. Milinski, M. 2006. The Major Histocompatibility Complex, Sexual Selection, and Mate Choice. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 159-186.
115. Moller, A. P., Thornhill, R. 1998. Male parental care, differential parental investment by females and sexual selection. *Animal Behavior* 55: 1507-1515.
116. Monda, M., Viggiano, An., Vicidomini, C., Viggiano, Al., Iannaccone, T., Tafuri, D., De Luca, B. 2009. Espresso coffee increases parasympathetic activity in young, healthy people. *Nutritional Neuroscience*, Vol 12, No 1, 43-48.
117. Morrot, G., Brochet, F., Dubourdieu, D. 2001. The Colors of Odors. *Brain and Language* 79, 309 – 320.
118. Myers, M. G. 1992. Cardiovascular Effects of Caffeine. *Canadian Family Physicial* 38: 1459-1462.
119. Nagao, A. 2011. Absorption and metabolism of dietary carotenoids. *BioFactors* 37: 83-87.

120. Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., Feeley, M. 2003. Effects of caffeine on human health. *Food Additives and Contaminants*. Vol. 20, No. 1. 1-30.
121. Olson, J. A. 1994. Absorption, transport, and metabolism of carotenoids in humans. *Pure & Appl. Chem.* 66: 1011-1016.
122. Olson, J. A., Krinsky, N. I. 1995. Introduction: The colorful, fascinating world of the carotenoids: important physiologic modulator. *The FASEB Journal* 9: 1547-1550.
123. Pandey, S. K., Kim, Ki-Hyun. 2011. Human body-odor components and their determination. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 30, No 5, 784-796.
124. Park, N. D., Maresca, R. D., McKibans, K. I., Morgan, D. Reid, Allen, T. S., Warren, G. L. 2008. Caffeine's Beneficial Effect on Maximal Voluntary Strength and Activation in Uninjured but Not Injured Muscle. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 639-652.
125. Parker, R. S. 1996. Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. *FASEB, Carotenoids* 4: 542-551.
126. Patrick, A. D. 1960. Maple Syrup Urine Disease. *Archives of Disease in Childhood*. 269-272.
127. Pause, B. M. 2012. Processing of Body Odor Signals by the Human Brain.
128. Pause, B. M., Adolph, D., Prehn-Kristensen, A., Ferstl, R. 2009. Startle response potentiation to chemosensory anxiety signals in socially anxious individuals. *International Journal of Psychophysiology* 74: 88-92.
129. Pause, B. M. 2004. Are androgen steroid acting as pheromones in humans? *Physiology & Behavior* 83: 21-29.
130. Pawlowski, B. 1999. Loss of Oestrus and Concealed Ovulation in Human Evolution. The Case against the Sexual Selection Hypothesis. *Current Anthropology* 40: 257-276.

131. Penn, D. J., Potts, W. K. 1999. The Evolution of Mating Preferences and Major Histocompatibility Complex Genes. *The American Society of Naturalists* 153: 145-164.
132. Peters, M., Simmons, L. W., Rhodes, G. 2009. Preferences across the Menstrual Cycle for Masculinity and Symmetry in Photographs of Male Faces and Bodies.
133. Pickel, J. Manucy, G. P., Walker, D. B. Hall, S. B., Walker, J. C. 2004. Evidence for canine olfactory detection of melanoma. *Applied animal behaviour science* 89: 107-116.
134. Pierce, A. A., Ferkin, M. H. 2005. Re-feeding and the restoration of odor attractivity, odor preference, and sexual receptivity in food-deprived female meadow voles. *Physiology & Behavior* 84: 553-561.
135. Platek, S. M., Burch, R. L., Gallup Jr., G. G. 2001. Sex differences in olfactory self-recognition. *Physiology & Behavior* 73, 635-640.
136. Pláteník, J. 2009. Volné radikály, antioxidanty a stárnutí. *Interní medicína pro praxi* 11: 30-33.
137. Pochi, P. E., Strauss, J. S., Downing, D. T. 1979. Age-related changes in sebaceous gland activity. *Journal of investigative dermatology* 73, 108-111.
138. Porter, R. H. 1999. Olfaction and human kin recognition. *Genetica* 104: 2569-263.
139. Porter, R. H., Winberg, J. 1999. Unique salience of maternal breast odors for newborn infants. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 23, 439 – 449.
140. Prehn-Kristensen, A., Wiesne, C., Bergmann, T. O., Wolff, S., Jansen O., Mehdorn, H. M., Ferstl, R., Pause, B. M. 2009. Induction of Empathy by the Smell of Anxiety. *Plos one* 4: 1-9.
141. Prehn, A., Ohrt, A., Sojka, B., Ferstl, R., Pause, B. M. 2005. Chemosensory anxiety signals augment the startle reflex in humans. *Neuroscience Letters* 394: 127-130..

142. Rajakaruna R. S., Brown, J. A. 2006. Effect of dietary cues on kin discrimination of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Canadian Journal of Zoology* 84: 839-845.
143. Rantala, M. J., Jokinen, I., Kortet, R., Vainikka, A., Suhonen, J. 2002. Do pheromones reveal male immunocompetence? *Proceedings of the royal society B* 269: 1681-1685.
144. Roberts, S. C., Gosling, L. M., Carter, V., Petrie, M. 2008. MHC-correlated odour preferences in humans and the use of oral contraceptives. *Proc. R. Soc. B*
145. Roberts, S. C., Gosling, L. M., Spector, T. D., Miller, P., Penn, D. J., Petrie, M. 2005. Body Odor Similarity in Noncohabiting Twins. *Chemical Senses* 30: 651-656.
146. Roberts, T., Roiser, J. P. 2010. In the nose of the beholder: are olfactory influences on human mate choice driven by variation in immune system genes or sex hormone levels? *Experimental Biology and Medicine* 235: 1277-1281.
147. Schaal, B., Coureaud, G., Doucet, S., Delaunay-El Allam, M., Moncomble, A., Montigny, D., Patris, B., Holley, A. 2009. Mammary olfactory signalization in females and odor processing in neonates: Ways evolved by rabbits and humans. *Behavioural Brain Research* 200: 346-358.
148. Schaal, B., Marlier, L., Soussignan, L. 2000. Human Foetuses Learn Odours from their Pregnant Mother's Diet. *Chem Senses* 25:729-737.
149. Sela, L., Sobel, N. 2010. Human olfaction: a constant state of change-blindness. *Exp Brain Res* 205, 13-29.
150. Setchell, J. M., Kendal, J., Tynieć, P. 2011. Do non-human primates synchronise their menstrual cycles? A test in mandrills. *Psychoneuroendocrinology* 36: 51-59.
151. Shelley, W.B., Hurley, H. J., Nicholas, A. C. 1953. Axillary Odor: Experimental study of the role of bacteria apocrine sweat and deodorants. *Arch Dermatol Syph* 68: 430-446.

152. Singh, D., Bronstad, P. M. 2001. Female body odour is a potential cue to ovulation. *Proc. R. soc. Lond. B* 268: 797-801.
153. Smith, A. 2002. Effects of caffeine on human behavior. *Food and chemical Toxicology* 40: 1243-1255.
154. Smith, A., Sturgess, W., Gallagher, J. 1999. Effects of a Low Dose of Caffeine Given in Different Drinks on Mood and Performance. *Human Psychopharmacology Clin. Exp.*, 14, 473-482.
155. Soo, M. L. M., Stevenson, R. J. 2007. The Moralisation of Body Odor. *Mankind Quarterly* 47: 25-56.
156. Stephen, I. D., Coetzee, V., Perret, D. I. 2011. Carotenoid and melanin pigment coloration affect perceived human health. *Evolution and Human Behavior* 32: 216-227.
157. Stephen, I. D., Law, M. J., Stirrat, M. R., Perrett, D. I. 2009. Facial skin coloration Affects Perceived Health of Human Faces. *Int J Primatol* 30: 845-857.
158. Stephen, I. D., Scott, I. M. L., Coetzee, V., Pound, N., Perrett, D. I., Penton-Voak, I. S. 2012. Cross-cultural effects of color, but not morphological masculinity, on perceived attractiveness of men's faces. *Evolution and Human Behavior* 33: 260-267.
159. Stern, K., McClintock, M. K. 1998. Regulation of ovulation by human pheromones. *Nature* 392: 177-179.
160. Stevenson, R. J. 2010. An Initial Evaluation of the Functions of Human Olfaction. *Chemical Senses* 35: 3-20.
161. Stockhorst, U., Pietrowsky, R. 2004. Olfactory perception, communication, and the nose-to brain pathway. *Physiology & Behavior* 83: 3-11.

Stoddard, D. M. 1990. *Scented Ape. The Biology and Culture of Human Odour.* University of Tasmania. ISBN: 9780521395619.

162. Stoddard, D., M. 1986. The Role of Olfaction in the Evolution of Human Sexual Biology: An Hypothesis. *Man, New Series* 21: 514-520.

163. Strassmann, B. I. 1997. The Biology of Menstruation in *Homo sapiens*: Total Lifetime Menses, Fecundity, and Nonsynchrony in a Natural-Fertility Population. *Current Anthropology* 38: 123-129.
164. Strauss, K. A., Puffenberger, E. G., Morton, H. 2009. Maple Syrup Urine Disease. In: Pagon, R. A., Bird, T. D., Dolan, C. R. *Et al.*, editors. *Gene Reviews*. University of Washington, Seattle. 1993-.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1319/>
165. Taylor, D., Daulby, A., Grimshaw, G., James, G., Mercer, J., Vaziri, S. 2003. Characterization of the microflora of the human axilla. *International Journal of Cosmetic Science* 25: 137-145.
166. Temple, J. L. 2009. Caffeine use in children: What we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 33: 793-806.
167. Thornhill, R., Gangestad, S. W. 1999. The Scent of Symmetry: A Human Sex Pheromone that Signals Fitness? *Evolution and Human Behavior* 20: 175-201.
168. Thornhill, R., Gangestad, S. W., Miller, R., Scheyd, G., McCollough, J. K., Franklin, M. 2003. Major histocompatibility complex genes, symmetry, and body scent attractiveness in men and women. *Behavioral Ecology* 14: 668-678.
169. Tinley, E. M., Yeomans, M. R., Durlach, P. J. 2003. Caffeine reinforces flavour preference in caffeine-dependent, but not long-term withdrawn, caffeine consumers. *Psychopharmacology* 166: 416-423.
170. Tunnicliffe, J. M., Erdman, K. A., Reimer, R. A., Lun, V., Shearer, J. 2008. Consumption of dietary caffeine and coffee in physically active populations: physiological interactions. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 33: 1301-1310.
171. Varendi, H., Porter, R. H., Winberg, J. 1997. Natural odour preferences of newborn infants change over time. *Acta Paediatr* 86: 985-990.
172. Vershinin, A. 1999. Biological functions of carotenoid – diversity and evolution. *BioFactors* 10: 99-104.

173. Weckerle, C. S., Stutz, M. A., Baumann, T. W. 2003. Purine alkaloids in *Paullinia*. *Phytochemistry* 64, 735-742.
174. Wedekind, C., Furi, S. 1997. Body odour preferences in men and women: do they aim for specific MHC combinations or simply heterozygosity? *Proceedings of the Royal Society of London B* 264: 1471 – 1479.
175. Weisfeld, G.E., Tiffany, C., Phillips, K. A., Gall, J. A., Lichtman, C.M. 2003. Possible olfaction-based mechanisms in Human kin recognition and inbreeding avoidance. *Journal of Experimental Child Psychology* 85, 279-295.
176. Weller, A., Weller, L. 1995b. Examination of menstrual Synchrony among women basketball players. *Psychoneuroendocrinology* 20: 613-622.
177. Weller, A., Weller, L. 1995a. The impact of social interaction factors on menstrual synchrony in the workplace. *Psychoneuroendocrinology* 20: 21-31.
178. Weller, A., Weller, L. 1997. Menstrual Synchrony Under Optimal Conditions: Bedouin Families. *Journal of Comparative Psychology* 111: 143-151.
179. Weller, A., Weller, L. 1998. Prolonged and very intensive contact may not be conducive to menstrual synchrony. *Psychoneuroendocrinology* 23: 19-23.
180. Weller, L., Weller, A., Koresh-Kamin, H., Ben-Shoshan, R. 1999. Menstrual synchrony in a sample of working women. *Psychoneuroendocrinology* 24: 449-459.
181. Weller, L., Weller, An, Avinir, O. 1995. Menstrual Synchrony: Only in Roommates Who Are Close Friends? *Physiology & Behavior* 58: 883-889.
182. Westerterp-Plantenga, M., Diepvens, K., Joosen, A. M. C. P., Bérubé-Parent, S., Tremblay, A. 2006. Metabolic effect of spices, teas, and caffeine.
183. Willis, C. M., Church, S. M., Guest, C. M., Cook, W. A., McCarthy, N., Bransbury, A. J., Church, M. R. T., Church, J. C. T. 2004. Olfactory detection of human bladder cancer by dogs: proof of principle study. *BMJ* 329: 712.
184. Winberg, J., Porter, R. H. 1998. Olfaction and human neonatal behaviour: clinical implications. *Acta Paediatr* 87: 6-10.

185. Wobst, B., Zavazava, N., Luszyk, D., Lange, K., Ussat, S., Eggert, F. Ferstl, R. Müller-Ruchjoltz W. 1999. Molecular forms of soluble HLA in body fluids: potential determinants of body odor cues. *Genetica* 104: 275-283.
186. Wolrath, H., Stahlbom, B., Hallén, A., Forsum, U. 2005. Trimethylamine and trimethylamine oxide levels in normal women with bacterial vaginosis reflect a local metabolism in vaginal secretion as compared to urine. *APMIS* 113: 513-516.
187. Yamazaki, K., Boyse, E. A., Miké, V., Thaler, H. T., Methieson, B. J., Abbott, J., Boyse, J., Zayas, Z. A., Thomas, L. 1976. Control of mating preferences in mice by genes in the major histocompatibility complex. *The Journal of Experimental Medicine* 144: 1324-1335.
188. Yeomans, M. R., Ripley, T., Davies, L. H., Rusted, J. M., Rogers, P.J. 2002. Effects of caffeine on performance and mood depend on the level of caffeine abstinence. *Psychopharmacology* 164: 241-249.
189. Zerneck, R., Haegler, K., Kleemann, A. M., Albrecht, J., Frank, T., Linn, J., Brückmann, H., Wiesmann, M. 2011. Effects of Male Anxiety Chemosignals on the Evaluation of Happy Facial Expressions. *Journal of Psychophysiology* 25: 116-123.
190. Zerneck, R., Kleemann, A. M., Haegler, K., Albrecht, J., Vollmer, B., Linn, J., Brückmann, H., Wiesmann, M. 2010. Chemosensory Properties of Human Sweat. *Chem. Senses* 35: 101-108.