

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**Fakulta humanitních studií**



**Efekt kalorického příjmu a aromatických  
látek na kvalitu lidské tělesné vůně**

Diplomová práce

**Bc. Jitka Fialová**

Praha 2012

**Autorka práce:**

Bc. Jitka Fialová

**Vedoucí práce:**

doc. Jan Havlíček, PhD

**Datum obhajoby:**

## **Bibliografický záznam**

Fialová, Jitka. *Efekt kalorického příjmu a aromatických látek na kvalitu lidské tělesné vůně*. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta humanitních studií, 2012. Vedoucí diplomové práce doc. Jan Havlíček, PhD

### **Abstrakt**

Předchozí práce ukázaly, že výběr partnera z části závisí na vodítkách poukazujících na kvalitu a kondici potencionálního partnera. Taková vodítka mohou být nejen vizuální povahy, ale v poslední době se ukazuje, že i pachová. Čím dál více studií naznačuje, že právě tělesná vůně hraje při výběru partnera poměrně zásadní roli. Navíc je tělesná vůně ovlivňována konzumovanou stravou. Proto jsme se zaměřili na to, jak axilární vůni ovlivní omezení kalorického příjmu a konzumace česneku. Z našich výsledků vyplývá, že obnovení kalorického příjmu zvyšuje příjemnost a atraktivitu tělesné vůně (pravděpodobně v důsledku doporučené specifické stravy), v porovnání s tímto je během jeho omezení mnohem nižší. Dále tělesná vůně lidí, kteří konzumovali česnek, byla lépe hedonicky hodnocena, což by mohlo být připisováno jeho pozitivním účinkům na zdraví. Tato zjištění potvrzují předpoklad, že tělesná vůně je ovlivňována konzumovanou stravou a díky změně její atraktivity může sloužit při výběru partnera jako vodítko ke kondici a kvalitě jedince.

### ***Klíčová slova***

Tělesná vůně, čich, chemická komunikace, signalizace, kalorický příjem, dieta, česnek

### **Abstract**

Previous work has shown that mate choice is in part affected by cues associated with quality and condition of potential mate. These cues could be based on visual characteristics or as shown recently on chemical cues. There is growing evidence which suggest that body odour plays relatively significant role in mate choice. Moreover, body odour is to some extent affected by ingested diet. Therefore, we focused on the effect of caloric restriction and garlic consumption on axillary odour. Our results suggest that restoration of food intake improve body odour in terms of pleasantness and attractiveness (probably as a consequence of recommended specific diet), but during caloric restriction it is rated lower. The garlic consumption improves hedonic assessment of body odour. This

effect could be ascribed to his well-known health effects. Our findings thus confirm assumption that ingested diet affects body odour and these changes in odour attractiveness could serve as a cue to individual condition and quality.

***Key words***

Body odour, olfaction, chemical communication, signalling, caloric intake, diet, garlic

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval samostatně a použil 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 v repositáři Univerzity Karlovy a používána ke studijním účelům v souladu s autorským právem.

V Praze dne 29.6 2012

Bc. Jitka Fialová

-----

## **Poděkování**

Nejprve bych ráda poděkovala svému vedoucímu Janu Havlíčkovi, nejen za vedení této práce, ale i za všechny jeho čas a podporu během mého studia na etologii člověka, nesmírně cenné rady a umožnění přístupu do velkého světa vědy. Dále můj dík patří kolegovi Vítkovi Třebickému za podporu a především velké množství statistických rad. Samozřejmě děkuji i celému Eto teamu za všechny báječné společně strávené chvíle, které, jak doufám, budou pokračovat i v budoucnu. Můj díky samozřejmě patří i mým rodičům a celé rodině, kteří se o mé studium živě zajímali a podporovali mě v něm. Nakonec bych ráda poděkovala i participantům a participantkám, kteří byli ochotni se výzkumů zúčastnit a bez kterých bychom nikdy nezískali tak úžasná data a zajímavé výsledky.

## Obsah

Abstrakt.....	2
Klíčová slova .....	2
Abstract.....	2
Key words .....	3
Prohlášení.....	4
Poděkování.....	5
Obsah .....	6
Úvod.....	9
Teoretická část .....	9
Klasický etologický přístup .....	9
Manipulace.....	11
Adaptační teorie komunikace .....	12
Chemická komunikace.....	13
Lidská tělesná vůně.....	14
Komunikace mezi matkou a novorozencem .....	16
Morfologie prsu .....	17
Informace o vyladění .....	20
Emoční vyladění, fyziologické reakce a behaviorální změny .....	21
Kompetitivní kontext a komunikace agrese a dominance .....	23
Pohlavní výběr a výběr partnera .....	24
Hlavní histokompatibilní komplex .....	26
Projevy MHC v tělesné vůni.....	27
Vůně partnera.....	29
Vůně příbuzných.....	31
Mechanismy rozpoznávání příbuzných .....	32
Určení pohlaví.....	33
Věkové rozdíly v tělesné vůni .....	35
Kvalitativní změny tělesné vůně v průběhu menstruačního cyklu žen.....	36
Informace o zdravotním stavu v tělesné vůni .....	38
Pachová vodítka k dietetickým faktorům projevujícím se v tělesné vůni .....	41
Metody používané ke sběru vzorků tělesné vůně .....	45

Kůže .....	45
Kožní žlázy .....	45
Kožní mikroflóra.....	47
Postupy sběru vzorků.....	49
Empirická část.....	52
Materiály a metody .....	52
Participanti .....	52
Studie I. ....	52
Dárkyně.....	52
Hodnotitelé.....	52
Studie II.....	52
Dárkyně.....	52
Hodnotitelé.....	53
Studie III. ....	53
Dárci.....	53
Hodnotitelky .....	53
Sběr vzorků .....	54
Studie I. ....	54
Studie II.....	55
Studie III. ....	56
Hodnocení vzorků.....	58
Studie I. ....	58
Studie II.....	58
Studie III. ....	58
Statistická analýza.....	59
Studie I. ....	59
Studie II.....	59
Studie III. ....	60
Výsledky .....	60
Studie I. ....	60
Studie II.....	63
Studie III. ....	67
Diskuse.....	68
Studie I. ....	68



Studie II.....	70
Studie III. ....	72
Závěr .....	75
Reference .....	76

## Úvod

Obecně bývá čich u člověka poměrně podceňován a je na člověka nahlíženo jako na „mikrosmatického“, tedy se slabými čichovými schopnostmi a spoléhajícího se spíše na vizuální stimuly a verbální projevy. Tento náhled je podpořen i tím, že v porovnání s ostatními smysly se výzkumu čichu nevěnovala příliš velká pozornost, navíc jeho výzkum je poměrně komplikovaný. Samozřejmě nelze popírat, že by při vnímání ostatních nehrál zrak velice důležitou roli, avšak čím dál větší množství studií poukazuje na to, že i čich ovlivňuje naše chování. Jak se ukazuje, tělesná vůně totiž poskytuje vodítka ke genetické výbavě člověka, jeho věku, pohlaví, reprodukčnímu stavu, emočnímu vyladění či kvalitě konzumované stravy, i když možná spíše na nevědomé úrovni nebo jen ve formě hedonického hodnocení.

Ve své bakalářské práci jsem se věnovala dietetickým faktorům, které mohou mít vliv na lidskou tělesnou vůni. Na toto téma v diplomové práci navazuji, ovšem z poněkud odlišného úhlu pohledu. Nyní se zaměřuji spíše na chemickou komunikaci v různých kontextech. Na počátku vymezuji teoretický koncept komunikace, z něhož budu vycházet a poté se již zabývám specifickým druhem komunikace mezi matkou a novorozencem, dále komunikací emočního vyladění a nakonec výběrem partnera na základě tělesné vůně. Pokusím se ukázat, zda v těchto situacích probíhá chemická komunikace pomocí signálů či či dochází k přenosu pachových vodítek (cues). Empirická část práce se týká vlivu kvalitní stravy a jejího dostatečného množství na tělesnou vůni, jelikož se ukazuje, že právě strava je jedním z faktorů, které tělesnou vůni ovlivňují poměrně zásadně a mohla by se podílet na preferencích pro výběr partnera, jelikož by se v tělesné vůni mohla odrážet jeho kondice.

## Teoretická část

### *Klasický etologický přístup*

Většina živočichů alespoň občas komunikuje s ostatními a přenos informací je pak ještě důležitější mezi sociálně žijícími živočichy. Většinou se týká vizuálních či akustických znaků ovšem i chemické komunikace. Definice biologické komunikace

procházely mnoha změnami, zde představím ranný etologický přístup, poté Krebsovu a Dawkinsovu teorii manipulace a nakonec adaptacionistický přístup Maynarda Smithe a Harpera, ze kterého budu vycházet ve zbytku práce.

Krebs a Dawkins (1984) první z přístupů k biologické komunikaci pojmenovali „klasický etologický přístup“. Jeho zastánci totiž byli etologové působící v 50. a 60. letech (především Tinbergen, Lorenz a Huxley), kteří se zabývali definicemi biologické komunikace (Krebs & Dawkins, 1984) a podle nichž je komunikace takové chování, díky kterému mohou jedinci sdílet informace a kteří na sebe vzájemně působí a reagují. Tento přístup se zajímá především o přenos samotné informace, a proto také někdy bývá nazýván informačním přístupem.

Když je informace přenesena a živočich ji přijme, slouží mu pak k tomu, aby se mohl „rozhodnout“, jak se v budoucnu zachová. Evoluci těchto signálů formovaly selekční tlaky tak, aby odesílatel zvýšil pro příjemce dostupnost informace, která má pro ně význam a tento přenos je pro ně výhodný (Smith, 1977).

Problém nastal, když byla položena otázka ohledně vývoje komunikace, jak mohl vzniknout signál, když v té době ještě nebyl žádný jedinec, který by na něj reagoval. Řešením bylo, že se signály sloužící ke komunikaci vytvořily procesem ritualizace z původně spontánního chování sloužícího k jinému biologickému účelu (čištění peří, regulace tělesné teploty) a používané jako vodítko (cue). Pokud z něj měli jedinci výhodu, proměnilo se vodítko pod působením selekčního tlaku v signál. Ritualizace se týká nejen vzorců chování, ale i vzniku různých morfologických struktur (Scott-Phillips, 2008).

Tito autoři věřili v existenci skupinového výběru, a to z toho důvodu, že se příliš nezajímali o evoluční mechanismy stojící za přenosem informací. Teorie skupinového výběru říká, že se mohou vyvinout znaky, které jsou výhodné pro populaci, ale samotnému jedinci mohou snižovat fitness, nadřazeny jsou tedy zájmy populace nad zájem jedince. Tímto způsobem se dal do jisté míry vysvětlit altruismus, pro jehož existenci nebylo do té doby nalezeno opodstatnění. Jenže teorie skupinového výběru má hned několik úskalí. Pokud se totiž organismus chová altruisticky, snižuje tak svoji šanci na přežití tím, že investuje energii a zdroje do dalších jedinců. Přitom by pro něj bylo výhodnější, kdyby ji investoval do sebe a zvýšil tak šanci na předání vlastních genů. Pokud ale svoji šanci na přežití a předání svých genů snižuje, nemohou se tak dále předat ani altruistické geny. Navíc se mezi skupinou altruistů může objevit „podvodník a sobec“, který ostatním pomáhat nebude, ale bude je pouze využívat ke svému prospěchu. Když bude pouze čerpat výhody bez jakýchkoliv nákladů, jeho geny se tak spíše rozšíří na úkor dalších generací, až

„sobecké“ geny ve skupině převládnu. Kvůli těmto problémům byla později teorie skupinového výběru nahrazena teorií výběru příbuzenského (Maynard Smith, 1976; Williams & Williams, 2008).

## **Manipulace**

Jenže kritika začala poukazovat na problém, proč by selekce měla zvýhodňovat jedince podle toho, jak dokáží zvýšit efektivitu přenosu signálu. Přece neexistuje žádný zvláštní důvod pro to, aby byli preferovaní živočichové, kteří předem dávají najevo své úmysly (v určitých případech se to však vyplatí oběma), výhodnější by spíše mělo být chování odhalit ve správnou chvíli, aby se na něj nemohl další jedinec předem připravit (Krebs & Dawkins, 1984). Proto Krebs a Dawkins (1984) přišli s názorem, že komunikace je výsledkem evolučních závodů ve zbrojení. Signál definují tak, že jeden organismus, v roli „manipulátora“, využívá sílu jiného, v roli „oběti“. Evoluce signálu vznikla vzájemným působením manipulace, kdy manipulátor prostřednictvím signálu manipuluje s příjemcem a snaží se klamnými signály zvýšit svou vlastní fitness, zatímco příjemce se snaží číst mysl signalizátora a odhalit jeho budoucí záměry a chování i proti jeho evolučním zájmům. I v této teorii hraje svou úlohu ritualizace, tentokrát zde ale není kvůli přenosu informací ale kvůli efektivní manipulaci. Úspěšní jsou tedy ti, kteří využívají okolí k vlastnímu prospěchu. Ti, kterými je manipulováno, však nejsou pouhé oběti, protože z manipulace mohou mít někdy také prospěch. Navíc se role manipulátora a manipulovaného v průběhu času mění, a to jak kontextuálně, tak mezi různými jedinci (Krebs & Dawkins, 1984).

V tomto přístupu je signál definován jako akt nebo struktura, který zvyšuje fitness jednoho jedince (odesílatel) pozměněním chování jiného jedince (Krebs & Dawkins, 1984).

Základem této teorie je tedy konflikt, vzájemné využívání se mezi živočichy a závody ve zbrojení. Ve výjimečných případech mezi nimi může docházet ke spolupráci, ale to jen pokud se jedná o příbuzné živočichy nebo o reciproční altruismus. Jenže ne vždy jsou zájmy signalizátora a příjemce signálu odlišné (Maynard Smith & Harper, 1995). Na druhou stranu by však tento druh komunikace nemohl být dlouhodobě udržitelný, pokud by nebyl pro oba účastníky v průměru výhodný. Jestliže by jeden z účastníků byl neustále znevýhodňován, musel by působením přírodního výběru zaniknout (Krebs & Dawkins, 1984).

## ***Adaptační teorie komunikace***

Dalším přístupem je adaptační teorie komunikace prosazovaná Maynardem Smithem a Harperem (Maynard Smith & Harper, 1995). Ti se sice vyhrazují proti tomu, že by vývoj komunikace probíhal pouze nebo z větší části jen na základě konfliktu zájmů a manipulace, avšak shodují se s předchozí teorií v tom, že komunikace je adaptivní pro oba její účastníky.

Podle nich je signál jakýkoliv akt nebo struktura, která ovlivňuje chování ostatních organismů, která se vyvinula kvůli tomu efektu a je účinná, protože reakce se vyvinula kvůli tomu, aby tímto aktem nebo strukturou byla ovlivňována (Scott-Phillips, 2008). Od signálu odlišují vodítko (cue) a donucení (coercion). Vodítko je podobně jako signál aktem nebo strukturou, která ovlivňuje chování jiného organismu, jenže se nevyvinula právě za tímto účelem. Donucení se vyvinulo kvůli tomu, aby ovlivňovalo jiné jedince, jenže odezva není pro příjemce adaptivní a živočich jedná na úkor své fitness (Maynard-Smith & Harper, 2003).

Rozdíl mezi komunikací a signalizací je v tom, že signál může být vyslán neúspěšně, protože ho nikdo nezachytí, zato v případě komunikace musí být signál nejen vyslán, ale i úspěšně přijat. Podmínkou pro proběhnutí komunikace je tedy potřebná nejen poměrně samozřejmá přítomnost odesílatele, ale i méně zřejmá účast příjemce. Signalizace tedy může někdy selhat, když signál zachycen není, ovšem komunikace ne. Ta odkazuje na úspěšně dokončený akt signalizace (Scott-Phillips, 2008).

Informace přenášená při komunikaci redukuje nejistotu. Většinou se rozlišují dva druhy sémantické informace, první nese informace o odesílateli a často bývá selektována pohlavním výběrem („self-reporting signals“; např. ukazatele fyzické kvality nebo statutu, často určena opačnému pohlaví) a druhý nese informace o okolí („other-reporting signals“; informace o objektech, výstražná volání, tance včel) (Maynard Smith & Harper, 1995).

Signály můžeme rozeznávat podle jejich náročnosti. Minimální signály mají na přenesení informace nízké náklady. Ty jsou dostatečné, jelikož jejich spolehlivost je zaručena tím, že pro odesílatele i příjemce jsou výhody stejné a mají vliv na jejich fitness. Dalším druhem jsou signály s přidaným nákladem („cost-added“ signals), které jsou nákladnější, než by bylo k jejich přenosu zapotřebí. Vznikly proto, že příjemce na nákladnější signál reagoval adekvátněji než na signály jiné. Často se vyskytují v modelech pohlavního výběru, kdy jedinec potřebuje zjistit, jak „dobrymi“ geny partner disponuje.

V tomto případě pak musí existovat korelace mezi kvalitou jedince a kvalitou signálu, protože se takové signály mohou vyvinout jen u opravdu kvalitních jedinců (Zahavi, 1975), pro „podvodníky“ zde není prostor a partnerům se vyplatí si je vybírat, protože tak dostanou skutečně kvalitní partnery (Maynard Smith & Harper, 1995).

Adaptační teorie se vyhrazuje proti předchozí teorii tím, že neuznává myšlenku skupinového výběru. Proti modelu skupinového výběru se vymezili biologové na základě matematických modelů evoluce. Fisher odmítá téměř všechna vysvětlení altruismu zakládající se na „dobru pro druh“ (Fisher, 1930). Wright pak díky populační genetice poukazuje na to, že výhoda skupiny nemůže změnit průběh selekce uvnitř skupiny (Wright, 1984). Jiný přístup zastává Haldane (Haldane, 1990). Podle něj se zvyšuje fitness skupiny podle toho, kolik jejích členů vykazuje altruistické chování. Ze začátku může počet genů odpovědných za altruistické chování stoupat díky počátečnímu zastoupení genů a nevýhodu jednotlivců malá v porovnání s výhodou skupiny. Vyvozuje, že genetický altruismus může vykazovat výhodu ve skupině rozdělené do částí tak malých, aby jediný mutant nemohl převážit kritickou frekvenci. Místo toho přišel Hamilton s teorií inkluzivní fitness (Hamilton, 1963). Ta ukazuje, proč je výhodné pomáhat příbuzným. Zahrnuje totiž exkluzivní zdatnost jedince i jeho příbuzných. Tomu se pak vyplatí investovat do příbuzných místo do sebe samotného podle množství potřebných nákladů a podle stupně příbuznosti. Investice je výhodná, pokud je cena altruistického jednání nižší než stupeň genetické příbuznosti vynásobený ziskem, který chování přijímajícímu jedinci přinese. Pokud ale jedinci nejsou příbuzní, tento model nemůže fungovat. Doplňujícím vysvětlením je teorie recipročního altruismu. V tom případě jedinec jedná tak, že se mu dočasně sníží fitness, zatímco někomu jinému se díky jeho aktu zvýší s tím, že tento či někdo jiný mu jednání v budoucnosti stejným nebo podobným způsobem oplatí. Pro fungování tohoto mechanismu je však důležité, aby se jedinci navzájem znali a pamatovali si průběh minulých sociálních interakcí a aby byl přísun zdrojů nepravidelný a nepředvídatelný a při jejich získávání hrála důležitou roli náhoda (Trivers, 1971).

## ***Chemická komunikace***

Chemické informace mohou být využívány k nalézání možných zdrojů potravy, objevování predátorů či v sociální komunikaci mezi jedinci. Charakteristickými rysy chemické komunikace je, že může probíhat na velké vzdálenosti, není závislá na přítomnosti vysílatele překonává různé překážky, náklady na její vznik jsou poměrně nízké

v porovnání s jinými signály, mají relativně dlouhou životnost, je možné je používat i za tmy a bývají poměrně specifické. Jejich přenos je však vcelku pomalý a pro příjemce je náročné lokalizovat odesílatele.

Chemické smysly jsou evolučně nejstaršími a jsou sdíleny všemi organismy včetně bakterií (Wilson, 1970). Sice o tom nemáme žádný paleontologický záznam, informace však můžeme získat z komparativní analýzy současných živočichů. Tyto doklady jsou mnohem rozsáhlejší než fosilní, protože buňky v sobě mají zapsané informace o svém vývoji v sekvencích proteinů a řetězcích nukleových kyselin (DNA, RNA). Je velice pravděpodobné, že chemická komunikace u jednobuněčných organismů byla patrně předstupněm vzniku hormonů u vyšších živočichů. Starobylost a rozšířenost chemické komunikace totiž zřejmě souvisí s komunikací mezi buňkami či tkáněmi v rámci organismu a asi by nebylo nikterak složité tento způsob komunikace koptovat na komunikaci i mezi jedinci (Stoka, 1999). K chemické komunikaci lze také přistupovat obdobně, jako je tomu u obecnějších modelů komunikace. Z toho dále vychází názor, že se chemické signály mohly ritualizací vyvinout z již existujících chemických látek sloužících původně k jinému účelu, například hormonů, látek uvolňovaných při zranění a nebo z odpadních produktů. Jejich původní funkce pak může, ale nemusí být ztracena (Wyatt, 2003).

Chemická komunikace probíhá tak, že odesílatel vygeneruje signál, který je přenesen (většinou vzduchem či vodou) k příjemci. Ten signál přijme, rozpozná, začlení ho do souvislostí a poté následuje změna ve fyziologii nebo v chování (Eisenberg & Kleiman, 1972).

### ***Lidská tělesná vůně***

Podobně jako má každý svůj jedinečný vzhled, tak je pro každého charakteristická individuální tělesná vůně, která se nazývá pachový podpis (Porter a kol., 1985). Pachový podpis je poměrně stálý, protože je do jisté míry geneticky podmíněný, na druhou stranu se ale může měnit v průběhu času, jelikož ho ovlivňují faktory vnějšího prostředí. Důkazy o genetických základech poskytují studie zabývající se výzkumem MHC (Major Histocompatibility Complex – hlavní histokompatibilní komplex), příbuzenství a dvojčat.

Geny MHC jsou součástí imunitního systému jedince a ukázalo se, že se tyto polymorfní geny projevují i v tělesné vůni. Tento jev byl nejdříve pozorován u zvířat (Yamazaki a kol., 1979) a později u i člověka, kde bylo zjištěno, že lidé dokáží rozpoznat i drobné rozdíly v MHC (Jacob a kol., 2002) a preferují tělesné vůně jedinců opačného

pohlaví s přiměřeně odlišnou genetickou výbavou MHC (Wedekind a kol., 1997). Problematika vztahu MHC a výběru partnera bude podrobněji probírána níže v podkapitole týkající se výběru partnera.

U příbuzných jedinců existuje vyšší pravděpodobnost, že spolu budou sdílet větší počet genů, a proto by i jejich tělesná vůně měla být podobnější a mělo by tak být možné je podle této vůně rozeznat. Tento předpoklad potvrzuje skutečnost, že cizí lidé jsou jen díky samotné tělesné vůni k sobě schopni přiřadit trička nošená matkami a jejich dětmi. Příbuzní lidé většinou žijí ve velice podobném prostředí, věnují se podobným aktivitám, konzumují podobnou stravu atd., z toho důvodu by správné přiřazování příbuzných vůní mohlo být výsledkem právě podobných environmentálních vlivů. Není to však tento případ, protože v přiřazování triček manželů, na které působí také obdobné vnější podmínky, nebyli hodnotitelé již úspěšní (Porter a kol., 1985).

Jelikož mají jednovaječná dvojčata identickou genetickou výbavu, při rozlišování jejich pachů mají lidé velké problémy, ovšem do jisté míry se jim to daří, pokud dvojčata konzumují rozdílnou stravu (Wallace, 1977). Jestliže se jejich strava neliší, neuspějí v tomto úkolu ani speciálně vycvičení psi (Hepper, 1988). Předchozí výsledky a významný genetický vliv genetického základu na tělesnou vůni potvrzuje i práce Robertse a kol. (Roberts et al., 2005), ve které byli účastníci schopni k sobě správně přiřazovat pachy jednovaječných dvojčat (ne však dvojvaječných), a to i v případě, že žila delší dobu odděleně. Úspěšnost byla obdobná jako při přiřazování dvou pachů toho samého jedince.

Individualita tělesné vůně je tedy důležitá pro chemickou komunikaci. Problémem však zůstává otázka, zda je organismy šíří ve smyslu signálu nebo je jsou ostatní jedinci schopni „detekovat“ ve formě vodítek. Z unikátního pachového podpisu tak mohou získat informace např. o pohlaví, věku, příbuzenství, zdraví, konzumované stravě a dalších důležitých charakteristikách. Za hlavní komunikační centrum je v současné době většinou považována kvůli bipedii a napřímení postavy axilární oblast (Comfort, 1971). Chemická komunikace je součástí komunikace neverbální, ovšem často probíhá spíše na nevědomé úrovni. V některých případech lidé pach vnímají, ale nemusejí si být vědomi jeho informační hodnoty, jindy si dokonce ani nemusejí uvědomovat, že něco cítí, a přitom je vůně ovlivňují.

Chemická komunikace může probíhat v různých kontextech. Nejdříve se budu zabývat tím, jak spolu komunikuje matka s dítětem, dále se budu věnovat komunikaci emocí a roli tělesné vůně při výběru partnera.



## ***Komunikace mezi matkou a novorozencem***

Navázání kontaktu a následně vztahu mezi matkou a dítětem je pravděpodobně v životě člověka jedním z nejdůležitějších. Vytvořením bezpečného attachmentu mezi dítětem a pečovatelem (ve většině případů právě matkou), je zásadní i pro budoucí vztahy v životě (Holmes & Johnson, 2009). Attachment znamená citové přilnutí k pečovateli. Spočívá v hledání fyzického a emočního uspokojení a ochrany před ohrožením. Ze strany dítěte se jedná o vyhledávání blízkosti pečovatele, orientování se v prostoru, emoční projevy, které vyvolávají u pečovatele specifickou odpověď, jako je poskytnutí péče a bezpečí, díky čemuž je u dítěte odstraněna úzkost. V tomto případě pak vzniká právě bezpečný attachment (Carter et al., 2005). Důležitou roli by v tomto procesu mohla hrát právě chemická komunikace. V několika výzkumech se ukázalo, že matky, které se ke svým dětem chovají láskyplněji, tráví s nimi více společného času a mají s nimi více kontaktu, jsou úspěšnější v rozpoznávání tělesné vůně svého dítěte (Fleming a kol., 1995). Tyto matky také kojily své dítě dříve po porodu a trávily s ním větší množství času v prvních 12 hodinách po narození svého potomka. Ale vůni svého dítěte jsou schopné úspěšně rozpoznávat všechny matky. Když měly vybrat vůni dítěte ze dvou možností, přičemž druhý vzorek byl od cizího dítěte stejného pohlaví a stejného věku (dva dny), úspěšných bylo 87% žen (Fleming a kol., 1995). Obdobné výsledky se ukázaly i u šestidenních dětí, kdy z celkem 20 matek své dítě správně určilo 16 z nich. Podobně na tom jsou i matky, které rodily císařským řezem a se svým dítětem proto měly omezený kontakt. I přesto však bylo v rozpoznávání úspěšných 13 ze 17 matek (Porter a kol., 1983).

Výzkumy ukazují na to, že rozpoznávání vůní probíhá procesem učení, a to i právě v případě matek. Významným faktorem je zde pravděpodobně délka vzájemného kontaktu, který však může být i poměrně krátký. Když skupina bezdětných studentek strávila s dítětem 45 minut a pak byly testovány ve tří-výběrovém testu, jejich úspěšnost v určení vůně daného dítěte nebyla signifikantně rozdílná od úspěšnosti jeho vlastní matky (Kaitz & Eidelman, 1992). Matky tedy nejsou pro rozpoznávání vůně svých dětí nijak zvlášť predisponovány, naopak se díky kontaktu s nimi jejich vůni naučí. Podobně to nejspíše funguje i u ostatních lidí, ať příbuzných či nepříbuzných a i v dalších vztazích.

U lidí pravděpodobně neexistuje senzitivní perioda, ve které by se tvořil vztah matka-dítě jako je tomu u některých jiných druhů. Nedá se tedy tvrdit, že by nedostatek blízkosti vztah negativně ovlivnil nebo že by se nedal později dohnat. Ovšem i přesto jsou prvotní kontakty matky a dítěte bezesporu důležité. První blízký kontakt se odehrává při

prvním kojení, přičemž důležitou roli zde hraje právě čich. Novorozenec v této situaci hraje aktivní roli a vůně prsu matky je tím, co přispívá k nalezení prsu a úspěšnému sání. Pokud je dítě položeno po porodu na hrudník matky, je možné pozorovat sled chování, jako je strkání si prstu do úst, sací pohyby úst a jazyka, pohyby směrem k bradavce, její nalezení a sání (Widström a kol., 1987). Zvýšené množství pohybů nenutritivního sání byly obdobně pozorovány i při vystavení dítěte pouze vůni prsu matky (Meza a kol., 1998).

Vůně prsu je tedy pro novorozence velice přitažlivá. Dva týdny staré děti preferovaly vatové polštářky s vůní prsu kojící ženy před vůní žen nekojících, a to i když s kojením neměly žádnou předchozí zkušenost, protože byly krmeny umělou stravou (Makin & Porter, 1989). V další studii se dokonce ukázalo, že novorozenci krmení kojeneckou mléčnou výživou dávají přednost vůni prsu kojící ženy před vůní kojenecké mléčné výživy, kterou jsou krmeni (Porter a kol. 1991). Ačkoliv tedy děti neměly s vůní prsu přímý kontakt a byly opakovaně vystavovány vůni kojenecké mléčné výživy, která byla spojena s posilujícím kontextem krmení, preferovaly vůni prsu kojící ženy. Zdá se tedy, že tyto preference nejsou naučené, mohou však k dané preferenci existovat genetické predispozice nebo mohou být získané ještě před narozením.

Tyto výzkumy byly prováděny v poměrně „umělém“ prostředí, kdy byly děti položeny na záda a z každé strany byl upevněn vatový polštářek a sledovalo se, ke kterému z polštářků budou mít déle otočenou hlavičku. Proto se Varendi a kol. (1994) rozhodli vyzkoušet novorozenecké preference v přirozenější situaci. Položili dítě matce doprostřed hrudníku, přičemž jednu bradavku jí omyli s ohledem na to, aby obě bradavky měly stejnou teplotu. Toto se dělo několik minut po porodu a pozorování trvalo, dokud novorozené dítě nenašlo bradavku a nezačalo sát, to vše bez matčiny asistence. 22 dětí ze 30 si vybralo právě neomytý prs, což ukazuje, že se orientovaly pravděpodobně čichem. Tento pokus byl později zopakován s dětmi starými několik dní s totožnými výsledky, signifikantně větší počet dětí preferoval neomytý prs s přirozenou matčinou vůní (Varendi a kol. 1997).

## **Morfologie prsu**

Oblasti dvorce (areola) a bradavky (mamilla) jsou hustě pokryté žlázami. Na bradavkách se vyskytují především žlázy mazové a apokrinní, z kterých se při laktaci uvolňuje sekret. Dvorce jsou pokryté ekrinními a zvětšenými mazovými žlázami, navíc na

povrchu dvorců jsou roztroušené malé vyvýšeniny nazývané Montgomeryho tuberkuly (žlázy). Kolostrum či mléko uvolňující se z bradavek doplňuje vůni, v té se pak reflektuje složení matčiny stravy, její metabolismus nebo genetická konstituce. Tato směs obsahuje části lipidů pocházející z volných mazových jednotek a tuberkulů, což může vůni fixovat a vylepšovat tak její stabilitu. Složitě uspořádání žláz může napomáhat sání. Zajímavé je, že pláč dítěte zvyšuje teplotu dvorců a bradavek matky, čímž jsou vytvářeny optimální podmínky pro uvolňování vůně před kojením (Fleming, 1966). Díky všem těmto vlastnostem je možné uvažovat o struktuře sloužící k chemické komunikaci. Tyto myšlenky podporují i zmiňované studie ukazující reakce novorozenců na přirozené vůně pocházející z prsou kojících žen. Komunikační role areolárních kožních žláz může souviset s dalšími základními funkcemi. Jejich produkce se ke konci těhotenství a na počátku laktace zvyšuje, což může přispívat k ochraně před patogeny. Sekrece mazu může chránit pokožku před narušením slinami kojence a námahou pokožky spojenou s kojením. Společně se slinami dítěte může sekrece žláz tvořit nepropustnou strukturu a tím zvyšovat efektivitu sání. Areola tak může plnit několik ochranných a komunikačních funkcí a napomáhá vzniku prvních projevů sání u novorozenců a dřívějšímu nástupu kojení u matek. Tento předpoklad spolu s morfologií areoly byl zkoumán ve studii Schaal a kol. (2006). Pokud by uspořádání areolárních kožních žláz mělo mít ochrannou funkci, byly by rozmístěny po celém povrchu rovnoměrně, aby se zabránilo kolonizaci patogeny na všech místech. Jestliže by měly chránit před účinky slin kojence, jejich koncentrace by měla být vyšší na dolním okraji dvorce a v případě tvorby nepropustné struktury při sání by měly být seskupeny v oddílech, zatímco jestli je jejich funkce primárně komunikační, měly by být rozloženy v horní polovině areoly, jelikož právě sem směřuje nos dítěte. Výsledky studie však nevykazují rovnoměrné rozložení žláz. Větší koncentraci lze najít na horní laterální straně dvorce, což je místo, kam směřuje nos dítěte při kojení, což nasvědčuje právě komunikační funkci. Další podporou by pak bylo to, jestliže by se sekrece zvyšovala po porodu a před každým kojením, přičemž dostupná data zatím podporují přinejmenším vyšší funkci po porodu. Schaal a kol. (2006) zjistili, že počet areolárních kožních žláz souvisí se změnami ve váze v průběhu dne během prvních tří dní po porodu, při jejich vyšším počtu byly výkyvy ve váze menší, což naznačuje jejich pozitivní vliv na prospívání dítěte. Podobně i matky s vyšším počtem areolárních kožních žláz vyjadřovaly názor, že jejich děti se dostaly k prsu mnohem rychleji a byly při sání aktivnější. Data tak ukazují, že počet areolárních kožních žláz pravděpodobně dítě povzbuzuje a zvyšuje jeho sací pohyby. Tento efekt je výraznější u žen, kterým se narodilo první dítě, u „zkušenějších“ žen byl

poměrně malý. Takový výsledek by mohl znamenat, že méně zkušené matky nedokážou své dítě tak účinně navést a pomoci mu při prvním kojení, a to se proto musí spoléhat na (chemo)senzorické vjemy, aby se k bradavce dostalo a mohlo začít sát. Z rychlejšího a snadnějšího přístupu dítěte k bradavce těží i žena, zvláště prvorodička, protože se jí tak zvýší sebevědomí ohledně schopnosti kojení (Schaal a kol., 2006). I další studie přišla s obdobnými výsledky; u novorozenců se vyskytovalo více sacích pohybů, když byli vystaveni pachu prsu, než když se dostali do styku s prsem zbaveným pachem. Při styku s ním také dříve a déle plakali a měli kratší dobu otevřené oči. Rozdíl v množství sacích pohybů a době pláče se ale neukázal, když byli vystaveni vůni bradavky, areoly a mateřského mléka. Tyto oblasti mohou produkovat podobné látky či se během kojení i ostatní místa kontaminují látkami, které obsahuje mateřské mléko, takže by pak vůně byla všude podobná. Avšak nemusí to definitivně znamenat, že by kojenci mezi těmito nerozlišovali, také je možné, že všechny jsou spojeny s posilujícím kontextem krmení a matkou, takže mohou vyvolávat podobné reakce. Celkově však můžeme vidět, že vůně matčina prsu ovlivňuje chování dítěte (Doucet a kol., 2007)

I přes snahu matky se poměrně běžně na počátku vyskytují problémy s kojením, což vede v prvních dnech po porodu k výrazným úbytkům na váze dítěte, v horších případech i k dehydrataci a ohrožení života. Tyto problémy mohou být svázány s faktory týkajícími se matky (prvorodička, nadváha), dítěte (motivace, příjem jiných tekutin) (Schaal a kol., 2006) nebo okolností porodu (narušení spontánní interakce mezi matkou a dítětem, nemocniční mycí rutina redukující chemické stopy) (Varendi a kol., 1994).

Na základě dostupných dokladů lze látky produkované areolou považovat za signály. Podle adaptacionistické teorie komunikace má být vysílání signálu a jeho příjem výhodný pro obě strany. Tento předpoklad je zde splněn, jelikož tělesná vůně dítě přitahuje a díky ní se snáze orientuje k matčinu prsu. Pro dítě je přínos poměrně jasný, díky pachovým signálům pocházejícím z matčina prsu se dostane ke zdroji životně důležité energie a živin, díky kterým může prospívat. Již před narozením dítě poznává vůně spojené s matkou, což mu pomáhá zvládnout první úspěšná vyhledání prsu a kojení. Tím se dostává k výhodám, které kolostrum skýtá, přijímá jím energii a vodu, pasivní imunizaci, gastrointestinální zrání a opakované posílení multimodálních mateřských signálů. Matka z této komunikace těží taktéž, jelikož jejím výsostným zájmem je poskytnout co nejvíce zdrojů, které dítěti pomohou přežít, dožít se dospělosti a rozmnožit se, čímž se zvýší i její reprodukční úspěch. Proto je pro ni výhodné vysílat chemické signály, které dítěti

pomohou s navigací ke zdroji výživy, díky níž zvýší svoje šance na úspěch. Pro úspěšný přenos signálů byl vyvinut efektivní orgán, matčin prs s vysokou koncentrací pachových žláz. Navíc se zde nacházejí speciální Montgomeryho žlázy pravděpodobně sloužící především k tomu, aby dítě přitahovaly, jak jsme viděli ve studii Schaala a kol. (2006) podle jejich rozmístění na horním okraji dvorce, kam právě směřuje nos dítěte a podle negativní korelace mezi jejich počtem a výkyvy ve váze dítěte i nutritivním chování dítěte hodnoceném matkou. U dalších kontextů chemické komunikace je však problémové rozhodnout, zda se jedná o signalizaci.

### ***Informace o vyladění***

Mnoho živočichů, především sociálně žijících, komunikuje své emoce ostatním jedincům a signalizuje jim své vyladění. Pro ty může být výhodné informace přijímat, upravit podle nich budoucí chování a zvýšit tak své šance na přežití a rozmnožení. Běžným jevem je komunikace strachu, stresu a nebezpečí. Tyto chemické signály pravděpodobně vznikly z látek uvolňovaných při zranění (Wyatt, 2003). V poslední době se začíná pochybovat o tom, že by strach byl naučenou reakcí na potenciální nebezpečí. Schopnost odhalit a předvídat nebezpečí je klíčová pro přežití a učení jedince by nemuselo být dostatečně rychlé na to, aby přežití zajistilo. Navíc potenciální nebezpečí může být poměrně vzácné, a tak je dost těžké se ho naučit, takže když se s ním jedinec setká poprvé, ocitá se ve velkém ohrožení. Dokladem pro vrozené reakce na nebezpečí je příklad střevlí, které i když se nikdy předtím nesetkali se štikou, při prvním setkání ihned „vědí“, že je pro ně nebezpečná, protože je označena jakousi pachovou značkou, kterou získává při každém ulovení střevle. Zdroje poplašných chemických látek u střevlí jsou například moč a výkaly (Ackerl a kol., 2002).

U savců byl přenos chemických signálů spojených s emocemi poprvé ukázán na příkladu krysy, které se naučily rozlišovat pach stresovaných a nestresovaných jedinců (Valenta & Rigby, 1968). Podobně i 48 dní staré myši preferovaly pach jiných nestresovaných myší před stresovanými (Carr a kol., 1980). Zvířata mezi těmito pachy nejen umí rozlišovat, ale tyto pachy navíc pozměňují i jejich chování (Mackay-Sim & Laing, 1980). Stres vyvolává fyziologické reakce, jako je zvýšení pulsu, pocení, svalové napětí, např. hlodavci ve většině případů reagují na pach stresovaných jedinců zvýšením obranného, skrývacího chování a méně riskováním spojeným s menším počtem

exploračního a pečovacího chování spolu s útekovým chováním a vyhýbáním se pachu (Kiyokawa a kol., 2006).

Díky těmto dokladům o přenosu chemických signálů týkajících se sociálně relevantních podnětů u zvířat bylo zjišťováno, zda tento druh komunikace funguje i u člověka. Nejdříve se ukázalo, že lidé dokáží odlišovat „pach strachu“ od kontrolního podnětu. Od skupiny žen byly sbírány pachové vzorky zatímco sledovaly hororový film a tyto stimuly pak byly hodnoceny další skupinou žen. Těm se poměrně dobře dařilo rozlišovat vzorky pocházející od jedinců sledujících horor a neutrální film. Navíc se objevily i kvalitativní rozdíly. Vzorky sbírané ve strach nahánějícím kontextu byly hodnoceny jako intenzivnější a méně příjemné ve srovnání s kontrolními vzorky a navíc dle hodnotitelek často připomínaly „agresivitu“ (Ackerl a kol., 2002). Další experiment přišel s obdobnými výsledky. V tomto případě dobrovolníci sledovali hororový film a komedii. Při hodnocení se pak ženám dařilo určovat vzorky pocházející z veselého kontextu, muži tento pach správně poznávali jen pokud pocházel od žen. Muži i ženy pak byli úspěšní v rozpoznávání pachu sbíraného za sledování hororového filmu jen v tom případě, že pocházel od mužských dobrovolníků (Chen & Haviland-Jones, 2000). Výsledky tedy ukazují na to, že různé emocionální stavy se promítají do tělesného pachu a že ženy jsou v jejich rozeznávání úspěšnější než muži, což může být dáno tím, že ženy jsou celkově úspěšnější v čichových úkolech (Doty, 1981) a obecně pravděpodobně vnímavější k signálům spojeným s emocemi (Brody, 1997). Rozdíly v identifikaci emočních kontextů u mužů a žen může být dán tím, že stresová situace u mužů vyvolá intenzivnější pach, zatímco u žen je jeho produkce potlačena a je tak méně intenzivní. Intenzita by také mohla ovlivňovat přisuzování kvality pachu, protože intenzivnější pachy by mohly být spojovány se strachem. Další možností je to, že pro muže a ženy je důležité poznávat pachy pocházející z určitých kontextů a jiné pro ně tolik důležité nejsou, podobně by pro ně mohla být relevantní některá vodítka jen od jedinců určitého pohlaví.

## **Emoční vyladění, fyziologické reakce a behaviorální změny**

Tyto studie tedy ukazují na to, že některé emoční stavy se promítají do tělesné vůně, ovlivňují ji a ostatní lidé jsou schopni tyto změny vnímat a vyhodnocovat. Často si však nemusejí být vědomi toho, k čemu pach odkazuje, někdy dokonce nemusejí pach vnímat na vědomé úrovni, a ten je přesto může ovlivňovat. Proto se další studie zaměřily na to, zda pachy přenášející informace o emočním vyladění ovlivňují fyziologický stav

nebo chování jiných jedinců. Vzorky získané ze stresové situace (studenti před zkouškou), při cvičení a kontrolní stimuly byly předkládány jedincům pomocí olfaktometru. U participantů se pak projevovala vyšší úleková reakce, když byli vystaveni stresovému stimulu v porovnání se stimuly ostatními, což by mohlo znamenat, že se u nich zvyšovala pozornost v rámci obranného chování (Prehn a kol., 2006). V jiné studii účastníci více riskovali ve hře, když byli vystaveni pachu jedinců, kteří se nacházeli ve stresové a úzkost nahánějící situaci (kurz na vysokých lanech) v porovnání s pachem pocházejícím ze cvičení. Při nejriskantnějších situacích se však participantů rozhodovali déle, možná kvůli větší nejistotě. Kontrolní vzorek byl v tomto případě také hodnocen jako příjemnější a méně intenzivní (Haegler a kol., 2010). Vzorky tělesné vůně získané od mužů nacházejících se ve stresové situaci vzbuzovaly v ženách větší úzkost v porovnání se vzorky pocházejícími z kontrolní situace (Albrecht a kol., 2011). Další studie ukázala, že tělesné pachy sbírané ve stavu úzkosti vyvolávaly v příjemcích vyšší pozornost a přesnost, což naznačuje, že byli motivováni chovat se tak, aby se vyhnuli chybám. Odpovídali totiž pomaleji v obtížnějších situacích, ne však v těch jednoduchých. Zdá se tedy, že tělesné pachy pocházející od lidí ve strach vyvolávajících situacích zlepšují výkony při provádění kognitivních úkolů, pravděpodobně v důsledku vyšší pozornosti a pozměnění kognitivní strategie (Chen a kol., 2006). Pachové vjemy dokonce mohou způsobit sensorické zkreslení jiných vjemů, dokonce i zraku, který je u člověka nejvíce používaným smyslem a na který člověk obecně nejvíce spoléhá. Ženy vystavené pachu získanému v úzkostném kontextu hodnotily neutrální tváře jako vystrašenější v porovnání s hodnocením kontrolního stimulu, tento efekt se však neprojevoval, když byly výrazy tváří jednoznačnější (Zhou & Chen, 2009). Jeden z výzkumů se nezaměřil na vzorky pocházející z axilární oblasti, ale jako stimuly byly použity slzy. V tomto případě mužům kleslo sebehodnocené sexuální vzrušení a hodnotili fotky žen jako méně sexuálně přitažlivé, než když byli v kontaktu s kontrolní látkou (Gelstein a kol., 2011).

Dále se ukazuje, že citlivější na změny v pachu spojené s emocemi jsou úzkostlivější jedinci, objevuje se u nich vyšší úleková reakce při vystavení pachu člověka, který se nacházel ve strach vyvolávající situaci. U těchto osob je pravděpodobně vnímání úzkostných pachů intenzivnější podobně jako je zkresleno i další vnímání (Pause a kol., 2009).

Čichová percepce emocí vyvolává také neurofyzilogické změny. Centrem, které je primárně spojeno se zpracováním emocí, je amygdala, a právě aktivita amygdaly byla vyšší, když byli participantů vystaveni pachu stresovaných jedinců v porovnání

s vystavením pachů jedinců sportujících (Mujica-Parodi a kol., 2009). Obdobné výsledky, vyšší neurální odezva při vystavení pachů strachu v porovnání s pachem vzniklým při sportu, získala i další studie. Aktivní mozková centra byla především ta, která se podílí na zpracování emocionálních podnětů (fusiformní gyrus) a která se týkají empatie (insula, precuneus, singulární kortex). Zapojují se i centra aktivovaná s pozorností (thalamus, dorsomediální prefrontální kortex) a emocemi (mozeček, vermis) (Prehn-Kristensen a kol., 2009). Percepce úzkosti z tělesného pachu tedy aktivuje především centra spojená emocemi a empatií. Tento efekt je opět zvýrazněn u úzkostlivějších lidí (Pause a kol., 2010).

### **Kompetitivní kontext a komunikace agrese a dominance**

Ukázalo se, že v pachu se mohou objevovat vodítka i k dalším emocím než jen strachu a stresu, ale podobná situace nastává i u komunikace agrese a dominance. Na agresi je pohlíženo jako na evoluční adaptaci, jejíž funkcí má být regulace reprodukce, jelikož jedinci v rámci populace musí soupeřit o omezené zdroje a ochraňovat potomky. Jedinci také mohou přirozeně tíhnout k tomu, aby byli co nejdominantnější, aby si zajistili přežití a omezené zdroje pro sebe (Buss, 2007). Pro organismy je tedy důležité sledovat relevantní podněty, které jim mohou pomoci přežít, vyrůst a úspěšně se rozmnožit. Tyto informace mohou získat i z tělesné vůně, předchozí studie poukazují na to, že lidé si tímto způsobem komunikují informace ohledně dominance. Ženy ve fertilní fázi cyklu totiž preferují právě tělesné vůně dominantnějších mužů, a to především pokud mají právě partnera (Havlicek a kol., 2005). Dominance a agresivita se projevují v kompetitivním kontextu. Proto bylo testováno, zda i pachové vzorky získané během kompetice (zápas v badmintonu) budou ovlivňovat hodnotitele. A opravdu na detektoru kožní vodivosti (kožní vodivost je měřítkem sympatetické autonomní aktivity spojené se vzrušením a orientací ke stimulům nesoucím podstatnou informaci; stimuly, které jsou emočně významné vyvolávají vyšší odezvu na detektoru kožní vodivosti než neutrální předměty) byly větší změny za přítomnosti pachu získaného po zápase v porovnání se vzorky sbíranými v kontrolní situaci při cvičení (Adolph a kol., 2010). Tyto změny v pachu způsobené kompetitivním kontextem, mohou ostatní muže varovat před potenciální hrozbou, ženy pak mohou přitahovat v rámci pohlavního výběru.

Výhodou tohoto výzkumu je, že pravděpodobně porovnává sekrety z jednoho typu žláz. V ostatních výzkumech byly vzorky sbírány během emočně vypjaté situace a



porovnávány se vzorky sbíranými během fyzické zátěže. V případě, kdy byla fyzická aktivita vysoká, ale emočně nízká, sekrece pochází spíše z ekrinních žláz, které produkují tekutinu sloužící především k termoregulaci. Když byly vzorky sbírány za situace s vyšším emočním nábojem (mnoho emocí, ale nízká fyzická aktivita), sekrece pocházela především z apokrinních žláz, jejichž sekrece je směsí předcházející směs pachových látek. Navíc se předpokládá, že apokrinní žlázy reagují na psychologické podněty.

Komunikace emocí funguje u živočichů na základě signálů. Jak je vidět, jedinci dokáží vysílat své emoční vyladění a ostatní jejich informační hodnotě přizpůsobují své chování (Kiyokawa a kol., 2006). U člověka je tato situace poněkud složitější. Výše uvedené studie ukazují, že lidé jsou schopni odlišit pachy různě vyladěných jedinců, určit ale z jakého kontextu pach pochází může být problém (Chen & Haviland-Jones, 2000). Kvalitativní odlišnosti v pachu pak mohou být spíše výsledkem činnosti hormonů a vedlejším produktem jejich činnosti. Z těchto důvodů se zdá být chemická komunikace emocí mezi lidmi uskutečňována na základě vodítek. Ovšem podle adaptacionistické teorie komunikace signál má v příjemci vyvolávat behaviorální nebo fyziologickou odezvu, která se vyvinula kvůli tomuto účelu. Některé výzkumy opravdu naznačují, že u příjemců nastává změna, jelikož se zvyšuje úleková reakce (Prehn a kol., 2006), ochota riskovat (Chen a kol., 2006), narůstá úzkost (Haegler a kol., 2010), modulují se jiné vjemy (Zhou & Chen, 2009) či hodnocení (Gelstein a kol., 2011). Otevřenou otázkou však zůstává, zda se reakce vyvinula právě za tímto účelem.

### ***Pohlavní výběr a výběr partnera***

Pohlavní výběr je jednou z podkategorií přírodního výběru pracující na stejném principu dědičnosti různých vlastností, které se projevují v rozdílném přežití různého počtu potomků. Probíhá formou kompetice o přístup k párování s jedinci opačného pohlaví. Přišel s ním Charles Darwin, protože viděl, že některé struktury živočichů jim nepomáhají v přežití, spíše jim škodí (nákladné sekundární pohlavní znaky), a proto je není možné vysvětlit pouze s pomocí přírodního výběru (Darwin, 1970). Za pohlavním výběrem stojí dva mechanismy, může se odehrávat v rámci jednoho pohlaví nebo mezi pohlavími. Vnitropohlavní výběr nastává, když zástupci jednoho pohlaví (většinou samci) soutěží mezi sebou o přístup k partnerům. To vede k vyvinutí znaků zvyšujících schopnost kompetice jako parohy nebo větší velikost těla. Druhým mechanismem je mezipohlavní

výběr (většinou samice), který nastává tehdy, když si samice vybírá samce s určitými znaky, protože tyto znaky jí pomáhají produkovat nebo vychovat více potomků (pestré zbarvení peří ptáků či paví ocas) (Andersson & Iwasa, 1996).

Existují dva způsoby, jakými mohou samci ukázat, že jsou „kvalitní“. Buď mohou být nositeli znaku, který samice považují za atraktivní. Pro přežití samce nemusí mít takový znak žádnou výhodu, při hledání partnerek však bude samec úspěšnější, protože samice tento znak preferují a pohlavní výběr bude působit ve prospěch jeho vývoje. Pokud samice tohoto samečka vyberou za partnera a budou s ním mít potomky, tento znak zdědí i jejich potomci („sexy synové“), kteří budou mít vyšší reprodukční úspěch, jelikož budou disponovat strukturou, kterou budou preferovat i ostatní samičky. Důležité v této teorii pouze je, že samečci jsou vybíráni z důvodu, že samičkám připadají atraktivní. Mezi atraktivním znakem a kvalitou jedince však není vztah. Vazba mezi samičí preferencí a samčím znakem může vést k „ubíhající selekci“ (run-away selection), kdy si samice vybírají stále přebujelejší samčí znaky (Fisher, 1930). Výběr se zastaví, až když selekce narazí na hranice přírodního výběru a znak začne snižovat životaschopnost jedince. Pro samice je výhodné vybírat si excesivní znaky také v případě, že takové znaky představují signál genetické kvality samce a umožňují tak samici poznat jedince, se kterým mohou mít nejživotaschopnější potomky. Pokud by ale byl stále vybírán určitý znak kvality, variabilita v genofondu by byla brzy vyčerpaná (tzv. paradox leku). Řešením tohoto problému je, že v konkrétním prostředí může být určitý genotyp výhodný, jelikož se ale prostředí stále mění, v jiném se výhoda ztratí, a z tohoto důvodu se bude měnit i výhodná kombinace genů (Hamilton & Zuk, 1982). Podle dalšího modelu se hypertrofované znaky mohly vyvinout proto, že snižují životaschopnost jedinců a slouží tak jako spolehlivý signál kvality. Pokud se totiž samci podaří přežít až do dospělosti i přes handicap, který si nese, jediným vysvětlením musí být, že je vysoce kvalitní. Samice tak získají kvalitní geny, protože si mohou být jisté, že málo kvalitní jedinci by nebyli schopni s takovým „handicapem“ přežít (Zahavi, 1975). Novější modely však poukazují na to, že Fisherův a Zahaviho model nemusejí být v rozporu. Může dojít k tomu, že znak, který vznikl „ubíhající selekci“ poté začne sloužit jako indikátor kvality (Kokko a kol., 2003).

Velké množství studií ukazuje na to, že kromě mnoha jiných kritérií se muži při výběru zaměřují i na vzhled ženy (souvisí s mládím, plodností, zdravím), zatímco ženy mimo jiných požadavků preferují muže s vyšším socioekonomickým statutem (spojení se zdroji, které budou moci investovat do ní a do jejich potomků) (Buss & Schmitt, 1993), ovšem studie z posledních let ukazují, že pro ženy je ještě důležitější to, jak jim muž voní

(Havlicek a kol., 2008; Herz & Inzlicht, 2002). Ženy si mohou vybírat muže, kteří mají buď přímé výhody, to znamená mají přístup ke zdrojům či vykazují předpoklady k otcovské péči nebo disponují nepřímými výhodami, tedy dobrými geny, v některých případech však mohou disponovat i oběma typy výhod. Sekundární pohlavní znaky jsou nákladné, pouze kvalitní jedinci jsou schopni vyvinout takové znaky. Čestnost a spolehlivost znaků je zaručena tím, že jsou nákladné a méně kvalitní jedinci si je nemohou dovolit vytvořit a tímto způsobem podvádět. Díky těmto „signálům s přidaným nákladem“ („cost-added“ signals) samice získají spolehlivou informaci o kvalitě případného partnera.

Informace o kvalitě partnera, jeho zdraví, odolnosti vůči parazitům, reprodukčním potenciálu či imunokompetenci lze získat z různých zdrojů, často ze sekundárních pohlavních znaků. Například u žen je dobrým prediktorem plodnosti poměr pasu a boků (waist-to-hip ratio; WHR) (Singh, 1995), vývojová stabilita odráží schopnost jedinců udržet si stabilní morfologický vývoj, přičemž jedním z měřítek je fluktuační asymetrie (FA, náhodné odchylky od bilaterální symetrie způsobené např. parazity), a proto ženy preferují muže se symetrickými tvářemi a těly (Thornhill & Gangestad, 1994; (Jones a kol., 2001), dále existuje vztah mezi expresí sekundárních pohlavních znaků a imunitním systémem, sekundární pohlavní znaky totiž mohou spolehlivě odhalovat imunokompetenci jedince, protože jejich vývoj je často pod vlivem pohlavních hormonů, které však mají negativní efekt na imunitní systém (Folstad & Karter, 1992; Thornhill & Gangestad, 1993). Proto takové znaky mohou vzniknout jen u nadprůměrně kvalitních jedinců, které zvýšení nákladné funkce imunitního systému neohroží.

## **Hlavní histokompatibilní komplex**

Čím dál více studií ukazuje, že informace o ostatních jedincích a potenciálních partnerech lidé nezískávají jen pomocí vizuálních vjemů, ale i z chemické komunikace. Důležitou roli při výběru partnera hraje tedy jeho genetická výbava a lidé preferují pach geneticky kompatibilních jedinců. Významnou úlohu v imunitním systému zastávají geny hlavního histokompatibilního komplexu (MHC – Major Histocompatibility Complex), jenž se u lidí nazývají HLA (Human Leukocyte Antigen). Antigeny kódované geny MHC první třídy jsou odpovědné za rozpoznávání buněk s cizími proteiny. Jednotlivé MHC geny kódují proteiny, které se liší v tom, které peptidy na sebe mohou navázat a přenést skrz buněčnou membránu. Glykoproteiny tyto peptidy prezentují na povrchu buněk

T-lymfocytům, které se aktivují jen když se k nim dostane peptid prezentující cizí látku. Aktivace T-lymfocytů je základní komponentou imunitní reakce v buňce proti antigenům (Hedrick, 1994).

Vysokou míru polymorfismu, kterou geny MHC vykazují, se snaží vysvětlit několik teorií. Podle první je polymorfismus udržován díky tomu, že heterozygotní jedinci mají výhodu. Jelikož se MHC geny projevují kodominantně, MHC heterozygoti mají více typů funkčních proteinů než homozygoti a díky tomu mohou prezentovat širší spektrum peptidů. Podle další hypotézy je polymorfismus výsledkem frekvenčně závislé selekce v závodech ve zbrojení mezi patogeny a imunitním systémem. Patogeny se totiž vyvíjí mnohem rychleji, aby jejich nejběžnější genotypy nebyly rozeznány imunitním systémem. Mutantní varianty se rychle šíří, dokud nejsou zastaveny nárůstem počtu obranných látek. Jiný model se zaměřuje na udržování polymorfismu díky rozdílným selekčním tlakům měnícím se v čase kvůli fluktuujícímu počtu patogenů (Havlicek & Roberts, 2009). Dočasné variance v resistenci mohou polymorfismus udržovat i bez výhody heterozygotů. Podle poslední hypotézy je polymorfismus udržován pohlavním výběrem. Její fungování je založeno na tom, že jedinci preferují partnery s odlišným MHC genotypem, než mají oni sami. I v tomto případě se jedná o preference pro odlišnost, jedinci s výjimečnými alelami totiž mají vyšší šanci, že budou selektováni. Vybírání si partnerů s poměrně odlišným MHC zvýší heterozygotnost u potomka, což zlepšuje jeho obranyschopnost (Penn, 2002). Další výhodou výběru individuů s rozdílným MHC se snižuje možnost příbuzenského křížení, čímž by se zvýšila homozygotnost množství recesivní škodlivých alel snižující fitness. Na druhou stranu to neznamená, že čím je partner geneticky vzdálenější, tím budou mít potomci vyšší výhodu. Někteří mohou být i méně odolní, pravděpodobně kvůli eliminaci vysokého počtu klonů T-lymfocytů (Nowak a kol., 1992).

### **Projevy MHC v tělesné vůni**

I když zatím není znám přesný mechanismus, bylo zjištěno již ve studiích se zvířaty, že se geny MHC promítají do tělesné vůně. Jednou z hypotéz je, že molekuly MHC ovlivňují tělesnou vůni přímo (Wobst et al., 1999). Jejich značná velikost a malá těkavost však tuto domněnku činí nepravděpodobnou. Podle dalšího názoru je tělesná vůně ovlivňována peptidy, které jsou přenášeny molekulami MHC (Spehr et al., 2006). Molekuly MHC by také na sebe mohly navazovat některé těkavé sloučeniny a přenášet je do apokrinních žláz. Nakonec je také možné, že by molekuly MHC mohly ovlivňovat

kolonie mikroorganismů na povrchu kůže a jejich přítomnost či nepřítomnost, potažmo jejich metabolitů, by ovlivnila tělesnou vůni (Rennie a kol., 1991; Rennie a kol., 1990).

První doklady o tom, že se geny MHC projevují v pachu, přinesly studie zaměřené na hlodavce. V experimentu, kde se mohly myši orientovat v bludišti tvaru Y pouze na základě čichových vjemů, se jim dařilo rozlišovat pachy podle jejich odlišného MHC profilu (Yamazaki a kol., 1979). Podobný výsledek však byl získán i ve studii, které se účastnili lidé. Skupina žen dostala za úkol hodnotit vůni triček mužů nošených dvě po sobě následující noci. Jako příjemnější byla hodnocena trička pocházející od mužů s odlišnějším MHC a navíc hodnotitelkám připomínala vůni jejich současného či bývalého partnera. Jinak tomu však bylo u žen, které užívaly hormonální antikoncepci, preferovaly totiž naopak geneticky podobnější muže (Wedekind a kol., 1995). Následující studie potvrdila tyto výsledky, opět byly ženami i muži lépe hodnoceny vůně pocházející od nepodobných jedinců, efekt antikoncepce se ale v tomto případě neprojevil. Dále bylo zjištěno, že lidé nehledají určitě kombinace MHC, ale preferují heterozygotní partnery (Wedekind a kol., 1997). Jak užívání hormonální antikoncepce ovlivňuje preference tělesných vůní a tím i výběr genetického profilu, ukázala další studie. Ve folikulární fázi žen nebyl rozdíl v hodnocení vůní jak podobných tak rozdílných mužů. Efekt se však projevil v závislosti na partnerském statutu žen, hodnotitelky s partnerem preferovaly vůni mužů s odlišným MHC, zatímco participantkám bez partnera se více líbila vůně mužů s podobnějším MHC. Po tom, co ženy začaly užívat hormonální antikoncepci, jejich preference se zaměřily na muže s podobným MHC. Tento experiment užívá vnitrosjektový experimentální design a díky tomu můžeme sledovat posun v preferencích tělesné vůně před zahájením užívání hormonální antikoncepce a po jejím nasazení (Roberts a kol., 2008). V dalším výzkumu muži preferovali vůně žen s odlišným MHC, ženy si však vybíraly vůně heterozygotních mužů. Podle autorů mužské preference běžných alel mohou hrát roli v předcházení párování s jedinci disponujícími vzácnými alelami a tím i možnému meiotickému tahu (Thornhill a kol., 2003; Santos a kol., 2005). Na lidskou citlivost v rozlišování vůní poukázal výzkum Jacoba a kol. (2002), v němž byly ženy schopné poznat rozdíl v jedné alele MHC a dále preferovaly střední genetickou vzdálenost. Přičemž schopnost rozlišování vůní se zakládá na alelách zděděných pouze od otce. Tělesné vůně lišící se v MHC profilu mají vliv i na aktivaci různých mozkových center. Pachové vzorky jedinců s podobným MHC vyvolávaly rychlejší odezvu a vyšší potenciál než vzorky od odlišných jedinců nehledě na pohlaví dárce vzorku. Vysvětlení by mohlo spočívat v předcházení

příbuzenskému křížení, které je důležitější než výběr partnera s odlišným MHC, proto by mělo být výhodné tyto informace zpracovat co nejrychleji (Pause a kol., 2006).

Jak je vidět, v pachu lze najít vodítka odkazující na genetickou výbavu jedince, jeho heterozygotnost či odlišnost v MHC genech. Lidé jsou poměrně úspěšní v rozlišování i drobnějších rozdílů v genech MHC, ovšem tyto odlišnosti nesledují vědomě, jedná se spíše jen o změny v hodnocení kvality tělesné vůně. I přesto však hraje tělesná vůně při výběru partnera určitou roli, jelikož tělesná vůně geneticky kompatibilního partnera bývá pro jedince přitažlivá a díky tomu se mu zvýší reprodukční úspěch, protože si vybere toho, s kým bude mít pravděpodobně kvalitnější potomky s širším obraným spektrem vůči patogenům a dalším nepříznivým vlivům.

Nejedná se však pouze o výběr partnera, genetický profil navíc ovlivňuje i preference parfémů. Vzorky vůní byly poštou zaslány participantům studie, kteří je měli ohodnotit a vybrat si, které by rádi používali. Lidé se stejným MHC si vybírali podobné vůně, a tedy preferovali obdobné parfémy. Žádný podobný efekt se však neobjevil v případech, kdy měli vybrat vhodný parfém pro partnera (Milinski & Wedekind, 2001; Hämmerli a kol., 2012). Jak důležité je, aby si každý vybíral parfém sám pro sebe naznačuje studie Lenochové a kol. (2012), v níž participanté použili svůj vlastní parfém a druhý jim byl přidělen. S vlastním parfémem byly vzorky hodnoceny pozitivněji, než při použití parfému jiného, přičemž tento efekt nebyl vyvolán jeho vlastnostmi. Běžné používání parfémů tedy nezakrývá přirozenou tělesnou vůni. Díky tomu, že si lidé vybírají dle svého genetického základu a vůně interagují s jejich vlastní tělesnou vůní a potvrzují ji, mohou tak do okolí vlastně vysílat informace o sobě efektivněji.

## **Vůně partnera**

Jak bylo zmíněno v předchozí části, při hodnocení mužských vůní některé ženy uváděly, že jim vůně připomíná současného či minulého partnera (Wedekind a kol., 1995). A skutečně mnoho studií již ukázalo, že lidé jsou poměrně úspěšní v poznávání vůně svého partnera jen na základě pachových vodítek. V tomto vztahu jsou totiž ve velice blízkém intimním kontaktu s jeho kůží a tím pádem i tělesnou vůní, kterou se dokáží poměrně rychle naučit.

První ze studií se zúčastnilo 24 párů. Po sedm za sebou následujících nocí nosili trička a poté měli podle vůně vybrat vůni svého partnera. Tento úkol úspěšně splnila třetina participantů. Vůně partnera byla navíc jak muži, tak ženami hodnocena jako příjemná

(Hold & Schleidt, 1977). V následující studii nebyla po participantech vyžadována žádná zvláštní opatření týkající se hygienických omezení jako bývá běžné ve většině studií, všichni tedy mohli používat deodoranty a parfémy dle libosti. V identifikaci vůně partnera byl úspěšný přibližně stejný počet participantů jako v předchozím případě, navíc muži hodnotili vlastní vůni méně často jako nepříjemnou (Schleidt, 1980). Tyto studie byly prováděny pouze v rámci jedné populace, proto bylo třeba se podívat, zda jsou tyto schopnosti a preference zobecnitelné. Výzkumu se zúčastnili muži a ženy z Německa, Itálie a Japonska. Výsledky ukázaly, že vůně sexuálního partnera byla jako příjemná častěji hodnocena u německých žen, než žen italských a japonských, u mužů však nebyly žádné podobné rozdíly nalezeny. V rozpoznávání partnera nebyl mezi uvedenými zeměmi velký rozdíl (Německo 33%, Itálie 30%, Japonsko 21%). Dalším úkolem bylo rozpoznání vlastní vůně a opět se ukázaly obdobné výsledky u všech participantů (Německo 31%, Itálie 38%, Japonsko 25%).

Přímo na identifikaci vlastní vůně se zaměřilo několik dalších studií. Sami se sebou jsem ve stálém kontaktu, proto lze předpokládat, že lidé budou v tomto úkolu úspěšní. A skutečně, když participanté měli ve tří-výběrovém testu (mužské, ženské a vlastní tričko) určit své tričko nošené 24 hodin, úspěšným bylo 81% mužů a 69% žen (Russell, 1976). V dalším výzkumu byl hodnotitelům jejich úkol ztížen, tentokrát měli vybrat své tričko mezi 8 dalšími. V tomto případě uspěla jen třetina účastníků, přičemž ženy hodnotily svoji vůni častěji jako příjemnou, muži však spíše jako nepříjemnou (Hold & Schleidt, 1977), stejně jako v další studii (Schleidt a kol., 1981). Jedna studie však přinesla opačné výsledky. V tomto případě byly vzorky sbírány jen půl hodiny, v rozpoznávání vlastní tělesné vůně byly úspěšné pouze ženy a ty tentokrát svoji tělesnou vůni hodnotily jako nepříjemnější než muži (Platek a kol., 2001).

Uvedené výsledky naznačují, že lidé jsou dobře obeznámeni s vlastní tělesnou vůní a jsou schopni ji rozeznat. Navíc ženy ji hodnotí ve většině případů spíše pozitivně a muži negativně, což by mohl být důsledek obecně vyšší intenzity mužských vzorků, intenzita vzorků tělesné vůně je totiž poměrně silně korelována s hodnocenou příjemností (Havlicek a kol., 2005). Poslední studie narušující tyto závěry může být výjimkou z toho důvodu, že vzorky byly sbírány velice krátkou dobu, takže nemusel být dostatek času pro vyšší nárůst intenzity a ženy díky obecně vyšší čichové senzitivě vnímaly přibližně stejně intenzivní pachové vzorky jako nepříjemnější. Důležitější však je, že lidé dokáží poznávat svého partnera podle pachových vodítek, což může skýtat výhody. Navíc vůni partnera většinou shledávají velice příjemnou, takže tento výsledek poskytuje doklady k tomu, že při výběru

partnera velice záleží na jeho tělesné vůni. Tento mechanismus je důležitý, jelikož se do tělesné vůně promítají informace o genetickém profilu jedince a díky tomu, že nám voní geneticky kompatibilní jedinec, si vybíráme geneticky vhodné partnery.

## **Vůně příbuzných**

Ukazuje se tedy, že lidé si do jisté míry vybírají partnera podle jeho tělesné vůně, která jim bývá příjemná. Na druhou stranu by také bylo výhodné, kdyby naopak dokázali poznat vůni svých příbuzných. Takový mechanismus by jim mohl pomoci v účinném vyhýbání se příbuzenskému křížení. Dále by pachové informace o přítomnosti příbuzných jedinců mohly být užitečné ke správném nasměrování příbuzenského altruismu.

Mnohé studie potvrdily, že příbuzní se jen podle samotné vůně identifikovat dokáží. Ve dvou-výběrovém testu byla rodičům a dětem předložena trička jejich dětí, respektive sourozenců a trička cizího dítěte stejného pohlaví a věku. Z celkového počtu 18 rodičů (10 matek a 8 otců) jich své dítě správně rozpoznalo 16 a rodiče navíc mezi vůněmi svých dětí rozlišovali. Podobné výsledky měli i sourozenci, ze 24 jich svého sourozence poznalo 19 (Porter & Moore, 1981). Tyto výsledky by mohly být ovlivněny tím, že příbuzní lidé obvykle žijí ve velice podobném prostředí a mají obdobné návyky, takže by identifikace mohla probíhat díky blízkým podmínkám. Ovšem studie Portera a kol. (1986) tuto myšlenku vyvrátila. Výzkumu se účastnili dospělí sourozenci žijící dlouhou dobu daleko od sebe. Když hodnotili vůně svých bratrů a sester a kontrolní osoby stejného věku, ze 40 jedinců správně určilo vůni sourozence 27 z nich. O genetických základech pachového podpisu dále přesvědčuje studie, ve které měli cizí lidé k sobě přiřadit trička matek a jejich dětí. Jejich úspěšnost byla signifikantně vysoká, na druhou stranu se jim ale v tomto úkolu nedařilo v případě manželů. Ti ve většině případů geneticky příbuzní nejsou a potvrzuje se tak, že environmentální faktory nemají dostatečnou váhu na to, aby díky nim bylo možné pospojovat jedince k sobě (Porter a kol., 1985).

O genetických základech pachového podpisu tedy již existuje množství dokladů. Další otázkou ale je, zda se pachový podpis bude lišit podle stupně příbuznosti. O výhodnosti rozpoznání, jak je osoba geneticky blízká, jen z pachových vodítek, není pochyb. Hamiltonovo pravidlo nám říká, že se do příbuzných vyplatí investovat jen tolik, aby náklady nepřekročily zisk příjemce vynásobený stupněm právě genetické příbuznosti (Hamilton, 1963). Navíc u vzdálenějších příbuzných pravděpodobně sdílejících menší počet stejných genů, by nemuselo mít vážnější následky příbuzenské křížení. V první ze



studí se vliv stupně příbuznosti neukázal. Při výběru ze dvou možností otec, babička i teta správně určovali vůni dítěte přibližně se stejnou úspěšností. V tomto případě ale byli všichni obeznámeni s cílem studie a díky kontaktu s dítětem se jeho vůni mohli naučit (Porter a kol., 1986). V další studii však prepubertální děti dokázaly identifikovat vůni vlastního sourozence, nedařilo se jim však u polovičních nebo nevlastních sourozenců. Podobně matky poznaly své dítě ve 27 případech ze 30, v případě nevlastních dětí se to podařilo jen 2 matkám ze 7 (Weisfeld a kol., 2003). Ve stejné studii dostalo 22 vysokoškoláků (11 mužů a 11 žen) za úkol poznat svou matku, otce, sourozence, nepřibuzného známého, cizince a vlastní tělesnou vůni. Nejlépe se jim vedlo při vylučování cizí osoby (91%), velice úspěšní byli při rozpoznávání vlastní matky (86%), nepřibuzného známého (73%), otcové a sourozenci měli shodně 59% a vlastní tričko správně poznala polovina zúčastněných. Příbuzní jedinci byli jen výjimečně zaměňováni za nepřibuzné, u příbuzných však poměrně často docházelo k nepřesnostem. Vůně příbuzných jim totiž připadala povědomá, ale nebyli si jisti, komu přesně patří, nejčastěji tak docházelo k záměně pachu jedince stejného pohlaví, tedy otce a bratra a matky a sestry, obzvláště v případě, že měly oba pachy podobnou intenzitu. Příbuzní jedinci tedy mají poměrně podobný pachový podpis, jeho rozlišení je však možné. Co se týče zabránění inbreedingu, mechanismus může fungovat mimo jiné i na pachových základech. Obecně jsou totiž vzorky od příbuzného opačného pohlaví identifikovány, avšak bývají hodnoceny spíše jako méně příjemné, nejvýraznější averzi lze najít u vztahů, které jsou incestem ohroženy nejvíce, tedy mezi otcem a dcerou a bratrem a sestrou (Weisfeld a kol., 2003). Obecná nepříjemnost vzorků pocházejících od příbuzných opačného pohlaví by mohla souviset i s genetickým profilem MHC, kdy lidé pozitivněji hodnotí vůně od jedinců s odlišným MHC, zatímco příbuzní mají tento profil podobnější, proto jsou jejich vzorky vnímány spíše negativně.

### **Mechanismy rozpoznávání příbuzných**

Mechanismy rozpoznávání příbuzných se zabývá několik teorií. Podle fenotypového srovnávání jedinec ze stimulů patřících známým příbuzným generalizuje na ostatní, kteří by také mohli být příbuzní. Nejčastěji jedinec srovnává sám se sebou a tím si může určovat stupeň příbuznosti ostatních, tedy čím je mu někdo jiný podobnější, tím mu bude pravděpodobně příbuznější. Fenotypové srovnávání však může pracovat i na základě rodinných či skupinových vodítek. Další teorie se zabývá prostorovým uspořádáním, kdy

se dá předpokládat, že jedinci nacházející se v blízkosti budou spíše příbuzní. Asociační teorie se zakládá na obeznamenosti s ostatními především v rané části vývoje. Jinou možností je rozpoznání fenotypových projevů alel, které se zakládá na tom, že geny mohou kódovat určité výjimečné fenotypové znaky a všichni právě s tímto znakem se budou navzájem identifikovat a pomáhat si. Tato hypotéza však nemá příliš podpory, jelikož je obtížné pro ni najít příklady ve skutečnosti a protože se jen ojediněle stává, že by díky jediné alele vznikl tak komplexní a výrazný fenotypový projev. Žádný z těchto mechanismů nutně nevylučuje ostatní. Fenotypové srovnávání může vzniknout jen během vystavení po určitou dobu vývoje nebo na určitém místě. Identifikace na základě prostoru je jistou formou asociace a fenotypové srovnávání je vlastně variantou vývoje rozpoznávání příbuzných pomocí asociací a generalizace stimulů (Weisfeld a kol., 2003). Pro teorii fenotypového srovnávání u člověka svědčí skutečnost, že vůně příbuzných jedinců jsou poměrně často zaměňovány, problémy s odlišením pachu sourozence stejného pohlaví a správné určování pachu jen u vlastních sourozenců. Vysvětlení asociacemi je podporováno úspěchy v odlišování známého nepříbuzného jedince od úplného cizince, vyššími úspěchy v rozpoznávání své matky kojenými dětmi a tím, že matky jsou v poznávání svých dětí lepší než otcové.

## Určení pohlaví

Pachová vodítka mohou sloužit i k rozpoznání toho, zda vůně patří muži či ženě. Stejně jako je lidé dokáží rozlišit vizuálně, výhoda by mohla spočívat i v identifikaci toho, zda vůně patří muži či ženě nebo kdo se na určitém místě nacházel předtím.

V první ze studií měli participanti hodnotit tričko své, tričko cizího muže a ženy. Schopnost rozpoznat pohlaví toho, kdo nosil tričko, byla signifikantně významná, u žen 69% a u mužů 81%. Navíc byly mužské pachy většinou popisovány jako pižmovité, zatímco ženské jako nasládlé (Russell, 1976). Podobné výsledky přinesla i mezikulturní srovnávací studie, ve které pohlaví dárce správně určilo 20% italských, 32% německých a 64% japonských hodnotitelů (Schleidt a kol., 1981). Ovšem nejedná se pouze o pachy pocházející z podpaží, i podle pachu dechu jsou muži a ženy schopni správně určit pohlaví jedince, od kterého pochází. Ženy jsou však v tomto úkolu úspěšnější než muži (Doty a kol., 1982). Podobně se participantům dařilo muže a ženy rozlišovat jen podle pachu rukou. Úspěšnost se ještě zvýšila, když vzorky pocházely od nepříbuzných dárců a osob konzumujících rozdílnou stravu. Přesnost však mohla být vyšší i kvůli tomu, že hodnotitelé

byli informováni a správnosti úsudku, takže během hodnocení mohlo dojít k učení (Wallace, 1977).

Úsudek ohledně určení pohlaví jen z pachu je však pravděpodobně zakládán z větší části pouze na intenzitě vůně, která negativně koreluje s hodnocením příjemnosti vůně. Studie totiž poukazují na to, že ženské vůně bývají vnímány jako příjemnější na rozdíl od méně příjemných mužských vůní, a to jak v případě axilárních vůní (Wedekind a kol., 1997), tak i co se týče pachu z úst (Doty a kol., 1982). Z tohoto důvodu jsou pak intenzivnější a méně příjemné vůně přisuzovány mužům a příjemnější méně intenzivní pachy ženám bez ohledu na to, jaké je jejich pohlaví skutečně (Weisfeld a kol., 2003). Další výzkum přišel s tím, že nejpříjemnější a nejméně intenzivní byly vzorky pocházející od malých chlapců a děvčat, naproti tomu jako intenzivnější a méně příjemné byly hodnoceny pachy dospělých mužů a starších žen (Chen & Haviland-Jones, 1999).

Některé studie ukazují, že v axilární vůni mužů a žen nejsou žádné kvalitativní rozdíly, ani v kyselinotvorných složkách ani v proteinech přítomných v sekretu (Zeng a kol., 1996; Bojar & Holland, 2002). Co se však liší, je hustota jednotlivých populací mikroorganismů na různých částech těla (Leeming a kol., 1984). Z toho důvodu je možné, že na kůži mužů a žen může být hustota populací odlišná, diverzita a osídlení se také mění v závislosti na počtu a hustotě mazových a potních žláz. Jiné výzkumy také naznačují, že u mužů jsou častější aerobní koryneformní bakterie a propiono bakterie (Leyden a kol., 1981). Další věcí je, že u mužů byly nalezeny vyšší koncentrace některých androstenů (Gower a kol., 1985). Konkrétně u mužů je vyšší množství androstenonu, který bývá hodnocen jako močovitý či květinový (Gower a kol., 1994). Jako pižmovitý či vonící po santalovém dřevu se pak hodnotí androstenol, přičemž u žen je ve větším množství produkován ve střední folikulární fázi (Bojar & Holland, 2002).

Zdá se tedy, že v určování pohlaví jedince podle pachu hraje důležitou roli jeho intenzita. Ta by mohla být výsledkem jiného rozložení mikroflóry a odlišných dominantních skupin mikroorganismů i poněkud jiného množství látek vylučovaných v sekretu mužů a žen. Rozdíly v mužské a ženské tělesné vůni se tak zdají být spíš jen vedlejšími produkty těchto procesů (zatím se totiž neukázalo, že by odlišnosti v tělesné vůni mužů a žen souvisely např. s hladinami steroidních hormonů), i když ostatní jedinci je mohou využívat jako určitá vodítka.

## Věkové rozdíly v tělesné vůni

Jak jsme již viděli, při výběru partnera záleží na jeho věku. Jedním z významných kritérií při výběru partnera je fyzická atraktivita, která obvykle souvisí s věkem. Muži si vybírají atraktivní mladé ženy, u nichž je vyšší reprodukční potenciál. Čím totiž bude reprodukčně dospělá žena mladší, tím může mít více potomků za své poměrně omezené reprodukční období. Naopak muži si vybírají spíše muže starší, kteří tím, že se dožili reprodukčního věku ukazují svou kvalitu. Pachová vodítka by tedy mohla být k odhadnutí věku dobrým pomocníkem.

Toto téma však zatím nebylo příliš intenzivně studováno. Určité výsledky však poskytuje studie primárně zaměřená na vnímání pachu spojeného s emocemi. Zúčastnila se jí skupina malých děvčat (průměrný věk 5 let), malých chlapců (průměrný věk 6 let), dospělých žen (průměrný věk 20 let), dospělých mužů (průměrný věk 23 let), starších žen (průměrný věk 71 let) a starších mužů (průměrný věk 73 let). U každého vzorku byla hodnocena příjemnost, intenzita, věk a pohlaví dárce. Jako nejpříjemnější, nejvíce femininní a současně nejméně intenzivní byly vnímány vůně dětí a domova. Střední hodnocení získaly vůně studentek a starších mužů a nakonec nejméně příjemné, maskulinní a nejintenzivnější byly vzorky pocházející od dospělých mužů a starších žen. Podobnost vůní některých skupin byla ovšem taková, že se zaměňovaly vůně malých chlapců a dívek, vůně mladých mužů a starších žen se pletla s vůní starších mužů a nakonec vůně mladých žen byla velice podobná vůni dětí (Chen & Haviland-Jones, 1999). Při analýze pomocí chromatografie a spektrometrie se ve vyšším věku (40 let a více) ukázal nárůst množství nenasyceného aldehydu 2-nonenalu, který má obvykle mastnou trávě podobnou vůni. S věkem stoupá i množství omega 7 nenasycených mastných kyselin a peroxidázy, přičemž existuje korelace mezi množstvím 2-nonenalu, omega 7 nenasycených mastných kyselin a peroxidázy. Dále 2-nonenal vzniká při oxidaci degradací omega 7 nenasycených mastných kyselin, takže se zdá, že právě 2-nonenal je spojen se změnami v tělesném pachu v důsledku stárnutí (Haze et al., 2001). S poněkud protikladnými výsledky přišla studie Mitra a kol. (Mitra a kol., 2012). Sice také zjistili, že lidé jsou schopni rozlišovat mezi věkovými skupinami (mladí (20 – 30 let), střední věk (45 – 55 let) a starší jedinci (75 – 95 let)) a správně rozpoznávali pach starších jedinců. Ovšem jejich tělesná vůně byla hodnocena jako příjemnější a méně intenzivní v porovnání s tělesným pachem jedinců z ostatních věkových skupin.

Vodítka k určení věku z tělesné vůně tedy pravděpodobně budou vedlejším produktem rozdílného množství některých metabolitů. Záměny vzorků pocházejících od osob různého věku objevující se v jedné ze studií budou nejspíše způsobeny intenzitou vzorků, ženy mají vůni obecně méně intenzivní, a proto může být zaměňována za vůni dětskou, podobně příjemnost vůně starších žen již asi není odlišitelná od vůní mužských. Určit však věk jedince na základě pachových vodítek, je do jisté míry možné.

## **Kvalitativní změny tělesné vůně v průběhu menstruačního cyklu žen**

Při výběru partnerky je pro muže důležité, aby se nacházela v plodné fázi. Některé druhy primátů disponují velice dobře viditelnými vizuálními či behaviorálními znaky, díky kterým mohou samci poznat ovulační fázi samice a na něž jsou citliví. Jelikož u lidí podobné nápadné znaky či změny během menstruačního cyklu chybí, předpokládalo se, že je ovulace skrytá. Tento fenomén se snažilo vysvětlit několik teorií. Podle jedné z nich se skrytá evoluce vyvinula ke snížení kompetice mezi muži a zvýšení spolupráce, která je pro přežití v lovecko-sběračských společnostech velice důležitá (Etkin, 1963). Také by mohla podporovat otcovskou péči (Strassmann, 1981) nebo sloužit ke zmatení otcovství (Benshoof & Thornhill, 1979), díky čemuž by se snížilo riziko infanticidy. Podle dalšího názoru nejsou znaky plodnosti u žen skryté, pouze jsou rozprostřeny do celého cyklu, aby se tak v mužích stále udržoval zájem (Lovejoy, 1981). Ovulace je však skrytá i před ženami samotnými podle jedné hypotézy proto, že kdyby ženy věděly, kdy se nacházejí v plodné fázi, mohly by se tak vyhnout bolestivému a život ohrožujícímu porodu (Burley, 1979). Pawlowski (1999) vysvětluje vymizení znaků ovulace jako vedlejší efekt bipedie. V důsledku napřímení postavy a chůze po dvou končetinách se externí genitálie skryly mezi dolní končetiny a s nimi se schovaly i otoky signalizující ovulaci, takže pro muže již nebyly potřebné, jelikož na ně stejně neviděli. Otoky také mohly ženám při bipední chůzi překážet.

Většina teorií se soustředí na vizuální znaky, jelikož však v průběhu menstruačního cyklu nastávají poměrně výrazné změny v hladinách hormonů, dalo by se předpokládat, že změny by mohly být patrné v tělesné vůni. V první ze studií byl použit mezisubjektový experimentální design pokusu, takže byla porovnávána trička různých žen v plodné a neplodné fázi. V tomto případě nebyl nalezen vztah mezi pravděpodobností početí a příjemností a atraktivitou tělesné vůně. Výsledky by však mohly být jiné, pokud by byl použit citlivější vnitrosubjektový experimentální design a porovnávaly se pachy stejných

žen v různých fázích cyklu (Thornhill & Gangestad, 1999). V další studii se však rozdíly v tělesné vůni v průběhu cyklu ukázaly. Ženy neužívající hormonální antikoncepci nosily trička po tři dny během folikulární a během luteální fáze. Před hodnocením byla rozmražena, umístěna do krabic a hodnocena skupinou mužů. Vůně pocházející z folikulární fáze byla hodnocena jako příjemnější a přitažlivější než vůně z luteální fáze. Rozdíly v pachu přetrvávají poměrně dlouhou dobu, protože trička byla týden ponechána v krabicích a poté hodnocena znovu a opět s podobnými výsledky (Singh & Bronstad, 2001). Následujícího výzkumu se zúčastnily jak ženy užívající, tak neužívající hormonální antikoncepci. Atraktivita a intenzita byla poté hodnocena u triček nošených dvě po sobě následující noci. Muži opět nejlépe hodnotili vůně pocházející z plodné fáze, u žen se objevil slabý trend k pozitivnějšímu hodnocení vůní z ovulační fáze, takže je možné, že i ženy do jisté míry vnímají změny v pachu související s reprodukčním stavem ostatních žen. U žen užívajících hormonální antikoncepci se hodnocení atraktivity vůně s průběhem cyklu neměnilo, a to jako při hodnocení muži, tak při hodnocení ženami. Proto je možné soudit, že antikoncepce potlačuje změny vůně v rámci cyklu (Kuukasjarvi a kol., 2004). S poněkud jiným postupem přišla studie Havlíčka a kol. (2005). Zúčastnily se jí pouze ženy neužívající hormonální antikoncepci s pravidelným menstruačním cyklem, které byly podle data začátku menstruačního cyklu rozděleny do skupin (folikulární, luteální fáze a menstruační fáze). Tentokrát byly pachové vzorky sbírány na vatové polštářky upevněné v podpaží. A opět byla příjemnost a atraktivita vyšší a intenzita nižší u vůní z folikulární fáze cyklu. Obdobná zjištění přinesla nová studie Gildersleeve a kol. (Gildersleeve a kol., 2012). Muži zde dokázali poměrně úspěšně rozlišovat mezi vzorky žen pocházejících z folikulární a luteální fáze cyklu, navíc vzorky z folikulární fáze byly hodnoceny jako atraktivnější, příjemnější a více sexy, u těchto vzorků také byla fyzická atraktivita žen hodnocena jako vyšší.

I přesto, že komunikační funkce je kvůli bipedii prisuzována především axilární oblasti, olfaktorické informace o fázi cyklu se mohou získávat i z vaginálního pachu. Ukázalo se totiž, že nejvyšší příjemnost nastává okolo období ovulace, přesněji řečeno vzorky pocházející z preovulační a ovulační fáze byly slabší a méně nepříjemné než vzorky z luteální a menstruační fáze (Doty a kol., 1975).

V poslední době se však objevuje čím dál větší množství dokladů o tom, že existují i vizuální vodítka související se změnami atraktivity v průběhu cyklu. Bylo zjištěno, že fotky obličejů žen ve folikulární fázi byly hodnoceny jako atraktivnější v porovnání s fotkami obličejů těch samých žen v luteální fázi (Roberts a kol., 2004). Tyto výsledky

však nepotvrdila jiná studie, ve které v průběhu menstruačního cyklu nebyly zaznamenány změny v poměru pasu a boků (WHR) ani hodnocení tváří (Harris a kol., 1996) Okolo období ovulace se podle některých dokladů zvyšuje symetrie, což se ukázalo při měření uší a třetího, čtvrtého a pátého prstu (Scutt & Manning, 1996), snižuje se poměr pasu a boků (Kirchengast & Gartner, 2002). Dalším příkladem z velkého množství studií zabývajících se tímto tématem je zjištění, že ženy neužívající hormonální antikoncepci, které mají partnera, v plodné fázi odhalují více kůže (Grammer a kol., 2004).

Všechny tyto cyklické změny v tělesné vůni pravděpodobně nevznikly jako signál ovulace. Pokud by měly sloužit jako signál, nevznikly by pravděpodobně tak drobné a muži by je byli schopni detekovat a dle toho upravit své budoucí chování, avšak nejspíše jde jen o vedlejší produkty hormonálních změn. Muži tedy čichem do jisté míry mohou vnímat nejplodnější fázi žen a tím pádem vykazovat vyšší protektivní chování. Nicméně z evoluční perspektivy by bylo i pro ostatní muže vyhledávající spíše krátkodobé párování výhodné, aby je přitahovaly ženy právě v plodné fázi cyklu. Na druhou stranu ovulaci přesně vědomě určit nedokáží, spíše jde o (podvědomé) změny v přitažlivosti ženské vůně. Podle všech dokladů, jak vizuálních znaků, tak pachových vodítek, ovulace u člověk není skrytá, lépe by bylo nazývat ji neinzerovanou.

## **Informace o zdravotním stavu v tělesné vůni**

Pro úspěch každého jedince je důležité, aby jeho potomci získali co nejlepší geny, díky kterým by byli v dobré kondici a měli široké obranné spektrum proti nejruznějším patogenům a nemocem. Proto je třeba sledovat zdravotní stav ostatních jedinců a vybírat si ty nejzdravější, aby měl potomek co nejvyšší životaschopnost a nepřenesly se na něj infekce nebo aby nezdědil metabolické onemocnění od rodiče. Při bližším styku s infekčním partnerem může přijít k újmě i jedinec sám, pokud se také nakazí. Poznat tedy nevhodného partnera třeba z dálky či jen při styku s jeho pachem by skýtalo určitou výhodu, buď nepřímou v podobě „dobrých genů“ odolných vůči parazitům a nejruznějším nemocem nebo přímou vyhnutím se infekci. Jednou z hnacích sil pohlavního výběru je preference samic pro výběr zdravých samců. Samice často mohou získávat informace o zdravotním stavu ze sekundárních pohlavních znaků, jako jsou např. jasné barvy peří (Hamilton & Zuk, 1982). Většina autorů se zaměřila na vizuální znaky (Clayton, 1991), ovšem mnoho živočichů se z velké části orientuje čichem, proto bylo důležité zjistit, zda se zdravotní stav odráží i v pachu, což následně může ovlivnit výběr partnera.

První doklady o tom, že tento mechanismus funguje pochází ze studií se zvířaty. V jednom z pokusů byla polovina samců myši infikována střevním hlístem *Heligmosomoides polygyrus*, jehož přítomnost se neprojevuje nijak vizuálně, takže odlišné chování by mohlo být způsobeno jen změnami v pachu. Během experimentu samice trávily přibližně stejné množství času u infikovaných i neinfikovaných samců. Co se však týče páření, k němuž je třeba svolení samice, preferováni byli zdraví jedinci. I když páření s infikovanými samci nezměnilo reprodukční úspěch samic, pravděpodobně hormonální změny vyvolané přítomností parazita způsobily, že mezi potomky převažovaly samice (Ehman & Scott, 2002). Další studie se nezabývala přímo partnerskými preferencemi, avšak potvrzuje, že samice mohou získávat informace pouze z pachu. Část samců opět byla infikována hlístem *Heligmosomoides polygyrus* a když byly samice v bludišti tvaru Y, trávily delší dobu v blízkosti pachu zdravého samce, než u pachu nakaženého samce (Kavaliers & Colwell, 1995). Podobně se samice vyhýbají pachu samců, kteří byli nakaženi vešmi. Navíc také dokázaly rozlišovat mezi novými a již známými infikovanými samci (Kavaliers a kol., 1998). I když jsou samice kvůli vyšším nákladům na reprodukci vybíravějším pohlavím, i samcům se „vyplatí“ vyhýbat se infikovaným partnerům. Jak se ukázalo, opravdu též samci rozlišují pachy nakažených a zdravých samic a vůči pachům infikovaných samic vykazují averzi (Kavaliers a kol., 2003).

Uvedené studie ukazují, že parazité i onemocnění mají na kvalitu tělesného pachu vliv. Pro každého jedince je užitečné rozeznávat jak infekční onemocnění, tak metabolická onemocnění, která jsou často charakterizována chybějícím enzymem a která jsou většinou dědičná a mohou tedy ohrozit fitness potomka. Produkce odlišných metabolitů pak může ovlivnit tělesnou vůni.

Nejběžnějším metabolickým onemocněním ovlivňujícím tělesnou vůni člověka je cukrovka typu I. Při ní dochází k nedostatečné sekreci inzulinu, což vede k nadprodukci acetonu, který způsobuje nasládlý dech diabetiků (Laffel, 1999). Dalším příkladem je syndrom javorového sirupu, jež je způsoben poruchou metabolismu aminokyselin. Projevuje se typickou vůní moče připomínající sladký sirup (Monastiri a kol., 1997; Podebrad a kol., 1999). Poměrně vzácnou vrozenou metabolickou poruchou je trimetylamínurie, nazývaná také syndrom rybího zápachu, protože z dechu, moči a potu postižených osob je cítit pach připomínající rozkládající se ryby. Způsobuje ji nesprávné nebo nedostatečné fungování enzymu, kvůli kterému nefunguje přeměna trimetylamínu na trimetylamín oxid (Chalmers a kol., 2006). Podobné problémy nastávají při strukturálních poruchách, kdy organismus nevytváří strukturální proteiny, což následně vyústí



v patologické změny. Strukturální poruchou ovlivňující tělesnou vůni je jedna z forem ichtyózy (vrozená erythrodermie bulózně ichtyoziformní). Způsobena je mutací genu kódujícího kreatin, což se projevuje na kůži puchýři. Nemoc provází nápadný zápach, který je pravděpodobně způsoben metabolickou aktivitou bakterií kolonizujících odlupující se kůži a puchýře (Shwayder, 2004).

Infekce se může do tělesné vůně promítat tak, že pozmění kompozici skupin mikroorganismů podílejících se na vzniku pachového podpisu jedince, nebo může být tělesná vůně ovlivněna v případě, že infekce spustí imunologickou reakci organismu. Další možností je, že aktivace imunitního systému bude mít vliv na vedlejší produkty vzniklé činností endokrinního systému (Penn & Potts, 1998). Rezidentní mikroflóra žije se svým hostitelem v symbióze, jenže pokud je ohrožen, může mu začít škodit, podobně transientní druhy mikroflóry jsou obvykle považovány za patogenní. Právě změnou mikroflóry jsou způsobeny bakteriální vaginózy, které jsou poměrně charakteristické nepříjemným rybím zápachem pocházejícím z přeměny trimethylamin oxidu na trimethylamin (Wolrath a kol., 2005). Nepříjemným zápachem z úst jsou provázeny nemoci jako paradentóza, tonsilitida, zánět průdušek, rakovina plic a další. Páchnoucí dech (halitóza) má původ v sirných složkách, které vznikají činností bakterií v aminokyselinách obsahujících síru (Morita & Wang, 2001). Podobně nepříjemný zápach doprovází i houbovité nádory a nezhoubné kožní vředy. V tomto případě zápach vzniká činností anaerobních organismů, které produkují mastné kyseliny (Finlay a kol., 1996).

Na základě teoretických evolučně biologických modelů by se dalo očekávat, že by tělesná vůně mohla být příjemnější a pro potenciální partnery přitažlivější v případě, že by v zájmu patogenů byl jejich vlastní přenos do dalších generací především pohlavním stykem, takže by pach svého hostitele naopak vylepšovali, aby tak zvýšili svůj úspěch. Tato myšlenka prozatím zůstává spíše na úrovni spekulací, i když pro ni svědčí zjištění, že pach křečků nakažených *Leishmania infantum* byl pro samice koutulí (*Phlebotomus papatas*) přitažlivější než pach křečků zdravých (O'Shea a kol., 2002). Podobně lidé nakažení původcem nejzávažnějšího typu malárie *Plasmodium falciparum* v nakažlivém stadiu, více přitahovali komáry než jedinci neinfikovaní (Lacroix a kol., 2005).

Již odedávna lékaři používali tělesný pach k diagnostice různých nemocí. Například arabský fyziolog Avicenna si všiml, že pach moči se při onemocnění mění a používal tuto znalost k určení různých nemocí, tento postup používá mnoho lékařů i v dnešní době. Zmínky o zvláštním pachu doprovázejícím pandemie moru, tyfu a dalších nemocí lze najít v mnoha historických spisech (Stoddart, 1990). Do jisté míry by se však dalo s opatrností

řít, že všichni posuzují u možných partnerů jejich odolnost vůči infekcím a parazitům, jelikož symetrie je většinou korelována právě s resistencí vůči parazitům a ukázalo se, že ženy preferují vůni mužů se symetrickými obličejí (Rikowski & Grammer, 1999). Navíc k rozšíření obranného spektra potomků si muži i ženy vybírají jedince s odlišnými MHC geny, což se děje opět na základě pachových vodítek (Wedekind a kol., 1995).

### **Pachová vodítka k dietetickým faktorům projevujícím se v tělesné vůni**

Množství studií již ukázalo, že sekundární pohlavní znaky (např. barva peří) „čestně“ odhalují kvalitu jedince, jelikož poukazují na kvalitu konzumované stravy a jeho schopnosti při jejím obstarávání (Kirkpatrick, 1996). Takový partner může být v lepší fyzické kondici, díky které sežene lepší potravu nebo může mít další vlastnosti, které mu k přístupu k ní pomohou. Výhody, které může jedinec poskytovat, jsou pak buď přímé v podobě opatřování potravy pro partnera a pro jejich potomky, investování většího množství energie do této činnosti a zvýšení tak prospívání nebo nepřímé v podobě genetických kvalit předaných do dalších generací.

Příkladem sekundárních pohlavních znaků odhalujících kvalitu konzumované stravy je peří hýla mexického (*Carpodacus mexicanus*), které může být světle žluté až červené. Zbarvení peří je zčásti zděděné, avšak jeho intenzita se odvíjí od typu a množství karotenoidů, které živočich přijímá. Získávat je může právě jen ze stravy, nemůže je syntetizovat *de novo*. Karotenoidové zbarvení je tedy znak závislý na prostředí a odráží možnost přístupu ke karotenoidům. Efekt na preference byl zjištěn i experimentálně. Samice hýla mexického preferovaly samce s nejzářivějším peřím, kteří přijímali stravu bohatou na karotenoidy (Hill, 1990), podobné je to i u čížka žlutého (*Carduelis tristis*) (MacDougall & Montgomerie, 2003) nebo samců pavích oček (*Poecilia reticulata*), kdy samice preferují samce krmené stravou bohatou na karotenoidy před samci, kteří měli karotenoidů nedostatek (Grether & Angeles, 2000). Příjem karotenoidů však může ovlivňovat výběr partnera i u člověka. Lidé, kteří konzumovali větší množství ovoce a zeleniny a měli tím pádem vyšší příjem karotenoidů, měli žlutější pleť a navíc byli hodnoceni jako atraktivnější (Stephen a kol., 2009). Když byli v dalším výzkumu účastníci vyzváni k úpravě fotografií obličejů tak, aby vypadaly co nejzdravěji, zvyšovali stupnici s různým množstvím karotenoidů obsaženým v pleti (Stephen a kol., 2011).

Samice však mohou získávat informace o složení a množství potravy potenciálního partnera nejen podle vizuálních znaků, ale také podle pachových stop. Kvalita stravy totiž ovlivňuje pach, jak se ukázalo na příkladu morčat (*Cavia porcellus*), přičemž jedinci konzumující kvalitnější stravu byli pro druhé pohlaví pachově atraktivnější (Beauchamp, 1976). Ferkin a kol. (1997) se rozhodli zjistit, zda bude pach hrabošů (*Microtus pennsylvanicus*) ovlivněn konzumací stravy s rozdílným obsahem proteinů (9%, 15% nebo 25%). Samci i samice preferovali pachy jedinců, kteří byli krmeni stravou s vysokým obsahem proteinů, zkoumáním těchto pachů totiž trávili více času. Středně dlouhou dobu strávili inspekci pachů od jedinců krmených stravou s 15% obsahem proteinů a nejkratší dobu se věnovali pachům od jedinců, kteří konzumovali stravu s nejnižším množstvím proteinů. Nezáleží však samozřejmě pouze na složení potravy, ale i na jejím množství. Proto bylo zkoumáno, jaký vliv na tělesný pach bude mít omezení kalorického příjmu. V tomto případě byly samice hrabošů 24 h bez jídla a jejich pach byl méně atraktivní než pach samic, které se mohly krmit dle libosti. Rozdíl zmizel po 48 h opětovného krmení. U samic se také pravděpodobně snížila sexuální receptivita, protože po 24 h omezení kalorického příjmu se méně zabývaly pachem samce v porovnání s pachem samice. Po 48 h hodinách opětovného krmení se tato doba inspekce pachů vyrovnala a po 72 h byl pro samice atraktivnější pach samce stejně jako před začátkem diety (Pierce & Ferkin, 2005).

Kvalita stravy má tedy poměrně výrazný dopad na tělesný pach, ovšem jak jsme viděli dříve, zčásti je pachový podpis tvořen i geny, konkrétně geny MHC, individuální vůně je pak výsledkem interakce genetických a environmentálních vlivů (Penn, 2002). Velikost vlivu stravy testovala studie Browna a kol. (1996). Jedinci byli schopni rychleji rozlišit pach jedinců se stejnými genetickými základy, avšak krmenými rozdílnou stravou, větší problémy se však objevovaly u jedinců s jedním odlišným lokusem MHC, ovšem konzumujících stejnou stravu. Výsledky nemohly být ovlivněny rozdíly ve stupni genetické příbuznosti, jelikož jedinci dokázali stejně úspěšně rozlišovat mezi myšmi lišícími se jak v jednom, tak ve třech lokusech MHC genů. Spolupůsobení genů a prostředí testovala další studie na mláďatech myší (*Acomys cahirinus*). Zjistili, že mláďata preferovala pach cizích samic krmených stejnou stravou, jako měla jejich matka v porovnání s pachem známých samic na jiné než matčině dietě. V tomto případě se zdá, že na pachových vodítkách pocházejících ze stravy a spojených s matkou záleží více než genetickém profilu nebo charakteristikách společných pro druh (Porter & Doane, 1977), i když mezi profily MHC různých jedinců i přes poměrně hluboký vliv stravy dokázaly myši stále rozlišovat (Kwak a kol., 2008). Dalším dokladem pro významný vliv stravy na

tělesný pach je studie, v níž mláďata sivena severního (*Salvelinus alpinus*) dávaly přednost příbuzným krmeným stejnou stravou jako testovaný jedinec před příbuznými krmenými jinou stravou neznámou. Podle těchto výsledků strava v součinnosti s genetickým profilem může fungovat jako zdroj informací a příslušnosti jedinců ke skupině (Olsen a kol., 2003).

Podobné výsledky byly získány i ze studií zaměřených na lidský tělesný pach a jeho ovlivnění stravou, především u dvojčat. V jedné ze studií dostali účastníci za úkol rozlišit pach rukou nepříbuzných žen, jednovaječných dvojčat a sester konzumujících stejnou stravu a jednovaječných dvojčat konzumujících stravu stejnou. Nejlépe se jim dařilo odlišit pach nepříbuzných žen a dvojčat na rozdílné dietě, nejhorší výsledky se objevily u dvojčat na stejné dietě (Wallace, 1977). O podobnosti pachu díky totožným genetickým a environmentálním vlivům a náročnosti tohoto úkolu svědčí i fakt, že tělesnou vůni monozygotických dvojčat konzumujících stejnou stravu nejsou schopni odlišit ani speciálně vycvičení psi (Hepper, 1988).

Další doklady o zásadním vlivu stravy na tělesnou vůni pochází od novorozenců, u nichž je sledován podezřelý pach. Ten by mohl značit závažné nějaké metabolického onemocnění, jako je syndrom javorového sirupu (Monastiri a kol., 1997). Důvodem k planým obavám však může být občas i strava matky, která ovlivňuje nejen její vlastní tělesnou vůni, tak vůni plodové vody a mateřského mléka, ale dokonce i vůni jejího dítěte. Byly publikovány případy, podle kterých novorozené dítě a jeho moč byly cítit právě po javorovém sirupu. Vůně však po několika dnech sama zmizela a lékařská vyšetření podezření na syndrom javorového sirupu vyvrátila. Později se zjistilo, že matka konzumovala před porodem pískavici (řecké seno), které způsobila tento nasládlý javorový pach (Yalcin a kol., 1999). V dalším případě byl novorozenec cítit po kmínu, jelikož jeho matka konzumovala „shug“, což je kořeněné jídlo obsahující kmín, česnek, sůl, olej a pepř. Podobně se objevil případ, kdy novorozené dítě a plodová voda měly žlutý nádech a byly cítit po kari. Vysvětlením byla opět strava matky, která snědla pokrm nazývaný „amba“ obsahující mango, šafrán a kari (Hauser a kol., 1985).

Jak je vidět, strava a její různé složky mají poměrně významný vliv na naši tělesnou vůni. Přesto se tímto tématem zatím zabývalo minimum studií. Jednou z nich byl výzkum, který se soustředil na to, zda má na lidskou tělesnou vůni vliv konzumace červeného masa. Účastníci byli rozděleni na dvě skupiny a měli po dva týdny buď konzumovat alespoň porci masa denně nebo drželi bezmasou dietu, poté se skupiny prohodily. Ukázalo se, že tělesná vůně mužů, kteří konzumovali masitou stravu, byla vnímána jako méně příjemná a atraktivní a intenzivnější než vůně těch samých mužů, když maso nejedli. Toto zjištění je

poněkud překvapivé, když si uvědomíme, že většinou se má za to, že maso hrálo v evoluci člověka poměrně významnou roli (Lovejoy, 1981). Stejně jako paví očka, která díky konzumaci potravy obsahující důležité zdroje karotenoidů, byla atraktivnější, tak by se i u člověka, který prokázal, že je dobrý lovec a obstaral více masa, dala očekávat vyšší atraktivita tělesného pachu, což by mohlo být pro ženy vodítkem k výběru schopného muže, který jí opatří zdroje a který je bude moci investovat i do jejich potomků. V tomto případě je však možné, že nadměrná konzumace masa, která v lovecko-sběračských společnostech nebyla běžná, má opačný efekt, protože může značit metabolickou poruchu.

V dalším experimentu jsme se zaměřili na to, jaký vliv má na tělesnou vůni konzumace česneku. O této aromatické potravíně a jejím charakteristickém pachu se diskutuje běžně. Česnek totiž obsahuje mnoho sirných látek, které se uvolňují při narušení jeho struktury, jinak česnek nemá žádný výrazný pach. Za příznačný pach je zodpovědný alicin, který se v česneku sice původně nenalézá, vzniká však právě když se česnek krájí nebo žvýká z aliinu za působení enzymu alinázy. Alicin je velice nestabilní, rychle se rozkládá na stovky organosirných složek, které jsou odpovědné za většinu biologické aktivity česneku (Konvicka, 1998). Navíc ve výzkumech primárně zaměřených na možné zdravotní účinky česneku, si jejich účastníci stěžovali na nepříjemný zápach jak z dechu, tak z potu (Amagase a kol., 2001; Borrelli a kol., 2007). V několika studiích se také ukázalo, že česnek má vliv na chuť a vůni mateřského mléka a plodové vody (Mennella & Beauchamp, 1991; Mennella a kol. 1995). Dále v pracích zaměřených na čich a tělesnou vůni patří mezi běžnou experimentální metodiku zakazovat participantům konzumaci česneku kvůli jeho domnělému negativnímu vlivu na tělesný pach (Havlicek a kol., 2005; Kuukasjarvi a kol., 2004; Little a kol., 2011).

V experimentu byl použit vnitrosubjektový experimentální design a zúčastnilo se ho 10 mužů jako dárců vzorků tělesné vůně a 14 žen jako hodnotitelek. Muži byli nejprve náhodně rozdělení do dvou skupin (A, B). Muži v první skupině dostali chléb s pomazánkovým máslem smíchaným se 6 g čerstvého česneku, což odpovídá přibližně 1 – 2 stroužkům česneku, a muži v druhé skupině dostali pouze chléb s pomazánkovým máslem. Skupiny se vyměnily o týden později. Ihned po jídle si muži do podpaží upevnili polštářky pro sběr vzorků a nosili je následujících 12 h. Vzorky pak byly hodnoceny na jejich příjemnost, atraktivitu a intenzitu. Analýza dat ukázala, že mezi vzorky sbíranými v experimentálních podmínkách (s česnekem) a vzorky z kontrolních podmínek (bez česneku), není signifikantní rozdíl, pouze se objevil slabý trend k pozitivnějšímu hedonickému hodnocení vzorků pocházejících od dobrovolníků po konzumaci česneku

(Fialova a kol., in press). Kvůli tomuto poněkud překvapivému výsledku jsme se rozhodli uskutečnit další experiment s větším množstvím česneku a větším počtem participantů a otestovat jeho vliv na tělesnou vůni znovu. Jeho podrobný popis s výsledky se nachází v části označené Studie III.

## ***Metody používané ke sběru vzorků tělesné vůně***

Metodika studií zabývajících se různými aspekty tělesné vůně a jejími změnami je poněkud různorodá, liší se délkou sběru vzorků, médiem používaným k jejich sběru, postupy uchování atd. V této části se budu nejprve zabývat původem pachového podpisu interakcí kožních žláz a metabolické činnosti kožní mikroflóry a poté různými metodami používanými ke sběru tělesné vůně vzniklé jejich součinností.

## **Kůže**

Kůže představuje největší receptivní povrch a je sídlem velkého množství receptorů somato-senzorického systému, díky kterým umožňuje komunikaci s vnějším prostředím. Tvoří zevní povrch organismu a tím i bariéru organismu vůči okolí. Je účinnou ochranou proti fyzikálním, chemickým a mikrobiologickým vlivům z okolí. Jednou z jejích důležitých funkcí je termoregulace, která je možná díky uspořádání krevního řečiště a žlázám, navíc je sama špatný vodič tepla. Tepelné ztráty do okolí jsou ovládány především díky činnosti potních žláz a pomocí změn průtoku krve v krevním řečišti. Účastní se i látkové výměny jednak dýcháním a exkrecí a činností potních a mazových žláz. Podílí se i na funkcích imunitního systému, protože obsahuje imunokompetentní buňky a pravděpodobně se v ní mohou vytvářet i protilátky (Trojan & Langmeier, 1994).

Povrchovou vrstvu představuje pokožka (epidermis). Je tvořena epitelem ektodermového původu, který je vrstevnatým dlaždicovým epitelem a v povrchových buňkách je zrohovatělý. Deriváty z ní vznikající jsou chlupy, nehty a kožní žlázy. Další vrstvou je škára (dermis), což je vazivo, vývojově pochází z mesodermu (Cihák, 2000).

## **Kožní žlázy**

Kožní žlázy jsou kožními deriváty epidermis. Dělí se na dvě hlavní skupiny, a to mazové (tukové) a potní žlázy, jejichž dva typy jsou apokrinní a ekrinní. Pokrývají celou lidskou kůži a čerstvý sekret těchto žláz je téměř bez jakéhokoliv pachu, ten se vytváří až

činností kožní mikroflóry. Naše mikroflóra se obnoví již během několika hodin po umytí a tím pádem i naše individuální tělesná vůně (Bojar & Holland, 2002).

Mazové žlázy jsou žlázy holokrinní a vyskytují se poměrně rovnoměrně na celém povrchu těla, především jsou pak koncentrované na skalpu, tvářích, rtech, krku, dvorcích bradavek a na genitáliích (Cihak, 2000). Jsou vázány na vlasové folikuly, do nichž ústí. Jejich produktem je sekret s obsahem mastných kyselin s dlouhým řetězcem, triglyceridů, cholesterolu a jeho derivátů. Sekrecí kožního mazu se na povrch kůže dostávají lipidy (charakteristický je squalen). Tukový maz pak chrání kůži před vysycháním, účinky vlhka, zvláčňuje vlasy a navíc má i baktericidní účinky (Trojan & Langmeier, 1994). Na některých místech jsou mazové žlázy samostatné, nezávislé na vlasových pochvách, např. na přechodné zóně rtů, prsní bradavce, glans penis, labia minor, na nosních křídlech atd.

Potní žlázy jsou způsobem své sekrece merokrinní žlázy vylučující sekret vytvářený buňkami a jejich organelami, přičemž na rozdíl od holokrinních mazových žláz buňky žlázy přetrvávají. Podle povahy sekrece můžeme merokrinní žlázy rozdělit na žlázy ekrinní, jejichž produktem je jen tekutina bez jakékoliv buněčné složky. Takovými žlázami jsou malé potní žlázy rozeté téměř po celé kůži a neústící do pochev chlupů. Počet malých potních žláz se odhaduje na 2 miliony. Produkuje sekret obsahující jak anorganické (sodík, draslík, chloridy, uhličitany, čpavek), tak organické látky (laktát, močovina, mastné kyseliny) (Cihak, 2000).

Dalším druhem jsou žlázy apokrinní, které nacházející se ve specializovaných lokalizacích. Jsou větší než žlázy ekrinní a produkují pot s dalšími látkami. Sekret těchto žláz se označuje jako čerstvý apokrinní pot a obsahuje triglyceridy, mastné kyseliny, steroidní látky a cholesterol (Leyden a kol., 1981). Jejich sekret obsahuje části buněk, ty se oddělují s nahromaděným sekretem a stávají se jeho součástí. Ústí do pochev terciárních chlupů. Lokalizované jsou především v axile, perigenitální krajině, dále na očních víčkách, bradavkách, okolo pupíku, uší a nosu (Trojan & Langmeier, 1994). Fylogeneticky jsou starší a produkují chemické pachové signály související se základními biologickými funkcemi. Mají termoregulační funkci a jejich produkce může stoupnout kvůli strachu, stresu, vzrušení apod. Funkce apokrinních žláz se rozvíjí až v pubertě po vzrůstu hladin pohlavních hormonů. Tato skutečnost naznačuje, že by mohly mít spojitost se sexuálním chováním (Cihak, 2000).

## Kožní mikroflóra

Lidská kůže je zvláštní místo vhodné pro život mikroorganismů, osídlena je velkým množstvím mikroorganismů, jejichž hustota se pohybuje mezi 500 000/cm<sup>2</sup> až 1 000 000/cm<sup>2</sup> (Leyden a kol., 1981). Mohou ji osídlit různé druhy bakterií včetně patogenních druhů, avšak obývají ji především rezidentní druhy, které zde udržují životaschopnou rozmnožující se populaci. Objevit se však mohou i transientní druhy, jenž se vyskytují na kůži pouze přechodnou dobu.

Normálně je mikroflóra na lidské kůži složena z omezeného počtu typů bakterií, kterým se v tomto prostředí dobře daří. Rezidentní mikroflóra se skládá převážně z druhů Gram-pozitivních bakterií (mají vysokou strukturální stabilitu, díky které jsou odolné vůči vysušení, osmotickému šoku a mechanickému stresu), které jsou schopné přestát i nepříznivé podmínky, kterým jsou na kůži vystavené. Gram-pozitivní bakterie mají na konci diagnostického barvení podle Gramovy metody pod mikroskopem modrofialovou barvu, toto barvení rozděluje buňky podle charakteristiky buněčné membrány, zatímco Gram-negativní bakterie vychází z Gramova barvení růžově zbarvené. Kolonizace kůže nastává již několik hodin po narození (Keyworth a kol., 1992) a její složení se mění v průběhu života (Leyden a kol., 1975). Mikroorganismy jsou v koloniích rozprostřeny po celém povrchu těla. Interakce mezi hostitelem a mikroflórou pak udržují stabilní ekosystém (Leary a kol., 1992). Kolonizace závisí na množství faktorů jako je pH, množství kyslíku a vlhkost. Nepříznivé podmínky, jako jsou výkyvy v osmotickém tlaku, koncentrace iontů, UV záření, teplota a mechanický stres snižují počty druhů, které kůži osidlují. Mikroflóra se dle některých studií kvantitativně ani kvalitativně neliší mezi muži a ženami, rozdíl není mezi pravým a levým podpažím a neovlivňuje ji ani preference ruky (Bojar & Holland, 2002). Hopwood a kol. (2005) však ve své studii zjistili, že levé i pravé podpaží se liší co se týče hustoty osídlení i dominantní skupiny mikroflory. V levém podpaží převažovaly aerobní korynebakterie a fluktuace v jejich hustotě byly větší než u jiných druhů mikroorganismů. Změny jsou vysvětlovány odlišným složením stravy a změnami vnějších podmínek. Co se však poměrně jistě liší, je hustota populací na jednotlivých částech těla mezi různými populacemi a stejně tak i na různých místech na těle jednoho jedince (Leeming a kol., 1984). Hustota osídlení a diverzita mikroorganismů se mění v závislosti na počtu a hustotě mazových a potních žláz.

Rezidentní druhy axilární mikroflóry se nacházejí na všech jedincích, ovšem jejich hustota se odlišuje. Pocházejí z rodů *Propionibacterium*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*,



*Corynebacterium*, *Acinetobacter* a *Malassezia*. Transientní druhy jsou velmi variabilní a obvykle patogenní, definovány bývají podle toho, že jejich populace není dlouhodobě udržitelná. Obvykle vzniká z rezidentní mikroflóry obývající jinou část lidského těla, jako je nos, ústa, urogenitální trakt nebo z okolních zdrojů jako jsou kosmetické produkty. Běžnými druhy transientních mikroorganismů jsou *Escherichia coli*, *Bacillus*, *Staphylococcus aureus* a *Pseudomonas aeruginosa* (Leyden a kol., 1981).

Nejhojněji jsou zastoupeny *Micrococcaceae* a aerobní koryneformní bakterie, u mužů jsou pak častější aerobní korynformní bakterie a propiono bakterie (Leyden a kol., 1981). Axilární mikroflóra je poměrně stabilní v čase, v důsledku environmentálních faktorů však může docházet k různým fluktuacím. Největší výkyvy jsou u aerobních koryneformních bakterií, tímto způsobem se zřejmě určuje, jaká skupina bakterií bude v určité době v podpaží dominantní (Taylor a kol., 2003).

Residentní mikroflóra se vyvinula v koevoluci se svým lidským hostitelem a je velice důležitá v udržování normální zdravé funkce kůže. Ovšem v případě, kdy je hostitel ohrožen, traumatem, zraněním či změnou imunitního stavu, může se u rezidentní mikroflóry rozvinout patogenní potenciál. Obecně má residentní mikroflóra pozitivní vliv na lidský zdravotní stav tím, že vyplňuje niku, která by jinak mohla být kolonizována patogenními mikroorganismy. *Propionibacterium* spp. hraje zásadní roli v rozvoji a udržování imunity (Eady & Ingham, 1994). Pokud ale jedinec onemocní, i normálně neškodní příslušníci residentní mikroflóry jako *Propionibacterium* spp. mohou způsobit zdravotní problémy ve formě různých infekcí (Jakab a kol., 1997). Tento negativní efekt se může projevovat od problémů s tělesným pachem a podrážděním kůže po vážné komplikace v podobě problémů s implantáty srdečních chlopní a protézami (Eady & Ingham, 1994).

Charakteristický axilární pach je tvořen nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami s krátkým (C2-C5) a středně dlouhým řetězcem (C6-C11). Tyto kyseliny jsou produkty především činnosti aerobních koryneformních bakterií, dále *Propionibacteria* a stafylokoky fermentují glycerol a laktát na kyselinu octovou (C2) a kyselinu propionovou (C3), stafylokoky jsou ještě navíc schopné přetvářet rozvětvené alifatické aminokyseliny na větvené mastné kyseliny s krátkým řetězcem (C4-C5), což je např. kyselina isovalerová, která je tradičně spojována s kyselou složkou axilárního pachu. Činností koryneformních bakterií se pak uvolňuje kyselina 3-metyl-2-hexenová (Bojar & Holland, 2002).

Co se týká steroidních látek, byly nalezeny velké rozdíly v jejich obsahu v axilární oblasti. Nachází se zde androstenon, přičemž je jeho větší množství u mužů. Ten často

bývá hodnocen jako močovitý či květinový (Gower a kol., 1994). Jako pižmovitý či vonící po santalovém dřevu se hodnotí androstenol, přičemž u žen je ve větším množství produkován ve střední folikulární fázi (Preti, 1997). Prekurzory androstenu a androstenolu jsou androstadienon a androstadienol, které obsahují C<sub>16</sub> dvojnou vazbu. V čerstvém apokrinním potu byl zachycen androstenon, androstadienon a androstadienol, androstenol v něm však nenajdeme (Bojar & Holland, 2002).

## Postupy sběru vzorků

Metody používané při sběru vzorků tělesné vůně mohou zásadním způsobem ovlivnit jejich kvalitu a tím i výsledky. Používané metody jsou však doposud poněkud nejednotné a zatím bylo uskutečněno jen několik studií zabývajících se jejich validitou a reliabilitou.

Ve většině studií je hlavní snahou omezit množství vnějších faktorů, které by mohly zkreslit kvalitu vzorků. Proto jsou dárci vzorků tělesné vůně žádáni, aby omezili konzumaci aromatických pokrmů, alkoholu a cigaret, namáhavé fyzické aktivity, pohlavní styk i spaní s partnerem či domácím mazlíčkem v jedné posteli. Navíc jsou zde i hygienická omezení, kdy se účastníci nesmí mýt parfémovaným mýdlem (bývá jim poskytnuto neparfémované mýdlo), používat deodoranty a antiperspiranty. Tyto instrukce se ale výzkum od výzkumu liší a přitom mohou významným způsobem výsledky ovlivnit.

Dalším faktorem, který může způsobit zkreslení, je médium používané ke sběru vzorků tělesné vůně. Mnoho studií se zaměřuje na sběr pouze z axily, protože právě ta je považována za oblast, která v současné době plní hlavní komunikační funkci (Comfort, 1971). V jiných studiích je však prováděn sběr pomocí triček a hodnocena je jejich celková vůně (Singh & Bronstad, 2001). Oba tyto přístupy mají své zastánce i odpůrce. Výhody použití triček tkví v tom, že je na ně zachycena tělesná vůně z celého torza, protože ani za běžných okolností se neseťkáváme pouze s axilární vůní ostatních lidí, která je sbírána na vatové polštářky. Nevýhodou je naopak to, že na tričku se mohou zachytit různé pachy z dárcova okolí a zkreslit tak jeho tělesnou vůni a celý vjem. Tomuto se ve výzkumech, které používají vatové polštářky připevněné v podpaží lepicí páskou předchází tím, že účastníci mají většinou jako první vrstvu oblečení čisté tričko a vatové polštářky se tak nekontaminují jinými pachy z okolí (Havlicek a kol., 2005).

Odlišnosti v různých studiích se týkají jak délky sběru vzorků, která se významně liší, tak v použití čerstvých vzorků či jejich následné doby mražení. Kvalita vzorku se totiž

může časem proměnit kvůli činnosti bakterií, jelikož samotný sekret apokrinálních žláz je bez pachu. Označuje se jako čerstvý apokrinní pot a obsahuje především triglyceridy, mastné kyseliny, steroidní látky a cholesterol. Charakteristický pach vzniká až metabolickou činností kožní mikroflóry (Shelley a kol., 1953). Hodnocení čerstvých vzorků bývá logisticky náročné, objevují se problémy s časovým harmonogramem a stejné vzorky není možné použít opakovaně pro další hodnotitele. Z tohoto důvodu se v mnoha studiích raději vzorky na různě dlouhou dobu před hodnocením mrazí (Roberts a kol., 2008) a má se za to, že se tím zabrání další metabolické činnosti bakterií. Vzorky se pak rozmrazují několik hodin před začátkem testování, přičemž vliv mražení na stabilitu kvality vzorků nebyl dlouho řádně zkoumán. Zůstávalo tedy otázkou, zda mražení jen zabrání rozkladné činnosti bakterií nebo zda může vzorky znehodnotit. Dalším faktorem, který může výsledky zkreslit je to, že v některých studiích jsou vzorky opakovaně hodnoceny a tedy i opakovaně mrazeny a rozmrazovány (Wedekind a kol., 2007).

Jednou z mála metodologických prací byla studie zkoumající vliv mražení na kvalitu a následné hodnocení vzorků (Lenochova a kol., 2009), jelikož doba mražení se v jednotlivých studiích liší, jindy se vzorky hodnotí přímo nebo jsou hodnoceny již rozmražené a znovu zmražené vzorky. Výsledky ukázaly, že mražení stimulů po dobu 2 týdnů, 1 a 4 měsíců hedonické hodnocení příjemnosti, atraktivity a maskulinity signifikantně neovlivňuje. Mezi opětovně rozmrazovanými a čerstvými vzorky byly nalezeny pouze rozdíly v intenzitě, avšak pravděpodobně nebyly způsobeny experimentální manipulací se vzorky (patrně se objevily v důsledku poněkud vyšší vnitřní teploty). Neobjevily odlišnosti v hodnocení čerstvých stimulů a stimulů zmražených po dobu 6 měsíců. Z tohoto výzkumu tedy vyplývá, že mražení nemá na hedonickou kvalitu vzorků tělesné vůně signifikantní vliv a mohou být takto skladovány poměrně dlouhou dobu. Další podporou je i studie Robertse a kol. (Roberts et al., 2008), ve které byla trička dárců mrazena po dobu 3 měsíců. Tento postup však na hodnocení tělesné vůně neměl žádný vliv.

Problémem by také mohlo být to, že ve většině studií se nebere ohled na to, z kterého podpaží testované vzorky pocházejí. Přitom preference pravé či levé ruky by na intenzitu vzorků mohla mít významný vliv. Podle některých vyšší míra užívání jedné ruky ovlivňuje složení látek v potu, mělo by se zde vyskytovat větší množství androstenonu (Bird & Gower, 1982). Ovšem ukázalo se, že množství mikroflóry se mezi pravým a levým podpažím neliší (Leyden a kol., 1981). Rozdíl by se mohl však objevit ne v kvantitativní, ale v kvalitativní složce, kdy by se složení mikroflóry nebo její aktivita

lišila dle užívání ruky v důsledku rozdílné teploty a vlhkosti. Proto se jiná studie zaměřila na to, zda se budou vzorky z pravého a levého podpaží lišit a zda tyto rozdíly budou způsobeny preferencí pravé či levé ruky a jejím vyšším užíváním. Výsledky ukázaly, že rozdíly mezi axilární vůní praváků nejsou. Ovšem u leváků byla tělesná vůně pocházející z dominantní paže posuzována jako maskulinnější a intenzivnější. Tento jev se však objevil pouze u žen neužívajících hormonální antikoncepci a nacházející se jen v plodné fázi menstruačního cyklu (Ferdenzi a kol., 2009).

Další metodologický výzkum se zaměřil na to, zda kvalitu vzorků ovlivňuje délka jejich sběru. I zde totiž může mít vliv na pachové vzorky aktivita bakterií a délka sběru se v rámci jednotlivých studií diametrálně liší od 13 minut sběru (Chen & Haviland-Jones, 2000) po 7 za sebou následujících nocí (Hold & Schleidt, 1977). Následné rozdíly v intenzitě stimulu pak mohou zásadně hodnocení ovlivnit, protože intenzita tělesné vůně obvykle koreluje s hodnocením její příjemnosti a atraktivity (Doty a kol., 1982), na druhou stranu by se v případě krátkého sběru mohlo stát, že by vzorky byly příliš slabé a hodnotitelé by je ani necítili. Ve většině studií však sběr probíhá 12 hodin (Lenochová a kol., 2012) či 24 hodin (Havlicek & Lenochova, 2006; Lenochova a kol., 2009). Ukázalo se, že vzorky tělesné vůně sbírané 12 hodin byly hodnoceny jako příjemnější, atraktivnější a méně intenzivní a maskulinní. U stimulů sbíraných 24 hodin se mohlo v hodnocení objevit zkreslení a efekt stropu (hodnocení příjemnosti a atraktivitu se nacházelo převážně na nižším konci škály a hodnocení intenzity a maskulinity na vyšším konci škály) (Havlíček a kol., 2011).

Proto je třeba při těchto výzkumech klást důraz na použitou metodiku. V těchto metodologických studiích však dárci vzorků tělesné vůně byli výhradně muži a nebylo jasné, zda výsledky budou stejné i v případě, že budou dárkyněmi vzorků tělesné vůně ženy.

Proto cílem první pilotní studie bylo zjistit, jak bude ovlivněno hodnocení vzorků tělesné vůně délkou jejich sběru, když dárkyněmi tělesné vůně budou ženy. Tělesná vůně žen je totiž obecně méně intenzivní (Doty a kol., 1982). Proto jsme museli ověřit, zda by mnoho vzorků při dvanáctihodinovém sběru nebylo příliš slabých na to, aby je bylo možné cítit.

## **Empirická část**

### ***Materiály a metody***

#### **Participanti**

##### **Studie I.**

##### **Dárkyně**

Výzkumu se zúčastnilo 8 zdravých žen, studentek Univerzity Karlovy. Jejich průměrný věk byl 26,1 let (minimum 20 let, maximum 35 let), průměrná váha 56,9 kg (minimum 47 kg, maximum 69 kg) a průměrná výška 165,6 cm (minimum 156 cm, maximum 174 cm). Všechny ženy užívaly hormonální antikoncepci po dobu minimálně 5 měsíců z důvodu, aby nebyly výsledky zkresleny možným efektem změny tělesné vůně v průběhu menstruačního cyklu (Havlicek a kol., 2005). Dále splňovaly následující podmínky kvůli vyloučení co největšího množství faktorů, které mohou měnit tělesnou vůni: nekouřily, holily si podpaží (Kohoutová a kol., 2011) a byly v dobrém zdravotním stavu, abychom se vyhnuli možným zdravotním komplikacím v průběhu omezení kalorického příjmu. Kontaktovali jsme je osobně, emailem nebo se přihlásily na výzvu na internetovém inzerátu. Za strávený čas a ochotu dodržovat předepsaný režim obdržely dárkyně odměnu ve výši 200 Kč.

##### **Hodnotitelé**

Vzoroky tělesné vůně hedonicky hodnotilo 18 zdravých mužů. Jejich průměrný věk byl 25,8 let (minimum 19 let, maximum 34 let). Hodnotitele jsme kontaktovali osobně, emailem nebo přes internetový inzerát na stránkách <http://www.jobs.cz/> a <http://www.fajn-brigady.cz/>. Jako odměnu za účast ve studii dostal každý hodnotitel 50 Kč.

##### **Studie II.**

##### **Dárkyně**

Výzkumu se zúčastnilo 15 zdravých žen, studentek Univerzity Kalovy a výzkum dokončilo 12 žen, přičemž do analýzy bylo zahrnuto 11 žen. 1 žena byla vyloučena z

analýzy kvůli tomu, že se nacházela v menstruační fázi cyklu, což zkreslilo výsledky vyšetření. Jejich průměrný věk byl 22,4 let (minimum 20 let, maximum 26 let), průměrná váha 59,3 kg (minimum 54 kg, maximum 66 kg) a průměrná výška 167,3 cm (minimum 159 cm, maximum 176 cm). Zúčastnily se opět pouze ženy, které užívaly hormonální antikoncepci alespoň 5 měsíců, abychom se vyhnuli možnému efektu změny tělesné vůně v průběhu menstruačního cyklu (Kuukasjarvi a kol., 2004). Všechny zúčastněné ženy byly nekuřačky, v dobrém zdravotním stavu a všechny si holily podpaží. Přihlásily se na výzvu na informačním letáku, internetovém inzerátu a kontaktovali jsme je emailem i osobně. Za ochotu dodržovat předepsanou dietu a strávený čas každá dárkyně obdržela 1000 Kč.

### **Hodnotitelé**

Vzorky tělesné vůně hedonicky hodnotilo 56 zdravých mužů. Jejich průměrný věk byl 24,1 let (minimum 18 let, maximum 34 let). Nábor hodnotitelů probíhal pomocí inzerátů, emailem či osobně. Jako odměnu za účast dostal každý z hodnotitelů 100 Kč.

### **Studie III.**

#### **Dárci**

Experimentu se zúčastnilo 16 zdravých mužů neholících si podpaží, většina z nich byli studenti Univerzity Karlovy. Jejich průměrný věk byl 25,1 let (minimum 20 let, maximum 34 let), průměrná váha 75,3 kg (minimum 54, maximum 103) a průměrná výška 179,4 cm (minimum 169, maximum 193 cm). Pro výzkum byli získáni osobním kontaktem, emailem či prostřednictvím internetového inzerátu. Za věnovaný čas a ochotu dodržovat námi předepsané instrukce každý dárců obdržel 400 Kč.

#### **Hodnotitelky**

Získané vzorky hodnotilo 40 zdravých žen (většina z nich studentek Univerzity Karlovy), jejichž průměrný věk byl 22, 5 let (minimum 19 let, maximum 32 let). Podmínkou účasti bylo, aby všechny užívaly hormonální antikoncepci, jelikož jsme se chtěli vyhnout možnému efektu fluktuace olfaktorické senzitivity, který se odehrává během normálního menstruačního cyklu. Při něm totiž nejvyšší čichová senzitivita nastává okolo období ovulace (Caruso a kol., 2001; Navarrete-Palacios, Hudson, Reyes-Guerrero, & Guevara-

Guzman, 2003). Ženy byly kontaktovány pomocí emailů, internetových inzerátů či osobně. Za účast byla každá z nich odměněna částkou 100 Kč.

## **Sběr vzorků**

### **Studie I.**

V experimentu byl použit vyvážený vnitrosubjektový design. Dárkyně obdržely podrobné pokyny k průběhu experimentu a experimentální balíček (2 bílá trička ze 100% bavlny, 2 vatové polštářky, 2 uzavíratelné sáčky, lepicí pásku a neparfémové mýdlo) několik dní před zahájením experimentu. Den před samotným sběrem vzorků a v den sběru vzorků jsme je požádali, aby dodržovaly následující dietu a omezení: 1) vyhnout se požívání ostrých a kořeněných jídel (tj. pokrmů obsahujících cibuli, ocet, chilli, pepř, feferonky, plísňové a zrající sýry, ředkvičky, zelí, majonézy, nakládané ryby, kysané mléčné výrobky, česnek), 2) zdržet se konzumace alkoholu a dalších drog, 3) nekouřit, 4) nepoužívat parfémy, deodoranty, antiperspiranty, vodu po holení a sprchový gel a 5) v den sběru se zdržet velkých fyzických aktivit (jogging, aerobik atd.), sexuálních aktivit i spaní s partnerem či domácím mazlíčkem v jedné posteli. Tento seznam omezení je analogický s postupy omezujícími vliv environmentálních faktorů užitými v předchozích studiích (Havlicek & Lenochova, 2008).

Ženy byly požádány, aby se večer umyly neparfémovaným mýdlem (Neutral) a oblékly si na sebe jako první vrstvu oblečení nové tričko ze 100% bavlny, dvakrát vyprané bez pracího prášku. Takto byly oblečeny následujících 48 hodin, aby se zabránilo kontaminaci vůněmi z dárcova oblečení či pachy z okolí. Ráno se umyly neparfémovaným mýdlem, poté si na sebe opět oblékly tričko a stejně tak i v poledne. Navíc si ve 12 hodin do jednoho podpaží připevnily jako stimul vatový polštářek (Ebelin, DMdrogeriemarkt, Praha) ze 100% bavlny, eliptického tvaru, velikosti přibližně 9 x 7 cm v průměru a přelepily si jej lepicí páskou (Omnipur, DMdrogeriemarkt, Praha). Podpaží, do kterého si polštářek připevnily, bylo vybráno náhodně, aby se předešlo možným rozdílům v tělesné vůni kvůli efektu strany (Ferdenzi a kol., 2009). Ve 24 hodin, tj. o půlnoci, si umyly i druhé podpaží neparfémovaným mýdlem, připevnily si do něj vatový polštářek a opět si na sebe oblékly bílé tričko. Vzorky nám dárkyně odevzdaly ve 12 hodin následujícího dne s rozlišeným levým a pravým podpažím. Od každé ženy jsme tak získaly vzorky sbírané 12 i

24 hodin. Harmonogram sběru byl naplánován tak, aby každá doba sběru obsahovala jak aktivní fázi, tak odpočinkovou spánkovou fázi.

Po odevzdání vzorků všechny ženy vyplnily dotazník, abychom si ověřili, jak se držely námi zadaných instrukcí. Jen jedna žena uvedla, že konzumovala první den „diety“ malé množství kysaných mléčných výrobků.

Oba polštářky (sběr trvajících 12 i 24 hodin) pak byly ihned hodnoceny.

## **Studie II.**

Před účastí v experimentu všechny ženy prošly vstupním lékařským vyšetřením a jejich zdravotní stav byl prověřen rozbořením krevního obrazu a moči. V experimentu byl použit vyvážený vnitrosjektový design. Nejdříve jsme ženám odebraly vzorky při normálním stravovacím režimu (délka sběru 12 h), kdy konzumovaly jídlo podle svých obvyklých stravovacích zvyklostí. Poté byly 48 h úplně bez jídla, pouze pily námi poskytnutou čistou vodu a posledních 12 h jsme sbírali pachové vzorky. Po těchto 48 h začaly postupně jíst dle našeho doporučení a my jim opět odebrali vzorky po 72 h.

Jelikož tělesná vůně může být ovlivněna různými vlivy prostředí, požádali jsme dávkyně, aby den před sběrem a v den sběru vzorků dodržovali „diету“ a omezení jako v první studii.

Každý den, kdy byly sbírány pachové vzorky, se zároveň dostavily na odběr krve pro základní vyšetření krevního séra, abychom mohli sledovat objektivní hodnoty, u kterých jsme předpokládali změny v důsledku omezení kalorického příjmu a které by mohly vysvětlovat případné změny v tělesném pachu. Kontrolovali jsme hladinu glukosy, sodíku, draslíku, chloru, kyseliny močové, celkového bilirubinu, konjugovaného bilirubinu, cholesterolu, triacylglyceridů a albuminu. První den sběru, oba dva dny hladovění a při třetím sběru dávkyním bylo prováděno měření obvodu prsou, pasu a boků, byly váženy (váha Tanita UM-076) a bylo zjišťováno množství tuku, vody, svalů v těle, bazální metabolická spotřeba a viscerální tuk. Abychom si mohli ověřit, že skutečně nic nekonsumují, si dávkyně třikrát denně dle pokynů odebraly vzorek moči, ponořili do něj testovací proužek, ze kterého pak podle barvy proužku odečetly hodnoty ketonů a proužek navíc vyfotily, abychom si mohli údaje zkontrolovat.

Každý den večer navíc vyplnily dotazník týkající se jejich emočního vyladění tento den. Na škále od 1 (vůbec ne) do 7 (velmi silně) každá zaškrtnla míru vyladění na základě následujících adjektiv, vystrašená, pobavená, rozčílená, mrzutá, úzkostlivá, znuděná,



klidná, sebejistá, spokojená, pohrdavá, znechucená, rozpačitá, šťastná, jevící zájem, smutná, stresovaná, sexuálně vzrušená, unavená. Tato metoda byla použita v předchozích výzkumech testujících změny nálad a sexuálního vzrušení participantů po vystavení steroidním látkám (Bensafi a kol., 2004; Bensafi a kol., 2003). Podobně jako v těchto předchozích studiích jsme vypočítali skóre pro dimenze negativní nálada (vystrašená, rozčilená, mrzutá, úzkostlivá, zrudlá, pohrdavá, znechucená, rozpačitá, smutná, stresovaná, unavená), pozitivní nálada (pobavená, klidná, sebejistá, spokojená, šťastná, jevící zájem) a zvláště byla charakteristika sexuálního vzrušení (Bensafi a kol., 2003). V analýze pak bylo počítáno s těmito dimenzemi. Dále nám podrobně napsaly, co konzumovaly a množství tohoto jídla, stejně jako v přecházející studii zkoumající vliv konzumace masa na tělesnou vůni (Havlicek & Lenochova, 2006).

Večer před sběrem se ženy umyly bez použití mýdla či sprchového gelu a v den sběru ráno se umyly neparfémovaným mýdlem (Neutral). Do každého podpaží připevnily vatový polštářek (Ebelin, DMdrogeriemarkt, Praha) ze 100% bavlny, eliptického tvaru, velikosti přibližně 9 x 7 cm v průměru. Každý polštářek si přelepily lepicí páskou (Omnipur, DMdrogeriemarkt, Praha) a jako první vrstvu oblečení si oblékly nové tričko ze 100% bavlny, dvakrát vyprané bez pracího prášku, aby se zabránilo kontaminaci polštářků vůněmi z dárcova oblečení či pachy z okolí. Takto byly oblečeny následujících 12 hodin (od 7 do 19 hodin). Polštářky si sundaly v naší laboratoři, uzavřely je do igelitových pytlíků (rozlišeno pravé a levé podpaží) a poté byly ihned zmrazeny.

Navíc zde po každém sběru vyplnily dotazník, abychom si ověřili, zda se držely námi zadaných pokynů. Zjistili jsme, že při prvním odběru tři ženy použily deodorant a 2 konzumovaly v malém množství majonézu a česnek prvního dne „diety“, při druhém odběru dvě použily deodorant a při třetím odběru dvě použily antiperspirant, jedna požila kousek syra a trochu vína opět první den „diety“.

Z každé dvojice polštářků byl pro hodnocení vybrán jeden z podmínek za normálního stravovacího režimu, druhý po 48 hodinách bez příjmu potravy a třetí po obnovení kalorického příjmu, přičemž pokaždé byl náhodně vybrán jeden z pravého a jeden z levého podpaží.

### **Studie III.**

V experimentu byl použit vyvážený vnitrosubjektový design. Náhodně jsme dárce vzorků tělesné vůně rozdělili do dvou skupin (A, B) a od každého z nich jsme získali

vzorky dvakrát. Při prvním sezení dostali muži ze skupiny A chléb a pomazánkové máslo smíchané s česnekem a muži ve skupině B jen chléb s pomazánkovým máslem. Jídlo jsme skupinám prohodili o týden později.

Dárci byli opět požádáni, aby dodržovali „dietu“ jako v předchozích dvou studiích. První den večer a druhý den ráno se muži umyli bez použití mýdla či sprchového gelu. V den sběru večer se dostavili do naší laboratoře, kde jim byla podána přichystaná večeře a po ní již nic nekonzumovali. Muži v jedné skupině dostali chléb s pomazánkovým máslem smíchaným se 12g rozmačkaného česneku a pro druhou skupiny byl přichystán chléb s pomazánkovým máslem. V předcházející studii bylo použito 6g česneku. Toto množství je uváděno jako doporučená denní dávka (Amagase a kol., 2001; Kemper, 2000) a bylo i použito ve studii, kde byl prováděn rozbor výskytu plynů, které je možné nalézt po konzumaci česneku v ústech a ve střevech (Suarez a kol., 1999). Výsledky naší studie ukázaly, že toto množství má na tělesnou vůni pozitivní vliv, ovšem tyto rozdíly nebyly statisticky signifikantní (Fialová, 2010). Proto jsme se rozhodli zdvojnásobit množství česneku, abychom otestovali, zda bude mít jeho konzumace signifikantní efekt na vnímání tělesného pachu. Bezprostředně po konzumaci přiděleného pokrmu se dárci umyli neparfémovaným mýdlem (Neutral) a do obou podpaží si jako stimul upevnili vatový polštářek (Ebelin, DM- drogeriemarkt, Praha) ze 100% bavlny velikosti přibližně 9 × 7 cm. Polštářky si přelepili lepicí páskou (Omnipur, DM- drogeriemarkt, Praha) a jako první vrstvu oblečení si oblékli nové tričko ze 100% bavlny dvakrát vyprané bez pracího prostředku, aby se zabránilo kontaminaci polštářků pachy z okolí či z dárcova oblečení. Takto byli od té chvíle oblečeni 12 hodin přes noc. Ráno si polštářky sundali a uzavřeli je do igelitových pytlíků (s rozlišeným pravým a levým podpažím) a donesli je k nám do laboratoře, kde byly ihned zmrazeny.

Dále zde vyplnili dotazník, abychom si ověřili, jak se drželi námi zadaných pokynů. Objevili jsme menší prohřešky, při prvním odběru dva muži uvedli, že první den „diety“ použili sprchový gel a jeden muž vypil trochu vína. Během druhého testování jeden opět použil sprchový gel, další měl kysaný mléčný výrobek a jiný dvě piva prvního dne „diety“.

Ze dvou dvojic polštářků byl pro hodnocení vybrán jeden s vůní po konzumaci česneku a druhý z kontrolních podmínek (náhodně byl vždy vybrán jeden z pravého a jeden z levého podpaží).

## **Hodnocení vzorků**

### **Studie I.**

Hodnocení vzorků se odehrávalo ihned po jejich odevzdání v tiché a větrané místnosti. Teplota se při hodnocení pohybovala mezi 19,7°C a 21,2°C a vlhkost mezi 35% a 37%. Stimuly (polštářky) byly uzavřeny do neprůhledných 250 ml sklenic a každá sklenice byla označena číselným kódem. Po každém hodnocení byly sklenice promíchány, abychom se vyhnuli efektu pořadí. Kvůli němu by mohlo dojít k systematickému zkreslení hodnocení např. čichovou habituací hodnotitelů, a ti by pak poslední vzorky v řadě vnímali a tím pádem i hodnotili odlišně. Stimuly byly hodnoceny na sedmi stupňové škále a na každém konci stupnice byl slovní popis (např. velice nepříjemný, velice příjemný). U každé vůně 18 mužů posuzovalo její 1) příjemnost, 2) atraktivitu, 3) intenzitu a 4) maskulinitu. Pokud se stalo, že vůně byla příliš slabá a nebyla cítit, hodnotitelé dle instrukcí zatrhli „Necítím“ a tento vzorek už dále nehodnotili. Každé hodnocení muži napsali ihned po očichání stimulu, ale čas hodnocení nebyl nijak omezen. Aby se zabránilo habituaci, hodnotitelé měli mezi jednotlivými sériemi asi desetiminutovou přestávku. Vzorky byly náhodně rozděleny do dvou stejně velkých sérií takovým způsobem, že v jedné sérii byly stimuly od poloviny žen z obou podpaží, tedy vzorky sbírané jak 12 tak i 24 hodin, a v druhé sérii oba vzorky z obou podpaží od druhé poloviny žen. Během přestávky vyplnili dotazník a bylo jim nabídnuto občerstvení.

### **Studie II.**

Hodnocení vzorků proběhlo ve dvou dnech kvůli vyššímu počtu vzorků, které byly rozděleny napůl a kvůli vysokému počtu hodnotitelů. Odehrávalo se v tiché a větrané místnosti. Teplota se při prvním hodnocení pohybovala mezi 18°C a 20,5°C a vlhkost mezi 35% a 37%, při druhém hodnocení pak byla teplota mezi 19,2°C a 19,6°C a vlhkost mezi 35% a 37%. Postup hodnocení byl totožný s hodnocením v první studii.

### **Studie III.**

Získané vzorky byly hodnoceny v tiché a větrané místnosti. Teplota se v místnosti pohybovala mezi 18,7°C a 20,4°C vlhkost mezi 35% a 37%. Vůně hodnotilo 40 žen užívajících hormonální antikoncepci. Ze vzorků byly vytvořeny dvojice (vždy jeden

vzorek z experimentálních a druhý z kontrolních podmínek od jednoho dárce) a jelikož nás zajímal rozdíl mezi vůněmi v této dvojici, požádali jsme hodnotitelky o odlišné hodnocení každého z nich (nestejně hodnoty u jednotlivých charakteristik ve dvojici vzorků), tento postup se obvykle označuje jako metoda nucené volby. Další postup hodnocení byl stejný jako v prvních dvou studiích.

## **Statistická analýza**

### **Studie I.**

Design našeho experimentu byl vnitrosubjektový, na každou osobu tedy působily obě úrovně nezávisle proměnné, porovnávali jsme vzorky sbírané různě dlouhou dobu, tedy 12 a 24 hodin. Každá osoba byla porovnána sama se sebou v různých podmínkách. Při analýze dat byla jako jednotka použita 1) dárkyně vzorku a 2) hodnotitel vzorku. Když byla jako jednotka analýzy použita dárkyně, statistický test Kolmogorov-Smirnov ukázal, že data mají normální rozdělení, takže jsme ke zpracování výsledků použili párový t-test. Tím lze ověřit, zda dvě normální rozdělení mající stejný (byť neznámý rozptyl), z nichž pocházejí dva nezávislé náhodné výběry, mají signifikantně odlišné střední hodnoty (Leps, 1996). Náhodný výběr je tvořen dvojicemi hodnot, u nichž se zkoumají jejich rozdíly. V případě, že byl jako jednotka analýzy použit hodnotitel, test odhalil, že nemají normální rozdělení, a proto jsme ke zpracování výsledků použili Wilcoxonův test pro párová pozorování, který je neparametrickou obdobou párového t-testu. použit dárce.

### **Studie II.**

Design našeho experimentu byl vnitrosubjektový, na každou osobu tedy působily všechny úrovně nezávisle proměnné. V jednom případě byly vzorky z běžného stravovacího režimu, ve druhém případě z omezeného kalorického režimu a potřetí za obnoveného příjmu stravy. Ke zpracování výsledků jsme použili analýzu rozptylu (Analysis Of Variance – ANOVA) s opakovaným měřením (výsledky testu Kolmogorov-Smirnov potvrdily normalitu rozdělení dat). Ta umožňuje ověřit, zda na hodnotu náhodné veličiny pro určitého jedince má statisticky významný vliv hodnota některého znaku, který se u jedince dá pozorovat. Tento znak musí nabývat jen konečného počtu možných hodnot

(nejméně dvou) a slouží k rozdělení do vzájemně porovnávaných skupin (Leps, 1996). Dále jsme použili korelační analýzu, která umožňuje měřit sílu vztahu mezi dvěma proměnnými. Korelace může nabývat hodnot -1 až +1, kdy hodnota blíží se +1 nebo -1 značí absolutní závislost a hodnota blíží se 0 ukazuje na absolutní nezávislost (Leps, 1996). Jako jednotka analýzy byla 1) použita dárkyně vzorku a 2) hodnotitel vzorku.

### **Studie III.**

Jelikož statistický test Kolmogorov-Smirnov potvrdil normalitu rozdělení dat a design experimentu byl vnitrosubjektový (každá osoba byla srovnávána sama se sebou v různých podmínkách - porovnávaly se vzorky získané po konzumaci česneku a z kontrolních podmínek), ke zpracování dat jsme použili párový t-test. Data se analyzovala dvěma způsoby: 1) použit byl dárce jako jednotka analýzy a 2) jako jednotka analýzy se použila hodnotitelka.

## **Výsledky**

### **Studie I.**

V případě, že jsme použili za jednotku analýzy dárkyně, výsledky párového t-testu ukázaly, že vzorky byly hodnoceny jako signifikantně příjemnější ( $t_7=2,6$ ;  $p<0,05$ ) a atraktivnější ( $t_7=2,2$ ;  $p<0,05$ ) při sběru trvajícím 12 hodin, v intenzitě nebyl nalezen rozdíl ( $t_7=-2,1$ ;  $p=0,076$ ). Výsledky Wilcoxonova testu ukázaly, že v případě sběru trvajícím 12 hodin byly vzorky hodnoceny jako příjemnější ( $Z=-2,202$ ;  $p=0,028$ ), atraktivnější ( $Z=-2,398$ ;  $p=0,016$ ) a méně intenzivní ( $Z=-3,112$ ;  $p=0,002$ ), když byl jako jednotka analýzy použit hodnotitel.

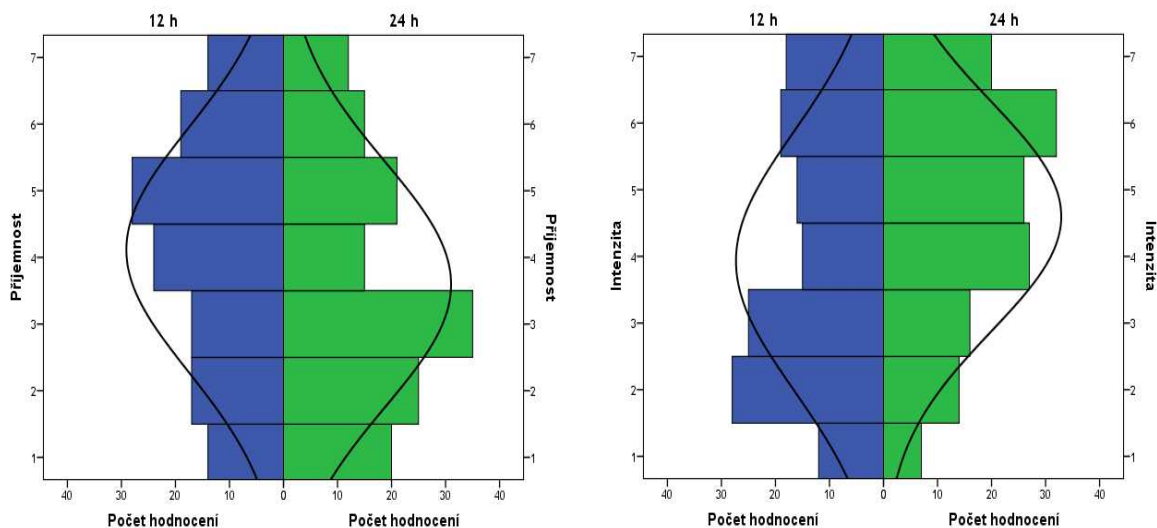
Kolmogorov-Smirnov test ukázal signifikantní odchylku od normálního rozložení u příjemnosti ( $D(130)=0,14$ ;  $p<0,001$ ), atraktivity ( $D(130)=0,15$ ;  $p<0,001$ ) a intenzity ( $D(130)=0,15$ ;  $p<0,001$ ) jak v případě sběru trvajícím 12 hodin, tak u příjemnosti ( $D(130)=0,18$ ;  $p<0,001$ ), atraktivity ( $D(130)=0,15$ ;  $p<0,001$ ) a intenzity ( $D(130)=0,15$ ;  $p<0,001$ ) v případě sběru trvajícím 24 hodin. Pomocí histogramů jsme zjistili, že vyšší pozitivní šikmost hedonického hodnocení je u vzorků sbíraných 24 hodin (hodnocení

příjemnosti a atraktivity je koncentrováno na nižším konci) a negativnější šikmost je u maskulinity a intenzity; viz graf 1.

**Deskriptivní statistika**

	N	Minimum	Maximum	Průměr	SD	Šikmost	SE Šikmost
Příjemnost 12 h	133	1,00	7,00	4,11	1,82	-0,15	0,21
Příjemnost 24 h	143	1,00	7,00	3,59	1,84	0,33	0,20
Atraktivita 12 h	133	1,00	7,00	3,98	1,82	-0,13	0,21
Atraktivita 24 h	143	1,00	7,00	3,46	1,79	0,45	0,20
Mužskost 12 h	133	1,00	7,00	3,21	1,62	0,52	0,21
Mužskost 24 h	142	1,00	7,00	3,33	1,68	0,30	0,20
Intenzita 12 h	133	1,00	7,00	3,93	1,94	0,19	0,21
Intenzita 24 h	142	1,00	7,00	4,60	1,72	-0,39	0,20

**Tabulka 1** Deskriptivní statistika ukazující hodnoty špičatosti, minimálních, maximálních a průměrných hodnocení a směrodatné odchylky jednotlivých proměnných při 12 a 24 hodinovém sběru



**Graf 1** Histogramy jednotlivých hodnocení příjemnosti (vlevo) a intenzity (vpravo) u vzorků sbíraných 12 hodin (modrá) a 24 hodin (zelená).

Abychom zjistili, kolik vzorků bylo příliš slabých na to, aby bylo možné je cítit a hodnotit a jestli se jejich množství lišilo mezi jednotlivými podmínkami, použili jsme Fisherův exaktní test. Participanti při hodnocení vzorků sbíraných 12 hodin udali, že jich z celkového počtu 144 necítli 11 a při hodnocení vzorků sbíraných 24 hodin pouze jeden. Tento rozdíl byl statisticky signifikantní ( $p=0,005$ ).

V prvním případě (12 h) korelační analýza za použití korelačního koeficientu Kendallovo  $\tau$  ukázala signifikantní pozitivní korelaci mezi atraktivitou a příjemností ( $\tau=0,88$ ;  $p<0,001$ ) a negativní korelaci atraktivity ( $\tau=0,57$ ;  $p<0,001$ ) a příjemnosti s maskulinitou ( $\tau=0,61$ ;  $p<0,001$ ), ve druhém případě (24 h) se objevuje signifikantní pozitivní korelace mezi příjemností a atraktivitou ( $\tau=0,85$ ;  $p<0,001$ ) a negativní korelace jak příjemnosti s maskulinitou ( $\tau=0,32$ ;  $p<0,001$ ) a intenzitou ( $\tau=0,28$ ;  $p<0,001$ ), tak i atraktivity s maskulinitou ( $\tau=0,37$ ;  $p<0,001$ ) a intenzitou ( $\tau=0,25$ ;  $p<0,001$ ). Viz tabulka 2.

**Korelace**

	Příjemnost 12 h	Atraktivita 12 h	Mužskost 12 h	Intenzita 12 h	Příjemnost 24 h	Atraktivita 24 h	Mužskost 24 h	Intenzita 24 h
Příjemnost 12 h		0,88**	-0,61**	-0,06	0,06	0,05	-0,04	-0,09
Atraktivita 12 h	0,88**		-0,57**	-0,08	0,05	0,02	-0,06	-0,05
Mužskost 12 h	-0,61**	-0,57**		-0,04	-0,03	-0,03	0,20**	0,00
Intenzita 12 h	-0,06	-0,08	-0,04		-0,08	-0,04	-0,04	0,12
Příjemnost 24 h	0,06	0,05	-0,03	-0,08		0,85**	-0,32**	-0,28**
Atraktivita 24 h	0,05	0,02	-0,03	-0,04	0,85**		-0,37**	-0,25**
Mužskost 24 h	-0,04	-0,06	0,20**	-0,04	-0,32**	-0,37**		-0,04
Intenzita 24 h	-0,09	-0,05	0,00	0,12	-0,28**	-0,25**	-0,04	
	0,20	0,51	0,94	0,07	0,00	0,00	0,53	

**Tabulka 2** Korelace mezi hodnocenými proměnnými při sběru vzorků po dobu 12 a 24 hodin. Hvězdičkou jsou označeny signifikantní výsledky \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,001$ .

## Studie II.

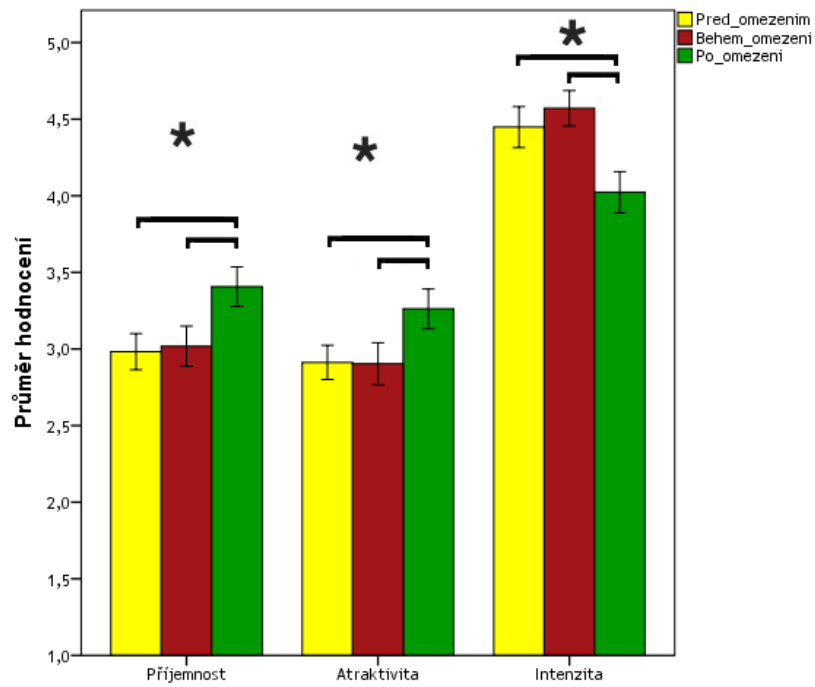
Při použití dárce jako jednotky analýzy výsledky ANOVA testu ukázaly, že příjemnost ( $F_{2, 20}=2,64$ ;  $p>0,096$ ) a atraktivita ( $F_{2, 20}=1,93$ ;  $p>0,172$ ) vzorků se signifikantně v různých podmínkách nelišila (za běžného stravovacího režimu, během omezení kalorického příjmu a po jeho opětovném obnovení), u intenzity ( $F_{2, 20}=6,16$ ;  $p<0,05$ ) se ukázaly signifikantní rozdíly. LSD *post hoc* testy pak ukázaly, že intenzita pak byla signifikantně nižší po obnovení kalorického příjmu než před jeho omezením ( $p=0,006$ ) i během omezení ( $p=0,013$ ).

Tento typ analýzy je méně senzitivní, protože používá celkové průměry každého dárce a nebere v úvahu rozdíly v individuálních hodnoceních v různých experimentálních podmínkách. Proto jsme jako jednotku analýzy použili jednotlivé hodnotitelky. Tento přístup jsme mohli využít díky tomu, že každá participantka hodnotila všechny vzorky jak v experimentálních, tak v kontrolních podmínkách.

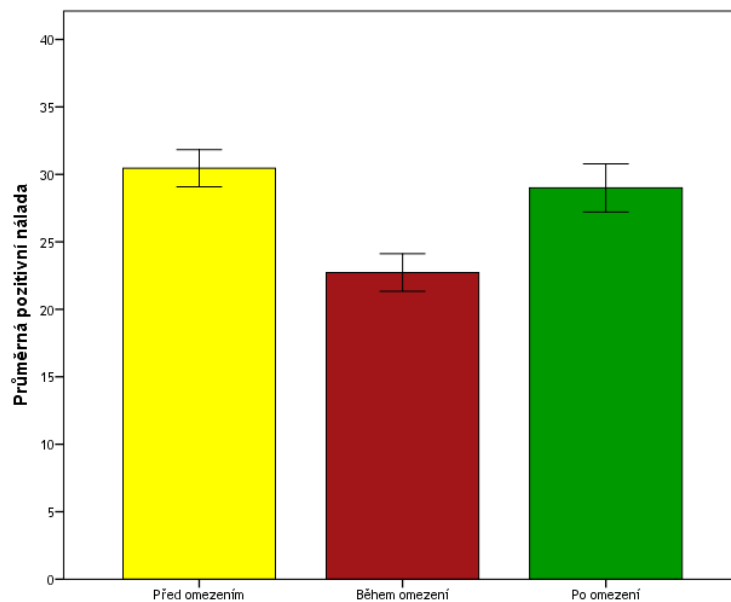
Když byla data analyzována s tím, že jsme použili jako jednotku analýzy hodnotitele, zjistili jsme, že příjemnost ( $F_{2, 110}=8,28$ ;  $p<0,05$ ), atraktivita ( $F_{2, 110}=7,77$ ;  $p<0,05$ ) i intenzita ( $F_{2, 110}=10,33$ ;  $p<0,05$ ) vzorků byla hodnocena signifikantně rozdílně v různých podmínkách. Na základě LSD *post hoc* testu byla příjemnost vyšší po obnovení kalorického příjmu než během jeho omezení ( $p=0,003$ ) a před ním ( $p<0,001$ ). Stejně i tak atraktivita byla hodnocena pozitivněji s obnovením kalorického příjmu než během jeho omezení ( $p=0,003$ ) a před ním ( $p<0,001$ ). Podobně jako v předchozí analýze byla intenzita signifikantně nižší po obnovení kalorického příjmu než před jeho omezením ( $p=0,002$ ) a během omezení ( $p<0,001$ ); viz graf 2.

Dále se ukázaly rozdíly v sebehodnocené pozitivní náladě ( $F_{2, 22}=8,05$ ;  $p<0,05$ ), jenž byla signifikantně nižší během omezení kalorického příjmu než před ním ( $p=0,006$ ) a po něm ( $p=0,022$ ); viz graf 3. Když jsme párovým t-testem porovnali množství příjmu kalorií před omezením kalorického příjmu a po něm, nenašli jsme žádné signifikantní rozdíly ( $t_{10}=0,33$ ;  $p=0,75$ ); viz graf 4.



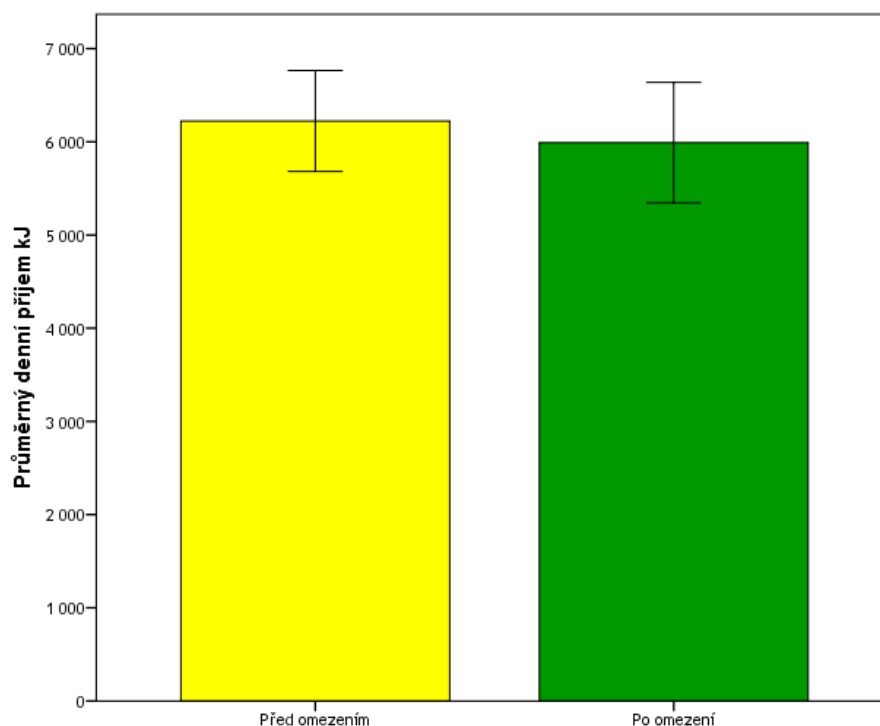


**Graf 2** Průměrné hodnocení ( $\pm$ SE) skupinou 56 mužů 11 trojic axilárních pachů na jejich příjemnost, atraktivitu a intenzitu před omezením kalorického příjmu (žluté sloupce), během jeho omezení (červené sloupce) a po obnovení kalorického příjmu (zelené sloupce). Hodnotilo se na 7-mi stupňové škále; hvězdičkou jsou označeny výsledky signifikantně rozdílné; \* $p < 0.05$  level.



**Graf 3** Průměrné hodnoty sebehodnocené pozitivní nálady ( $\pm$ SE) 11 žen před omezením kalorického příjmu (žlutý sloupec), během jeho omezení (červený sloupec) a po

obnovení kalorického příjmu (zelený sloupec). Hvězdičkou jsou označeny výsledky signifikantně rozdílné; \* $p < 0.05$  level.



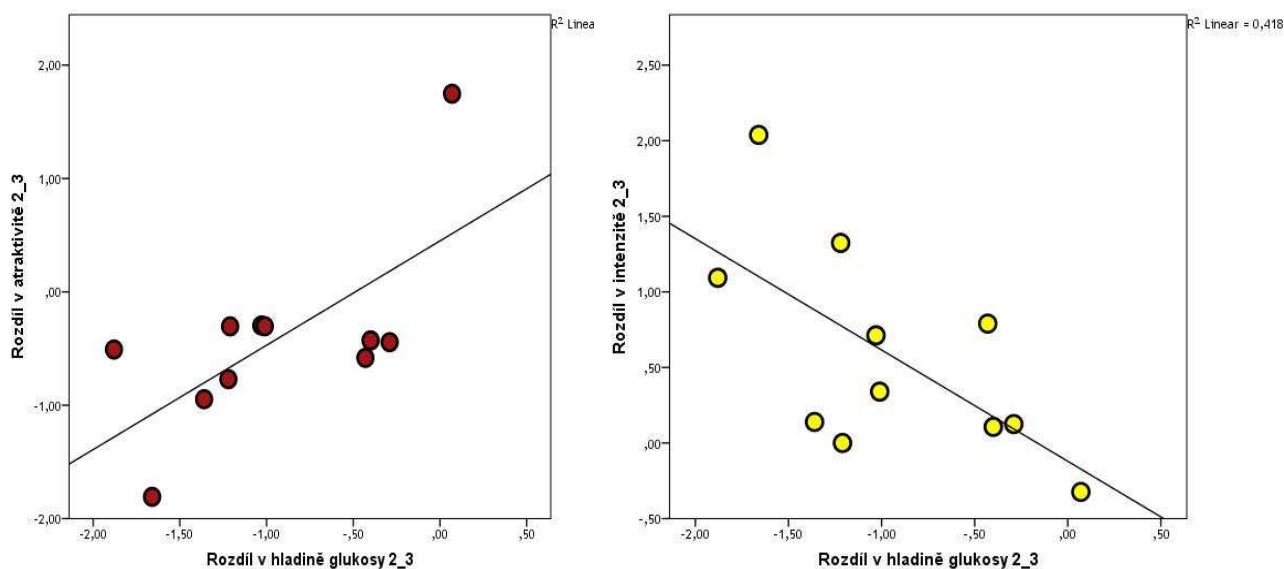
**Graf 4** Průměrné hodnoty denního příjmu kJ ( $\pm$ SE) 11 žen před omezením kalorického příjmu (žlutý sloupec) a po obnovení kalorického příjmu (zelený sloupec). Rozdíly nejsou signifikantní.

Antropometrická měření ukázala, že váha participantek se v důsledku změněného kalorického příjmu signifikantně měnila ( $F_{3, 33}=24,45$ ;  $p<0,001$ ). V druhý den omezení kalorického příjmu byla signifikantně nižší než v ostatních případech měření ( $p<0,05$ ), první den sběru pak byla signifikantně vyšší než při dalších měřeních ( $p<0,05$ ), první den omezení kalorického příjmu byla signifikantně vyšší než při druhém dni omezeného kalorického příjmu ( $p<0,001$ ) a současně signifikantně vyšší než před omezením kalorického příjmu ( $p=0,002$ ). Naměřené množství tuku ( $F_{3, 33}=3,84$ ;  $p<0,05$ ) a množství vody ( $F_{3, 33}=3,45$ ;  $p<0,05$ ) v těle bylo signifikantně rozdílné, nižší po obnovení kalorického příjmu než před ním ( $p<0,05$ ), v případě množství vody i při druhém dni kalorického omezení ( $p<0,05$ ). Množství svalové hmoty ( $F_{3, 33}=5,69$ ;  $p<0,005$ ) a bazální metabolická spotřeba (v kJ ( $F_{3, 33}=6,8$ ;  $p<0,005$ ) a kcal ( $F_{3, 33}=6,32$ ;  $p<0,005$ )) byly signifikantně nižší během druhého dne omezení kalorického příjmu než při ostatních měřeních ( $p<0,005$ ).

Obvod prsou ( $F_{3, 30}=3,48$ ;  $p<0,05$ ) byl signifikantně menší během druhého dne omezení kalorického příjmu v porovnání se sběrem v ostatních podmínkách ( $p<0,005$ ), obvod pasu ( $F_{3, 30}=4,83$ ;  $p<0,05$ ) pak byl signifikantně menší během druhého dne kalorického omezení než před jeho omezením ( $p<0,05$ ).

Rozdíl v hodnocení atraktivity mezi vzorky během omezení kalorického příjmu a po něm pozitivně koreloval s hladinou glukosy ( $r=0,67$ ;  $p<0,05$ ), stejně tak i v případě hodnocené příjemnosti ( $r=0,71$ ;  $p<0,05$ ), intenzita korelovala s hladinou glukosy negativně ( $r=-0,65$ ;  $p<0,031$ ); viz graf 5. V tom samém případě hladina glukosy pozitivně korelovala se sebehodnocenou negativní náladou ( $r=0,6$ ;  $p=0,051$ ). S hladinou albuminu pak pozitivně korelovala pozitivní nálada ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ) a negativně negativní nálada ( $r=-0,6$ ;  $p=0,05$ ). Rozdíl v hodnocené intenzitě u vzorků sbíraných po omezení kalorického příjmu a před ním pozitivně koreloval se sebehodnocenou negativní náladou ( $r=0,75$ ;  $p=0,008$ ). Dále byl zjištěn trend k negativní korelaci mezi hladinou glukosy a hodnocenou příjemností ( $r=-0,57$ ;  $p=0,069$ ) a atraktivitou ( $r=-0,57$ ;  $p=0,07$ ).

Rozdíl v intenzitě vzorků během omezení kalorického příjmu a před ním pozitivně koreloval se sebehodnocenou pozitivní náladou pozitivně ( $r=0,67$ ;  $p<0,05$ ) a se sebehodnocenou negativní náladou negativně ( $r=-0,6$ ;  $p=0,051$ ).



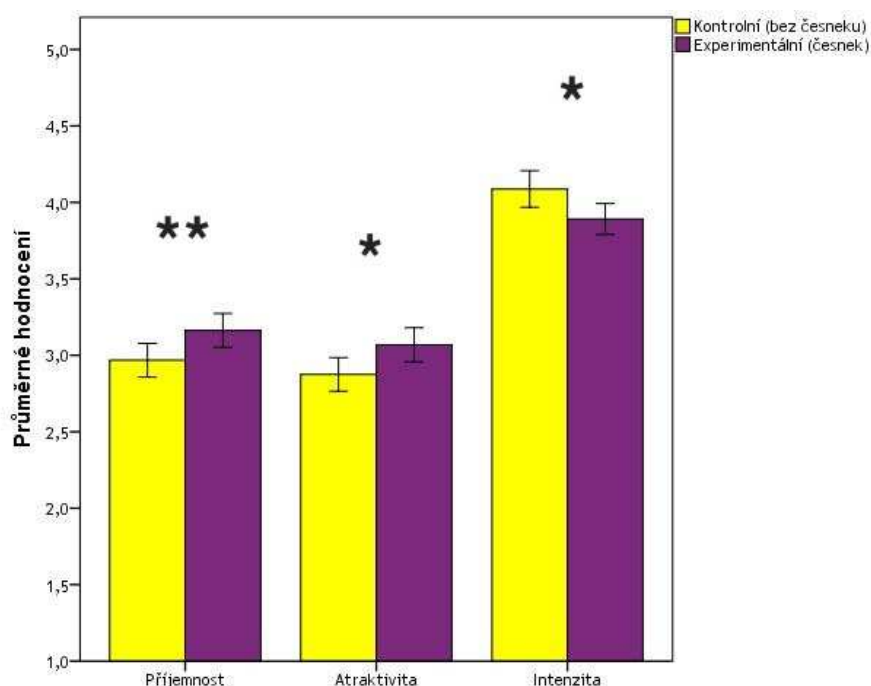
**Graf 5** Pozitivní korelace mezi rozdíly v atraktivitě a rozdíly v hladině glukosy hedonického hodnocení během omezení kalorického příjmu (2) a po omezení kalorického příjmu (3) (graf vlevo) a negativní korelace mezi rozdíly v intenzitě a rozdíly v hladině

glukosy hedonického hodnocení během omezení kalorického příjmu (2) a po omezení kalorického příjmu (3) (graf vpravo).

### Studie III.

Kolmogorov-Smirnov test ukázal, že data mají normální rozložení. Nejdříve jsme použili jako jednotku analýzy dárce. Vypočítali jsme průměrné hodnocení každého dárce v experimentálních (česnek) a neexperimentálních (bez česneku) podmínkách. Hodnocení vůní jedinců po požití česneku i v kontrolních podmínkách bez česneku se signifikantně nelišily, příjemnost ( $t_{15}=-0,8$ ;  $p=0,44$ ), atraktivita ( $t_{15}=-0,77$ ;  $p=0,46$ ) i intenzita ( $t_{15}=0,89$ ;  $p=0,39$ ).

Poté jsme opět použili jako jednotku analýzy hodnotitelky. V tomto případě se ukázalo, že vzorky získané po konzumaci česneku byly hodnoceny jako signifikantně příjemnější ( $t_{39}=-3,66$ ;  $p=0,001$ ), atraktivnější ( $t_{39}=2,48$ ;  $p=0,018$ ) a méně intenzivní ( $t_{39}=3,3$ ;  $p=0,002$ ) než v kontrolních podmínkách; viz graf 6.



**Graf 6** Průměrné hodnocení ( $\pm$ SE) skupinou 40 žen 16 párů axilárních pachů na jejich příjemnost, atraktivitu a intenzitu v experimentálních (česnek) podmínkách (fialové sloupce) a kontrolních (bez česneku) podmínkách (žluté sloupce). Hodnotilo se na 7-mi

stupňové škále; hvězdičkou jsou označeny výsledky signifikantně rozdílné; \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.001$ .

Pearsonova korelační analýza ukázala signifikantní pozitivní korelaci mezi příjemností a atraktivitou v obou podmínkách; viz tabulka 3.

**Korelace**

	Příjemnost kontrol	Příjemnost exp	Atraktivita kontrol	Atraktivita exp	Intenzita kontrol	Intenzita exp
Příjemnost kontrol		0,88**	0,95**	0,81**	-0,30	-0,11
		0,00	0,00	0,00	0,06	0,51
Příjemnost exp	0,88**		0,88**	0,94**	-0,32*	-0,24
	0,00		0,00	0,00	0,05	0,14
Atraktivita kontrol	0,95**	0,88**		0,84**	-0,19	-0,03
	0,00	0,00		0,00	0,25	0,84
Atraktivita exp	0,81**	0,94**	0,84**		-0,19	-0,13
	0,00	0,00	0,00		0,24	0,44
Intenzita kontrol	-0,30	-0,32*	-0,19	-0,19		0,81**
	0,06	0,05	0,25	0,24		0,00
Intenzita exp	-0,11	-0,24	-0,03	-0,13	0,81**	
	0,512	0,142	0,837	0,436	0,000	

**Tabulka 3** Korelace mezi hodnocenými proměnnými v experimentálních (exp - česnek) a kontrolních (kontrol - bez česneku) podmínkách. Hvězdičkou jsou označeny výsledky signifikantně rozdílné \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.001$ .

## **Diskuse**

### **Studie I.**

V první studii jsme zjistili, že vzorky sbírané 12 h byly hodnoceny jako signifikantně příjemnější a atraktivnější a současně méně maskulinní a méně intenzivní, než vzorky sbírané 24 h. Navíc rozložení dat bylo šikmější (t. j. hodnocení příjemnosti a atraktivity bylo koncentrováno na nižším konci škály, zatímco hodnocení maskulinity a intenzity bylo koncentrováno na vyšším konci škály) za sběru trvajících 24 h. Stejně jako

v předchozích studiích i zde byla nalezena negativní korelace příjemnosti a atraktivity s maskulinitou a intenzitou (Doty a kol., 1978).

Analýza rozložení dat ukázala poměrně normální rozložení pro všechny proměnné. Ovšem na histogramech můžeme vidět posun v hodnocení. Při 24 hodinovém sběru je totiž výskyt hodnot na konci škál mnohem vyšší. Objevuje se zde tedy efekt stropu/podlahy, jelikož většina participantů hodnotila pomocí buď nejvyšších nebo nejnižších možných hodnot, což omezuje potřebnou variabilitu a snižuje se tak šance na zjištění určitého efektu. Možným řešením by pak mohlo být rozšíření škály, na niž by hodnotitelé měli širší možnost volby.

Signifikantně negativnější hedonické hodnocení déle sbíraných vzorků mohlo být způsobeno buď vyšším množstvím potu, který se za delší časový úsek vyloučil a rozdílným množstvím produkovaných chemických látek či delší aktivitou mikroflóry, která čerstvému apokrinnímu potu bez zápachu metabolickou aktivitou dává jeho charakteristický pach nebo oxidačními procesy.

Již předchozí studie ukázala, jak důležité je sjednotit metodiku jednotlivých studií, co se týká (nejen) délky sběru vzorků (Havlíček a kol., 2011), jelikož všechny metodické rozdíly mohou ovlivnit výsledky a ty jsou pak obtížně porovnatelné. V předchozím případě se však metodická studie zaměřila na délku sběru vzorků tělesné vůně pouze od mužů, my jsme však potřebovali zjistit, zda lze použít stejný postup i v případě, že jako dárkyně figurovaly ženy, jelikož jejich tělesná vůně je v průměru slabší (Chen & Haviland-Jones, 1999), a proto by při kratším sběru mohlo dojít k situaci, že by velká část z nich nebyla ani cítit, i vzhledem k obecně nižší čichové citlivosti mužů (Havlicek a kol., 2008), a výsledky výzkumu by byly tímto zkreslené. Skutečně při kratší době sběru bylo zaznamenáno větší množství vzorků (11), které hodnotitelé nebyli schopni cítit a při delší době sběru se našel takový vzorek pouze jeden. Ovšem když vezmeme v úvahu, že celkový počet hodnocení byl 144, nejedná se o příliš velkou část (u sběru trvajícím 12 h se jedná o 7,6% a u sběru trvajícím 24 hodin o 0,7%). V tomto případě se zdá být větším problémem omezená variabilita objevující se u vzorků sbíraných 24 h.

Naše výsledky jsou tedy obdobné jako v předchozí studii (Havlíček a kol., 2011), ukazují, že 12 h by ke sběru vzorků tělesné vůně mělo být dostačující. Samozřejmě v každém případě je třeba předem zvážit design výzkumu a jeho cíle, jelikož v některých podmínkách, jako jsou náročné fyzické aktivity (Prehn a kol., 2006), specifické podmínky (Albrecht a kol., 2011) či doba sběru je omezená vnějšími okolnostmi (Pause a kol., 2010), mohou být vzorky intenzivnější a kvůli tomu stačí kratší doba sběru. Záleží také na médiu

používaném ke sběru, v případě vatových polštářků bude pravděpodobně stačit kratší doba sběru, než při používání triček, u kterých je přímý kontakt s podpažím omezenější.

Celkově se tedy ukazuje, že poměrně optimální dobou sběru je 12 h, a to jak v případě dárců, tak i dáreků. Vždy je však třeba zvážit všechny okolnosti výzkumu a podle toho dobu upravit či v ideálním případě nejprve provést pilotní studii.

## **Studie II.**

Ve druhé studii se ukázalo, že příjemnost a atraktivita vzorků tělesné vůně byla signifikantně vyšší po obnovení kalorického příjmu, než během omezení a poněkud neočekávaně i před ním. Intenzita pak byla signifikantně nižší po obnovení kalorického příjmu než během omezení a před ním.

Zdá se tedy, že omezení kalorického příjmu zhoršuje hedonické hodnocení tělesné vůně, alespoň v porovnání s tělesnou vůní získanou po obnovení kalorického příjmu. My jsme však analogicky na základě studie Pierce a Ferkina (2005) předpokládali, že tělesná vůně bude mít obdobnou kvalitu před omezením a po obnovení kalorického příjmu, zatímco při jeho omezení bude hodnocena hůře vzhledem k předchozím dvou případům. Mezi prvním a druhým hodnocením se ale rozdíl neobjevil, což by mohlo být způsobeno tím, že 48 hodin bez příjmu potravy nebyla dostatečná doba na to, aby se objevily větší rozdíly. V předchozí studii byl příjem potravy hrabošům omezen pouze po 24 h a vliv na jejich pach byl značný. Jenže hraboši mají mnohem rychlejší metabolismus než lidé (Zynel & Wunder, 2002), takže tato doba pro ně byla mnohem větší zátěží a znamenala vyšší ztráty než 48 h pro naše participanty. Objektívni fyziologické parametry a subjektivní hodnocení vlastní nálady však naznačují, že situace pro ně byla rovněž stresující. Dále jsme předpokládali, že kvalita tělesného pachu bude obdobná při prvním a třetím odběru, protože v obou případech budou participantky potravu přijímat dle svého obvyklého stravovacího režimu. Jenže pach pocházející ze třetího sběru byl hodnocen signifikantně lépe než pach z prvního sběru. Vysvětlením tohoto efektu může být strava, kterou jsme doporučili participantkám při obnovení kalorického příjmu. Abychom totiž předešli možným zažívacím problémům, které by mohly nastat, doporučili jsme ženám určitá jídla (např. s vysokým obsahem sacharidů), takže kvalita stravy mohla tělesnou vůni ovlivnit. Všechny účastnice totiž v prvních dnech konzumovaly lehčí a zdravější jídla, jak jsme zjistili dle jídelníčku, který si každý den zapisovaly. Celkově však nebyly nalezeny rozdíly v množství přijatých kalorií před omezením a po něm ani v sebehodnocené pozitivní náladě (ovšem zaznamenali jsme jejich pokles v průběhu omezení kalorického příjmu),

takže tyto dva faktory pozitivnější hodnocení pachu po obnovení kalorického příjmu způsobit nemohly. Další možností také je, že během omezení kalorického příjmu došlo k uvolňování toxických látek, které se dostaly z organismu a ten se tím vyčistil, došlo tedy jeho k detoxikaci. O tomto efektu však lze jen spekulovat, jelikož neexistují doklady o jeho přesném mechanismu.

Dále jsme zjistili, že rozdíl v hodnocení příjemnosti a atraktivity mezi vzorky z omezení kalorického příjmu a po něm pozitivně koreloval s hladinou glukosy, zatímco intenzita pachu s hladinami glukosy korelovala negativně. S hladinou albuminu pozitivně korelovala pozitivní nálada a negativní nálada. Glukosa je velice důležitým zdrojem energie, takže při jejím nedostatečném příjmu z potravy, se nemůžeme příliš divit, že se tělesný pach může zhoršovat. Ostatní by tak mohli získat informace o tom, že právě tento jedinec zrovna není v nejlepší kondici a nemá dostatečný přístup k potravě, proto by jako partner pravděpodobně nebyl vhodný. Albumin je jedním z proteinů krevní plazmy. Je důležitý při transportu různých látek krví a pomáhá udržet stále vnitřní prostředí organismu. Jeho koncentrace klesá právě v důsledku malnutrice.

Rozdíl v hodnocené intenzitě u vzorků získaných po omezení kalorického příjmu a před ním pozitivně koreloval s negativní náladou. Čím tedy byl rozdíl v negativní náladě participantek větší, tím byl větší i rozdíl v hodnocení intenzity. Tyto výsledky jsou konzistentní i se studií zabývajících se vlivem emočního vyladění na tělesnou vůni. Ackerl a kol. (2002) zjistili, že pach získaný ve strach nahánějícím kontextu, byly také intenzivnější a obecně hodnoceny negativněji. Pozitivní nálada žen byla také signifikantně nižší během omezení kalorického příjmu než v ostatních podmínkách, což samozřejmě souvisí s negativním vyladěním.

Do studie vstoupilo 15 žen, ovšem 3 z nich účast v přerušily kvůli nevolnosti a 1 ze zbývajících žen jsme museli vyloučit z analýzy kvůli menstruační fázi cyklu. Tím pádem jsme analyzovali data od 11 participantek, což je poněkud nižší počet. Ovšem díky tomu, že jsme použili vnitrosobjektový design experimentu (na všechny ženy působily všechny úrovně nezávisle proměnné – vzorky od nich byly sbírány před omezení kalorické příjmu, během omezení a o po jeho obnovení), který je citlivý i na drobnější změny, výsledky by neměly být tímto ovlivněny.

Výzkumy týkající se omezení kalorického příjmu byly většinou zaměřeny na samice (Pierce & Ferkin, 2005). Je to proto, že samice investují do reprodukce mnohem více než samci. Z tohoto důvodu je jistě správné, že se studie jako dárkyně vzorků tělesné vůně zúčastnily ženy. Navíc se objevily logistické problémy s náborem mužů, ti totiž



nebyli ochotni podstoupit experimentální proceduru, zato ženy s ní bez problémů souhlasily. Budoucí výzkumy by se však mohly zaměřit i na muže. Pro ně by totiž mohlo být výhodné, kdyby pro ostatní existovala vodítka odkazující ke kvalitě konzumované stravy, díky které budou v dobré kondici, a ke schopnostem v obstarávání potravy. Kvalitnější stravu pak může opatřit díky tomu, že má vyšší fyzickou kondici či má nějaké výhodné vlastnosti k jejímu získávání. Když si žena vybere takového muže, ten může investovat energii a zdroje nejen do ní, ale i do jejich potomků, v tomto případě by tedy šlo o přímé výhody. Ovšem žena může získat od zdatného jedince i výhody nepřímé tak, že její potomci zdědí kvalitní geny.

Na tuto studii je dobré se podívat, jak z hlediska pohlavního výběru, tak jako na další důkaz toho, jak strava ovlivňuje naši tělesnou vůni. Jak bylo výše zmiňováno, pachový podpis je tvořen interakcí genetických a environmentálních faktorů. Jedním z vnějších vlivů je i strava, o níž se spekuluje, že její efekt je poměrně hluboký. Dosavadní spíše sporadický výzkum tento předpoklad potvrzuje, konzumace červeného masa totiž ovlivňuje lidskou tělesnou vůni negativně (Havlicek & Lenochova, 2006), zatímco konzumace česneku pozitivně a nyní jsme zjistili, že efekt má i omezení kalorického příjmu. Proto by bylo třeba tyto výsledky zohlednit i v budoucích studiích zabývajících se tělesnou vůni a kontrolovat stravu participantů. Ukázalo se, že hladovění do jisté míry negativně ovlivňuje i lidskou tělesnou vůni. Tím je podpořena hypotéza, že tělesnou vůni mohou jedinci používat jako vodítka k odhadnutí nutričního stavu ostatních jedinců, potažmo jejich kvality.

Tento efekt by mohl být silnější, kdyby se studie zúčastnilo větší množství participantek nebo kdyby byla doba kalorického příjmu delší. Další zajímavou věcí by bylo tento výzkum zopakovat i na mužích a porovnat, jak velký vliv by omezení kalorického příjmu mělo na ně. Rozbory krve sice částečně osvětlily změny odehrávající se v tělesné vůni, v budoucnu by však mohlo být přínosné kontrolovat hladiny hormonů a sledovat jejich možné změny v důsledku omezení kalorického příjmu.

### **Studie III.**

Výsledky třetí studie poněkud překvapivě ukazují, že konzumace česneku ovlivňuje lidskou tělesnou vůni pozitivně. Vzorčky sbírané po konzumaci česneku byly hodnoceny jako signifikantně příjemnější, atraktivnější a méně intenzivní v porovnání s kontrolními

vzorky. Opět se zde také objevuje pozitivní korelace mezi hodnocením příjemnosti a atraktivity.

Přítom nám běžná zkušenost říká, že dech má konzumaci česneku výrazný pach a podle většiny lidí je tento pach cítit i v tělesném pachu. Navíc ve studiích zabývajících se vlivem česneku na zdraví si jejich participanti stěžovali na česnekový dech a nepříjemný tělesný pach (Borrelli a kol., 2007; Staba a kol., 2001). Z těchto důvodů se ve výzkumech zabývajících se různými aspekty tělesné vůně mezi jinými (cibule, chilli, zrající sýry, alkohol, kouření (Mennella & Beauchamp, 1993; Platek a kol., 2001)) omezuje právě konzumace česneku, aby se redukovaly možné vnější vlivy, které by mohly výsledky výzkumu zkreslit. Podle naší studie je tedy zákaz konzumace česneku opodstatněný, ovšem z naprosto opačných důvodů, u těchto participantů by totiž byla zvýšena příjemnost tělesné vůně díky česneku. Díky tomu tedy tato studie přispívá i k metodice výzkumů zabývajících se tělesnou vůní. V menším množství (např. 6 g jako v předchozí studii) (Fialová, 2010) by však pach vlastně ovlivnit neměl.

Efekt zvýšení příjemnosti tělesné vůně lze vysvětlit několika způsoby. Česnek může ovlivňovat tělesnou vůni nepřímo díky svým antioxidačním vlastnostem, které byly prokázány v několika předchozích studiích. Sírné látky, kterých je v česneku poměrně vysoký obsah, totiž pomáhají ochraňovat cévy a krvinky proti oxidačnímu stresu (Borek, 2001), který způsobují velice reaktivní molekuly kyslíku, pravděpodobně snižuje produkci těchto molekul a/nebo jejich metabolitů v cestách, jimiž jsou z těla vylučovány. Česnek zvyšuje hladinu dvou antioxidačních enzymů, katalázy a glutathion peroxidázy, které ochraňují buňky proti oxidačnímu stresu (Kemper, 2000). Známé jsou i jeho baktericidní účinky proti mnoha druhům Gram-pozitivních a Gram-negativních bakterií včetně druhu *Staphylococcus*, který spolu s dalšími přispívá k tvorbě podpažního pachu (Leyden a kol., 1981). Jestliže by tedy látky obsažené v česneku redukovaly množství mikroorganismů v podpaží, snížila by se i intenzita pachu, a ta je obvykle negativně korelována s příjemností a atraktivitou pachu (Doty a kol., 1982).

Předchozí studie se zaměřily na otázku, zda konzumace česneku ovlivňuje vůni a chuť mateřského mléka a plodové vody. Nejprve bylo zkoumáno, zda nastanou změny v mateřském mléku. Od kojících matek byly odebírány vzorky mléka hodinu před, při spolknutí česnekové tablety a poté 1, 2 a 3 hodiny po spolknutí tablety. Ty pak byly hodnoceny dospělými jedinci a nejintenzivnější podle nich byly vzorky získané 2 hodiny po spolknutí tablety v porovnání s placebo vzorky, poté intenzita klesala. Používala se metoda nucené volby, kdy participanti dostali na výběr ze dvou vzorků a vždy měli určit,

který z nich voní intenzivněji nebo více po česneku, čímž však experimentátoři poněkud směšují dvě rozdílné věci. Hodnotilo se i chování dětí při kojení a bylo zjištěno, že děti, jejichž matky dostaly tabletku s česnekem, sály delší dobu a s vyšší frekvencí. Příjem mléka se však nezvýšil (takže by šlo o nenutritivní sání), což může být způsobeno i tím, že některé matky již neměly dostatek mléka (Mennella & Beauchamp, 1991). Vyšší výskyt sání autoři vysvětlují tím, že děti se mohly s chutí česneku setkat již během těhotenství a prvních měsíců kojení a díky známé chuti se objevovalo větší množství sání. Efekt pozitivnějšího a rychlejšího přijetí známé vůně se ukázal již v několika studiích (Mennella & Beauchamp, 1999; Schaal a kol., 2000). Další možností je, že předchozí dieta matek byla poněkud mdlá a česnek byl pro děti vlastně novou zajímavou chutí. Ovšem podle výsledků našeho výzkumu by se dalo usuzovat i na to, že česnek vylepšil vůni a chuť mléka stejně jako vylepšil axilární vůni v našem případě, takže dětem mléko více chutnalo, a proto více sály. Podle výsledků další studie kojenci, kteří se nesetkali s chutí česneku během experimentální části delší dobu sáli poté, co jejich matky spolky česnekovou tabletku v porovnání s dětmi, které byly česneku v mateřském mléce vystaveny již během předchozích dní, takže pravděpodobně reagovaly na novou chuť (Mennella & Beauchamp, 1993). Co se týče pachu amniotické tekutiny, její pach u žen, které dostaly tabletku s česnekovým olejem před amniocentézou, byl hodnocen opět jako intenzivnější nebo více česnekový, takže ani v tomto případě není zřejmé, zda šlo spíše o intenzitu pachu nebo zda se skutečně objevoval pach česneku (Mennella a kol., 1995).

Tyto studie tedy ukazují, že konzumace česneku ovlivňuje vůni a chuť mateřského mléka a amniotické tekutiny. Chuť mléka mohla být pro děti stimulující buď díky tomu, že chuť bylo nová nebo i díky tomu, že česnek zlepšuje chuť mateřského mléka podobně jako kvalitu axilárního pachu. Hodnocení dospělých jedinců jsou však opačné, než v našem případě, ti totiž hodnotili pach mateřské mléka i plodové vody jako intenzivnější či více česnekový. V tomto bodě se naše studie liší, jelikož u nás byla u vzorků hodnocena příjemnost, atraktivita a intenzita. Kdežto v předchozích studiích byla směřována intenzita a česnekový pach, což o hedonické kvalitě příliš nevyovídá. Navíc tento přístup může být poněkud sugestivní, v našem případě však hodnotitelky neměly o záměru studie informace a netušily, že polovina ze vzorků pochází od osob, které konzumovaly česnek.

Suarez a kol. (1999) se ve své studii soustředili na to, jak se po konzumaci česneku liší obsah plynů v ústech a ve střevech. V ústech se dočasně zvýšily koncentrace methanethiolu, alylmerkaptanu, alyl methyl sulfidu, alyl methyl disulfidu a alyl disulfidu, ze střev jako jediný pocházel alyl methyl sulfid. Všechny plyny poměrně rychle vyprchaly,

pouze alyl methyl sulfid přetrvával delší dobu, právě kvůli výskytu ve střevech a tvořil tak typický česnekový pach i v ústech. Na tomto výzkumu můžeme vidět, že většina látek nalezených v česneku a tvořících charakteristický pach, je velice těkavá, rychle se rozkládá a mnoho z nich se dostane ven z těla ústy.

Na výsledky našeho experimentu je dobré se podívat i z hlediska preferencí výběru partnera. Zdraví prospívající vlastnosti česneku jsou velice dobře známé a dokumentované. Jedná se např. o prevenci a léčbu kardiovaskulárních nemocí snižováním vyššího krevního tlaku (přibližně o 5 – 7%) (Borek, 2006), cholesterolu (přibližně o 10%), příznivě mění poměr HDL/LDL (lipoproteiny vysoké hustoty/lipoproteiny nízké hustoty; high density lipoproteins/low density lipoproteins) (Durak a kol., 2004), dále potlačuje srážení krevních destiček, zvyšuje fibrinolytickou aktivitu, působí antivirově, antibakteriálně (Harris a kol., 2001) a má antioxidační účinky (Borek, 2001). Jelikož je možné, že i u člověka byly preference pro tělesnou vůni formovány pohlavním výběrem, dalo by se uvažovat o tom, že se v pachu odráží množství a kvalita zkonsumované stravy. Jestliže tedy česnek zvyšuje atraktivitu tělesné vůně, jedinci opačného pohlaví by mohli preferovat pach odkazující právě k dobrému zdravotnímu stavu. Tělesná vůně takového jedince navíc může obsahovat vodítka poukazující na to, že je schopný obstarat si kvalitní zdravou stravu, kterou pak může svému partnerovi a jejich potomkům také nabídnout.

Dalším krokem v tomto druhu výzkumu by mohla být realizace experimentu, ve kterém by každý z jedinců dostal buď tabletku s extraktem z česneku nebo placebo a opět by se porovnal jejich tělesná vůně v těchto dvou podmínkách. Ve všech těchto tabletkách je charakteristický pach česneku potlačený, avšak díky známému složení tabletek (přesný obsah látek a jejich množství a poté jejich aktivita a účinky v lidském těle) by bylo možné sledovat, které z látek tělesnou vůni ovlivňují a zda je tento efekt skutečně způsoben některou aktivitou látek působících např. antioxidačně či antibakteriálně.

## **Závěr**

Tato práce se zaměřila na chemickou komunikaci v různých kontextech. Ukázalo se, že o signalizaci se jedná pravděpodobně pouze v případě komunikace mezi matkou a dítětem, jelikož chování vyvolané vůní je adaptivní pro obě strany a zdá se, že specifické struktury na prsním dvorci poukazují na speciální design a tím i proběhlé selekční procesy.

V případě emočního vyladění a různých aspektů ovlivňujících výběr partnera se patrně jedná pouze o přenos informací prostřednictvím vodítek, protože změny v tělesné vůni mohou být pouze vedlejším produktem jiných tělesných procesů. U některých jedinců v důsledku působení pachu nastávají změny v chování, avšak zatím není jasné, zda se reakce mohly vyvinout právě kvůli tomuto účelu.

O kvalitě partnera by však mohla svědčit i pachová vodítka ovlivněná kvalitou a kvantitou přijímané stravy. Tento předpoklad se ukázal jako oprávněný, jelikož naše výsledky nasvědčují tomu, že při omezení kalorického příjmu je příjemnost a atraktivita tělesné vůně nižší, po jeho obnovení se pak zvyšuje, ovšem neočekávaně byla vyšší i v porovnání se stavem před omezením kalorického příjmu. Dalším zjištěním je, že konzumace česneku vylepšuje příjemnost a atraktivitu tělesné vůně. Jak se zdá, konzumace dostatečného množství kvalitní stravy tedy poskytuje pachová vodítka poukazující na kondici a kvalitu ostatních jedinců, která by mohla být využívána při výběru partnera.

## Reference

- Ackerl, K., Atzmueller, M., & Grammer, K. (2002). The scent of fear. *Neuroendocrinology Letters*, 23(2), 79-84.
- Adolph, D., Schlösser, S., Hawighorst, M., Pause, B. M., & Schlosser, S. (2010). Chemosensory signals of competition increase the skin conductance response in humans. *Physiology & Behavior*, 101(5), 666-671. Elsevier Inc.
- Albrecht, J., Demmel, M., Schopf, V., Kleemann, A. M., Kopietz, R., May, J., Schreder, T., et al. (2011). Smelling Chemosensory Signals of Males in Anxious Versus Nonanxious Condition Increases State Anxiety of Female Subjects. *Chemical Senses*, 36(1), 19-27.
- Amagase, H., Petesch, B. L., Matsuura, H., Kasuga, S., & Itakura, Y. (2001). Intake of garlic and its bioactive components. *Journal of Nutrition*, 131(3), 955S-962S.
- Andersson, M., & Iwasa, Y. (1996). Sexual selection. *Trends in ecology & evolution*, 11(2), 53-8.
- Benshoof, L., & Thornhill, R. (1979). The evolution of monogamy and concealed ovulation in humans. *Journal of Social and Biological Systems*, 2(2), 95-106.
- Beauchamp, G. K. (1976). Diet influences attractiveness of urine in guinea-pigs. *Nature*, 263(5578), 587-588.
- Bensafi, A., Brown, W. M., Khan, R., Levenson, B., & Sobel, N. (2004). Sniffing human sex-steroid derived compounds modulates mood, memory and autonomic nervous

- system function in specific behavioral contexts. *Behavioural Brain Research*, 152(1), 11-22.
- Bensafi, M., Brown, W. M., Tsutsui, T., Mainland, J. D., Johnson, B. N., Bremner, E. a, Young, N., et al. (2003). Sex-steroid derived compounds induce sex-specific effects on autonomic nervous system function in humans. *Behavioral neuroscience*, 117(6), 1125-34.
- Bird, S., & Gower, D. B. (1982). Axillary 5 $\alpha$ -androst-16-en-3-one, cholesterol and squalene in men; Preliminary evidence for 5 $\alpha$ -androst-16-en-3-one being a product of bacterial action. *Journal of Steroid Biochemistry*, 17(5), 517-522.
- Bojar, R. A., & Holland, K. T. (2002). Review: the human cutaneous microflora and factors controlling colonisation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 889-903.
- Borek, C. (2001). Antioxidant health effects of aged garlic extract. *Journal of Nutrition*, 131(3), 1010S-1015S.
- Borek, C. (2006). Significance of Garlic and Its Constituents in Cancer and Cardiovascular Disease, 810-812.
- Borrelli, F., Capasso, R., & Izzo, A. a. (2007). Garlic (*Allium sativum* L.): Adverse effects and drug interactions in humans. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(11), 1386-1397.
- Brody, L. R. (1997). Gender and Emotion : Beyond Stereotypes. *Journal of Social Issues*, 53.
- Brown, R. E., Schellinck, H. M., & 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. *Physiology & Behavior*, 60(2), 365-372.
- Burley, N. (1979). The Evolution of Concealed Ovulation. *The American Naturalist*, 114(6), 835.
- Buss, D. M. (2007). *Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind* (p. 496). Allyn & Bacon.
- Buss, D. M., & Schmitt, D. P. (1993). Sexual strategies theory: An evolutionary perspective on human mating. *Psychological Review*, 100, 204–232.
- Comfort, A. (1971). Likelihood of Human Pheromones. *Nature*, 230(5294), 432-479.
- Carr, W. J., Zunino, P. A., & Landauer, M. R. (1980). Responses by young house mice (*mus-musculus*) to odors from stressed vs nonstressed adult conspecifics. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 15(6), 419-421.

- Carter, C. S., Anher, L., Grossmann K E, Hrdy, S. B., Lamb, M. E., Porges, S. W., & Sachser, N. (2005). *Attachment and Bonding: A New Synthesis* (p. 512). The MIT Press.
- Caruso, S., Grillo, C., Agnello, C., Maiolino, L., Intelisano, G., & Serra, A. (2001). A prospective study evidencing rhinomanometric and olfactometric outcomes in women taking oral contraceptives. *Human Reproduction*, *16*(11), 2288-2294.
- Chalmers, R. A., Bain, M. D., Michelakakis, H., Zschocke, J., & Iles, R. A. (2006). Diagnosis and management of trimethylaminuria (FMO3 deficiency) in children. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, *29*(1), 162-172.
- Chen, D., & Haviland-Jones, J. (1999). Rapid mood change and human odors. *Physiology & Behavior*, *68*(1-2), 241-250.
- Chen, D., & Haviland-Jones, J. (2000). Human olfactory communication of emotion. *Perceptual and Motor Skills*, *91*(3), 771-781.
- Chen, D., Katdare, A., & Lucas, N. (2006). Chemosignals of fear enhance cognitive performance in humans. *Chemical Senses*, *31*(5), 415-423.
- Cihak, R. (2000). *Anatomie 3* (p. 675), Grada.
- Clayton, D. H. (1991). The influence of parasites on host sexual selection. *Parasitology Today*, *7*(12), 329-334.
- Darwin, C. (1970). *O původu člověka*. Praha: Academia.
- Doty, R., Ford, M., Preti, G., & Huggins, G. (1975). Changes in the intensity and pleasantness of human vaginal odors during the menstrual cycle. *Science*, *190*(4221), 1316-1318.
- Doty, R L. (1981). Olfactory communication in humans. *Chemical Senses*, *6*(4), 351-376.
- Doty, Richard L, Green, P. A., Ram, C., & Yankell, S. L. (1982). Communication of gender from human breath odors: Relationship to perceived intensity and pleasantness. *Hormones and Behavior*, *16*(1), 13-22.
- Doty, Richard L., Orndorff, M. M., Leyden, J., & Kligman, A. (1978). Communication of gender from human axillary odors: Relationship to perceived intensity and hedonicity. *Behavioral Biology*, *23*(3), 373-380.
- Doucet, S., Soussignan, R., Sagot, P., & Schaal, B. (2007). The “smellscape” of mother’s breast: effects of odor masking and selective unmasking on neonatal arousal, oral, and visual responses. *Developmental psychobiology*, *49*(2), 129-38.
- Durak, I., Kavutcu, M., Aytaç, B., Avci, A., Devrim, E., Ozbek, H., & Oztürk, H. S. (2004). Effects of garlic extract consumption on blood lipid and oxidant/antioxidant parameters in humans with high blood cholesterol. *The Journal of nutritional biochemistry*, *15*(6), 373-7.

- Eady, E. A., & Ingham, E. (1994). Propionibacterium acnes - friend or foe? *Reviews in Medical Microbiology*, 5(3).
- Ehman, K. D., & Scott, M. E. (2002). Female mice mate preferentially with non-parasitized males. *Parasitology*, 125(Pt 5), 461-466.
- Eisenberg, J. F., & Kleiman, D. G. (1972). Olfactory communication in mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3, 1-32.
- Etkin, W. (1963). Social behavioral factors in the emergence of man. *Human biology*, 3.
- Ferdenzi, C., Schaal, B., & Roberts, S. C. (2009). Human axillary odor: are there side-related perceptual differences? *Chemical senses*, 34(7), 565-71.
- 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. *Animal Behaviour*, 53, 133-141.
- Fialová, J. (2010). *Dietetické faktory ovlivňující lidský tělesný pach. Fakulta humanitních studií. Univerzita Karlova.*
- Fialová, J., Roberts, S. C., & Havlíček, J. (in press). Is the perception of dietary odour cues linked to sexual selection in humans? *Chemical Signals in Vertebrates 12*.
- Finlay, I. G., Bowszyc, J., Ramlau, C., & Gwiedzinski, Z. (1996). The effect of topical 0.75% metronidazole gel on malodorous cutaneous ulcers. *Journal of pain and symptom management*, 11(3), 158-62.
- Fisher, R. A. (1930). *The genetical theory of natural selection* (p. 318). Oxford: Clarendon Press.
- Fleming, A., Corter, C., Surbey, M., Franks, P., & Steiner, M. (1995). Postpartum factors related to mother's recognition of newborn infant odours. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 13(3-4), 197-210.
- Fleming, J. B. (1966). Montgomery and the follicles of the areola as a sign of pregnancy (1837). *Irish Journal of Medical Science*, 41(5), 169-182.
- Folstad, I., & Karter, A. J. (1992). Parasites, Bright Males, and the Immunocompetence Handicap. *The American Naturalist*, 139(3), 603.
- Gelstein, S., Yeshurun, Y., Rozenkrantz, L., Shushan, S., Frumin, I., Roth, Y., & Sobel, N. (2011). Human Tears Contain a Chemosignal. *Science*, 331(6014), 226-230.
- 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(2), 157-66. Elsevier Inc.



- Gower, D B, Holland, K., Mallet, A. I., Rennie, P. J., et al. (1994). Comparison of 16-androstene steroid concentrations in sterile apocrine sweat and axillary secretions — interconversions of 16-androstenes by the axillary microflora — a mechanism for axillary odor production in man. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 48(4), 409-418.
- Gower, D. B., Bird, S., Sharma, P., & House, F. R. (1985). Axillary 5 $\alpha$ -androst-16-en-3-one in men and women: Relationships with olfactory acuity to odorous 16-androstenes. *Experientia*, 41(9), 1134-1136.
- Grammer, K., Renninger, L., & Fischer, B. (2004). Disco clothing, female sexual motivation, and relationship status: Is she dressed to impress? *Journal of Sex Research*, 41(1), 66-74.
- Grether, G. F., & Angeles, L. (2000). Carotenoid limitation and mate preference evolution: A test of the indicator hypothesis in guppies (*Poecilia reticulata*). *Evolution*, 54(5), 1712-1724.
- Haegler, K., Zerneck, R., Kleemann, A. M., Albrecht, J., Pollatos, O., Bruckmann, H., & Wiesmann, M. (2010). No fear no risk! Human risk behavior is affected by chemosensory anxiety signals. *Neuropsychologia*, 48(13), 3901-3908.
- Haldane, J. B. S. (1990). *The causes of evolution*. (G. Longmans Co, Ed.) (p. 222). Princeton University Press.
- Hamilton, W. (1963). The evolution of altruistic behavior. *The American Naturalist*.
- Hamilton, W. D., & Zuk, M. (1982). Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science (New York, N.Y.)*, 218(4570), 384-7.
- Harris, J. A., Rushton, J. P., Hampson, E., & Jackson, D. N. (1996). Salivary testosterone and self-report aggressive and pro-social personality characteristics in men and women. *Aggressive Behavior*, 22(5), 321-331.
- Harris, J., S., C., S., P., & D., L. (2001). Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Applied Microbiology and Biotechnology*, 57(3), 282-286.
- Hauser, G. J., Chitayat, D., Berns, L., Braver, D., & Muhlbauer, B. (1985). Peculiar odours in newborns and maternal prenatal ingestion of spicy food. *European journal of*, 144(4), 403.
- Havlicek, J., Dvorakova, R., Bartos, L., & Flegr, J. (2005). Non-Advertized does not Mean Concealed: Body Odour Changes across the Human Menstrual Cycle. *Ethology*, 15.
- Havlicek, J., & Lenochova, P. (2006). The effect of meat consumption on body odor attractiveness. *Chemical Senses*, 31(8), 747-752.
- Havlicek, J., & Lenochova, P. (2008). Environmental effects on human body odour. (J. L. Hurst, R. J. Beynon, S. C. Roberts, & T. D. Wyatt, Eds.) *Chemical Signals in Vertebrates 11*, 11, 199-210. New York: Springer.

- Havlicek, J., & Roberts, S. C. (2009). MHC-correlated mate choice in humans: A review. *Psychoneuroendocrinology*, 34(4), 497-512.
- Havlicek, J., Roberts, S. C., & Flegr, J. (2005). Women's preference for dominant male odour: effects of menstrual cycle and relationship status. *Biology Letters*, 1(3), 256-259.
- Havlicek, J., Saxton, T. K., Roberts, S. C., Jozifkova, E., Lhota, S., Valentova, 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(6), 565-570.
- Havlíček, J., Lenochová, P., Oberzaucher, E., Grammer, K., & Roberts, S. C. (2011). Does Length of Sampling Affect Quality of Body Odor Samples? *Chemosensory Perception*, 4(4), 186-194.
- Haze, S., Gozu, Y., Nakamura, S., Kohno, Y., Sawano, K., Ohta, H., & Yamazaki, K. (2001). 2-Nonenal newly found in human body odor tends to increase with aging. *The Journal of investigative dermatology*, 116(4), 520-4.
- Hedrick, P. (1994). Evolutionary genetics of the major histocompatibility complex. *American Naturalist*, 143(6), 945.
- Hepper, P. G. (1988). The discrimination of human odour by the dog. *Perception*, 17(4), 549-554. doi:10.1068/p170549
- Herz, R. S., & Inzlicht, M. (2002). Sex differences in response to physical and social factors involved in human mate selection - The importance of smell for women. *Evolution and Human Behavior*, 23(5), 359-364.
- Hill, G. E. (1990). Female house finches prefer colourful males: sexual selection for a condition-dependent trait. *Animal Behaviour*.
- Hold, B., & Schleidt, M. (1977). The Importance of Human Odour in Non-verbal Communication. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 43(3), 225-238.
- Holmes, B. M., & Johnson, K. R. (2009). Adult attachment and romantic partner preference: A review. *Journal of Social and Personal Relationships*, 26(6-7), 833-852.
- Hopwood, D., Farrar, M. D., Bojar, R. a., & Holland, K. T. (2005). Microbial colonization dynamics of the axillae of an individual over an extended period. *Acta dermato-venereologica*, 85(4), 363-4.
- Hämmerli, a, Schweisgut, C., & Kaegi, M. (2012). Population genetic segmentation of MHC-correlated perfume preferences. *International journal of cosmetic science*, 34(2), 161-8.

- Jacob, S., McClintock, M. K., Zelano, B., & Ober, C. (2002). Paternally inherited HLA alleles are associated with women's choice of male odor. *Nature Genetics*, 30(2), 175-179.
- Jakab, E., Zbinden, R., Gubler, J., Ruef, C., von Graevenitz, a, & Krause, M. (1997). Severe infections caused by *Propionibacterium acnes*: an underestimated pathogen in late postoperative infections. *The Yale journal of biology and medicine*, 69(6), 477-82.
- Jones, B. ., Little, A. ., Penton-Voak, I. ., Tiddeman, B. ., Burt, D. ., & Perrett, D. . (2001). Facial symmetry and judgements of apparent health. *Evolution and Human Behavior*, 22(6), 417-429.
- Kaitz, M., & Eidelman, A. I. (1992). Smell-recognition of newborns by women who are not mothers. *Chemical Senses*, 17(2), 225-229.
- Kavaliers, M., & Colwell, D. D. (1995). Odors of parasitized males induce aversive responses in female mice. *Animal Behaviour*, 50(1982), 1161-1169.
- Kavaliers, M., Colwell, D. D., & Choleris, E. (1998). Analgesic responses of male mice exposed to the odors of parasitized females: Effects of male sexual experience and infection status. *Behavioral Neuroscience*, 112(4), 1001-1011.
- 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. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54(5), 423-430.
- Kemper, K. J. (2000). Garlic (*Allium sativum*). *Garlic (Allium sativum)*.
- Keyworth, N., Millar, M. R., & Holland, K. T. (1992). Development of cutaneous microflora in premature neonates. *Archives of disease in childhood*, 67(7 Spec No), 797-801.
- Kirchengast, S., & Gartner, M. (2002). Changes in fat distribution (WHR) and body weight across the menstrual cycle. *Collegium Antropologicum*, 26 Suppl, 47-57.
- Kirkpatrick, M. (1996). Good genes and direct selection in evolution of mating preferences. *Evolution*, 50(6), 2125-2140.
- Kiyokawa, Y., Shimozuru, M., Kikusui, T., Takeuchi, Y., & Mori, Y. (2006). Alarm pheromone increases defensive and risk assessment behaviors in male rats. *Physiology & behavior*, 87(2), 383-7.
- Kohoutová, D., Rubesová, A., & Havlicek, J. (2011). Shaving of axillary hair has only a transient effect on perceived body odor pleasantness. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66(4), 569-581.
- Kokko, H., Brooks, R., Jennions, M. D., & Morley, J. (2003). The evolution of mate choice and mating biases. *Proc. R. Soc. London Ser. B*, 270, 653-64.

- Konvicka, O. (1998). *Česnek: (Allium sativum L.) : základy biologie a pěstování, obsahové látky a léčivé účinky* (p. 167). vl. nákl.
- Krebs, J. R., & Dawkins, R. (1984). Animal signals: mind-reading and manipulation. *Behavioural Ecology: an evolutionary*.
- Kuukasjarvi, 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(4), 579-584.
- Kwak, J., Willse, A., Matsumura, K., Opiekun, M. C., Yi, W. G., Preti, G., Yamazaki, K., et al. (2008). Genetically-Based Olfactory Signatures Persist Despite Dietary Variation. *Plos One*, 3(10).
- Lacroix, R., Mukabana, W. R., Gouagna, L. C., & Koella, J. C. (2005). Malaria infection increases attractiveness of humans to mosquitoes. *PLoS biology*, 3(9), e298.
- Laffel, L. (1999). Ketone bodies: a review of physiology, pathophysiology and application of monitoring to diabetes. *Diabetes-Metabolism Research and Reviews*, 15(6), 412-426.
- Leary, T., Jones, P., Appleby, M., & Blight, A. (1992). Epidermal keratinocyte self-renewal is dependent upon dermal integrity. *Journal of investigative*, 99(4), 422-430.
- Leeming, J. P., Holland, K. T., & Cunliffe, W. J. (1984). The microbial ecology of pilosebaceous units isolated from human skin. *Journal of general microbiology*, 130(4), 803-7.
- Lenochova, P., Roberts, S. C., & Havlicek, J. (2009). Methods of Human Body Odor Sampling: The Effect of Freezing. *Chemical Senses*, 34(2), 127-138.
- Lenochová, P., Vohnoutová, P., Roberts, S. C., Oberzaucher, E., Grammer, K., & Havlíček, J. (2012). Psychology of fragrance use: perception of individual odor and perfume blends reveals a mechanism for idiosyncratic effects on fragrance choice. *PloS one*, 7(3), e33810.
- Leps, J. (1996). *Biostatistika* (p. 166). České Budějovice : Jihočeská univerzita, Biologická fakulta.
- Leyden, J. J., McGinley, K. J., Holzle, E., Labows, J. N., & Kligman, A. M. (1981). The Microbiology of the Human Axilla nad Its Relationship to Axillary Odor. *The Journal of investigative dermatology*, 77(5), 413-416.
- Leyden, J., McGiley, K., & Mills, O. (1975). Age-related changes in the resident bacterial flora of the human face. *Journal of Investigative*, 65(4), 379-381.
- Little, a. C., Connely, J., Feinberg, D. R., Jones, B. C., & Roberts, S. C. (2011). Human preference for masculinity differs according to context in faces, bodies, voices, and smell. *Behavioral Ecology*, 22(4), 862-868.

- Lovejoy, C. O. (1981). The origin of man. *Science (New York, N.Y.)*, 211(4480), 341-50.
- MacDougall, A. K., & Montgomerie, R. (2003). Assortative mating by carotenoid-based plumage colour: a quality indicator in American goldfinches, *Carduelis tristis*. *Naturwissenschaften*, 90(10), 464-467.
- Mackay-Sim, A., & Laing, D. G. (1980). Discrimination of odors from stressed rats by non-stressed rats. *Physiology & Behavior*, 24(4), 699-704.
- Makin, J. W., & Porter, R. H. (1989). Attractiveness of lactating females breast odors to neonates. *Child Development*, 60(4), 803-810.
- Maynard Smith, J. (1976). Group selection. *The Quarterly Review of Biology*.
- Maynard Smith, J., & Harper, D. G. C. (1995). Animal signals: Models and terminology. *Journal of Theoretical Biology*, 177(3), 305-311.
- Maynard-Smith, J., & Harper, D. G. C. (2003). *Animal signals* (p. 176). Oxford University Press, USA.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1991). Maternal diet alters the sensory qualities of human milk and the nursling's behavior. *Pediatrics*, 325(14), 981-985.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1993). The Effects of Repeated Exposure to Garlic-Flavored Milk on the Nursling's Behavior. *Pediatric Research*.
- Mennella, J. A., & Beauchamp, G. K. (1999). Experience with a flavor in mother's milk modifies the infant's acceptance of flavored cereal. *Developmental Psychobiology*, 35(3), 197-203.
- Mennella, J. A., Johnson, A., Staley, C., & Beauchamp, G. K. (1995). Garlic ingestion by pregnant women alters the odor of amniotic fluid. *Chemical Senses*, 20(6), 192.
- Meza, C. V., Powell, J. N., & Convington, C. (1998). The influence of olfactory intervention on non-nutritive sucking skills in a premature infant. *Occupational therapy journal of research*, 18(3), 71-83.
- Milinski, M., & Wedekind, C. (2001). Evidence for MHC-correlated perfume preferences in humans. *Behavioral Ecology*, 12(2), 140-149.
- Mitro, S., Gordon, A. R., Olsson, M. J., & Lundström, J. N. (2012). The Smell of Age: Perception and Discrimination of Body Odors of Different Ages. (T. Hummel, Ed.) *PLoS ONE*, 7(5), e38110.
- Monastiri, K., Limame, K., Kaabachi, N., Kharrat, H., Bousnina, S., Pousse, H., Radhouane, M., et al. (1997). Fenugreek odour in maple syrup urine disease. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, 20(4), 614-615.
- Morita, M., & Wang, H. L. (2001). Association between oral malodor and adult periodontitis: a review. *Journal of clinical periodontology*, 28(9), 813-819.

- Mujica-Parodi, L. R., Strey, H. H., Frederick, B., Savoy, R., Cox, D., Botanov, Y., Tolkunov, D., et al. (2009). Chemosensory Cues to Conspecific Emotional Stress Activate Amygdala in Humans. *Plos One*, 4(7).
- Navarrete-Palacios, E., Hudson, R., Reyes-Guerrero, G., & Guevara-Guzman, R. (2003). Lower olfactory threshold during the ovulatory phase of the menstrual cycle. *Biological Psychology*, 63(3), 269-279.
- Nowak, M. a, Tarczy-Hornoch, K., & Austyn, J. M. (1992). The optimal number of major histocompatibility complex molecules in an individual. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 89(22), 10896-9.
- Olsen, K. H., Grahn, M., Lohm, J., & Biology, F. (2003). The influence of dominance and diet on individual odours in MHC identical juvenile Arctic charr siblings. *Journal of Fish Biology*, 63(4), 855-862.
- O'Shea, B., Rebollar-Tellez, E., Ward, R. D., Hamilton, J. G. C., El Naiem, D., & Polwart, A. (2002). Enhanced sandfly attraction to Leishmania-infected hosts. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 96(2), 117-118.
- PORTER, R., & MOORE, J. (1981). Human kin recognition by olfactory cues☆. *Physiology & Behavior*, 27(3), 493-495.
- Pause, B M, Lübke, K., Laudien, J. H., & Ferstl, R. (2010). Intensified neuronal investment in the processing of chemosensory anxiety signals in non-socially anxious and socially anxious individuals. *PloS one*, 5(4), e10342.
- 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(2), 88-92.
- Pause, B M, Lubke, K., Laudien, J. H., & Ferstl, R. (2010). Intensified Neuronal Investment in the Processing of Chemosensory Anxiety Signals in Non-Socially Anxious and Socially Anxious Individuals. *Plos One*, 5(4).
- Pause, Bettina M, Krauel, K., Schrader, C., Sojka, B., Westphal, E., Müller-Ruchholtz, W., & Ferstl, R. (2006). The human brain is a detector of chemosensorily transmitted HLA-class I-similarity in same- and opposite-sex relations. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 273(1585), 471-8.
- Pawłowski, B. (1999). Loss of Oestrus and Concealed Ovulation in Human Evolution-The case Against the Sexual-Selection Hypothesis. *Current*, 40(3), 257-275.
- Penn, D. J. (2002). The scent of genetic compatibility: sexual selection and the major histocompatibility complex. *Ethology*, 21, 1-21.
- Penn, D., & Potts, W. K. (1998). Chemical signals and parasite-mediated sexual selection. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(10), 391-396.

- 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(4), 553-561.
- Platek, S. M., Burch, R. L., & Gallup, G. G. (2001). Sex differences in olfactory self-recognition. *Physiology & Behavior*, 73(4), 635-640.
- Podebrad, F., Heil, M., Reichert, S., Mosandl, A., Sewell, A. C., & Bohles, H. (1999). 4,5-dimethyl-3-hydroxy-2 5H -furanone (sotolone) - The odour of maple syrup urine disease. *Journal of Inherited Metabolic Disease*, 22(2), 107-114.
- Porter, R H, & Doane, H. M. (1977). Dietary-dependent cross-species similarities in maternal chemical cues. *Physiology & Behavior*, 19(1), 129-131.
- Porter, R H, Cernoch, J. M., & Balogh, R. D. (1985). Odor signatures and kin recognition. *Physiology & Behavior*, 34(3), 445-448.
- Porter, Richard H., Balogh, R. D., Cernoch, J. M., & Franchi, C. (1986). Recognition of kin through characteristic body odors. *Chemical Senses*, 11(3), 389-395.
- Porter, Richard H., Cernoch, J. M., & McLaughlin, F. J. (1983). Maternal recognition of neonates through olfactory cues. *Physiology & Behavior*, 30(1), 151-154.
- Porter, Richard H., Makin, J. W., Davis, L. B., & Christensen, K. M. (1991). An assessment of the salient olfactory environment of formula-fed infants. *Physiology & Behavior*, 50(5), 907-911.
- Prehn, A., Ohrt, A., Sojka, B., Ferstl, R., & Pause, B. M. (2006). Chemosensory anxiety signals augment the startle reflex in humans. *Neuroscience Letters*, 394(2), 127-130.
- Prehn-Kristensen, A., Wiesner, C., Bergmann, T. O., Wolff, S., Jansen, O., Mehdorn, H. M., Ferstl, R., et al. (2009). Induction of Empathy by the Smell of Anxiety. *Plos One*, 4(6).
- Preti, G. (1997). Human axillary secretions and odors: a human chemical signal source. *Chemical Signals in Vertebrates*. Cornwell University Press.
- RENNIE, P. J., GOWER, D. B., & HOLLAND, K. T. (1991). In-vitro and in-vivo studies of human axillary odour and the cutaneous microflora. *British Journal of Dermatology*, 124(6), 596-602.
- RUSSELL, M. J. (1976). Human olfactory communication. *Nature*, 260(5551), 520-522.
- Rennie, P. J., Gower, D. B., Holland, K. T., Mallet, A. I., & Watkins, W. J. (1990). The skin microflora and the formation of human axillary odour. *International journal of cosmetic science*, 12(5), 197-207.
- Rikowski, A., & Grammer, K. (1999). Human body odour, symmetry and attractiveness. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 266(1422), 869-874.

- Roberts, S. C., Gosling, L. M., Carter, V., & Petrie, M. (2008). MHC-correlated odour preferences in humans and the use of oral contraceptives. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 275(1652), 2715-22.
- 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(8), 651-656.
- Roberts, S. C., Havlicek, J., Flegr, J., Hruskova, M., Little, A. C., Jones, B. C., Perrett, D. I., et al. (2004). Female facial attractiveness increases during the fertile phase of the menstrual cycle. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 271, S270-S272.
- Santos, P. S. C., Schinemann, J. A., Gabardo, J., & Bicalho, M. D. G. (2005). New evidence that the MHC influences odor perception in humans: a study with 58 Southern Brazilian students. *Hormones and Behavior*, 47(4), 384-388.
- Schaal, B., Doucet, S., Sagot, P., Hertling, E., & Soussignan, R. (2006). Human breast areolae as scent organs: morphological data and possible involvement in maternal-neonatal coadaptation. *Developmental psychobiology*, 48(2), 100-10.
- Schaal, B., Marlier, L., & Soussignan, R. (2000). Human fetuses learn odours from their pregnant mother's diet. *Chemical Senses*, 25(6), 729-737.
- Schleidt, M. (1980). Personal odor and nonverbal communication. *Ethology and Sociobiology*, 1(3), 225-231.
- Schleidt, M., Hold, B., & Attili, G. (1981). A cross-cultural study on the attitude towards personal odors. *Journal of Chemical Ecology*, 7(1), 19-31.
- Scott-Phillips, T. C. (2008). Defining biological communication. *Journal of Evolutionary Biology*, 21(2), 387-395.
- Scutt, D., & Manning, J. T. (1996). Symmetry and ovulation in women. *Human Reproduction*, 11(11), 2477-2480.
- Shelley, W. B., Hurley, H. J., & Nichols, A. C. (1953). Axillary odor - experimental study of the role of bacteria, apocrine sweat and deodorants. *Ama archives of dermatology and syphilology*, 68(4), 430-446.
- Shwayder, T. (2004). Disorders of keratinization diagnosis and management. *American Journal of Clinical Dermatology*, 5(1), 17-29.
- Singh, D, & Bronstad, P. M. (2001). Female body odour is a potential cue to ovulation. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 268(1469), 797-801.
- Singh, Devendra. (1995). Female judgement of male attractiveness and desirability for relationships: Role of waist-to-hin ratio. *Journaiof Personality and Social Psychology*, 69, 1089-1101.



- Smith, J. W. (1977). *The Behavior of Communicating: An Ethological Approach* (p. 544). Harvard University Press.
- Spehr, M., Kelliher, K. R., Li, X.-H., Boehm, T., Leinders-Zufall, T., & Zufall, F. (2006). Essential role of the main olfactory system in social recognition of major histocompatibility complex peptide ligands. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 26(7), 1961-70.
- Staba, E. J., Lash, L., & Staba, J. E. (2001). Recent Advances on the Nutritional Effects Associated with the Use of Garlic as a Supplement Product Composition 1, 1118-1119.
- Stephen, I. D., Coetzee, V., & Perrett, D. I. (2011). Carotenoid and melanin pigment coloration affect perceived human health. *Evolution and Human Behavior*, 32(3), 216-227.
- Stephen, I. D., Smith, M. J. L., Stirrat, M. R., & Perrett, D. I. (2009). Facial Skin Coloration Affects Perceived Health of Human Faces. *International Journal of Primatology*, 30(6), 845-857.
- Stoddart, D. M. (1990). *The Scented Ape: The Biology and Culture of Human Odour* (p. 300). Cambridge University Press.
- Stoka, A. M. (1999). Phylogeny and evolution of chemical communication: an endocrine approach. *Journal of Molecular Endocrinology*, 22(3), 207-225.
- Strassmann, B. I. (1981). Sexual selection, paternal care, and concealed ovulation in humans. *Ethology and Sociobiology*, 2(1), 31-40.
- Suarez, F., Springfield, J., Furne, J., & Levitt, M. (1999). Differentiation of mouth versus gut as site of origin of odoriferous breath gases after garlic ingestion. *The American journal of physiology*, 276(2 Pt 1), G425-30.
- Taylor, D., Daulby, A., Grimshaw, S., James, G., Mercer, J., & Vaziri, S. (2003). Characterization of the microflora of the human axilla. *International journal of cosmetic science*, 25(3), 137-45.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1999). The scent of symmetry: A human sex pheromone that signals fitness? *Evolution and Human Behavior*, 20(3), 175-201.
- Thornhill, R., Gangestad, S. W., Miller, R., Scheyd, G., & Julie, K. M. (2003). Major histocompatibility complex genes , symmetry , and body scent attractiveness ... *Behavioral Ecology*.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1994). Human Fluctuating Asymmetry and Sexual-Behavior. *Psychological Science*, 5(5), 297-302.
- Thornhill, Randy, & Gangestad, S. W. (1993). Human facial beauty. *Human Nature*, 4(3), 237-269.

- Trivers, R. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly review of biology*, 46(1), 35-57.
- Trojan, S., & Langmeier, M. (1994). *Lékařská fyziologie* (p. 460). Grada.
- Valenta, J. G., & Rigby, M. K. (1968). Discrimination of the Odor of Stressed Rats. *Science*, 161(3841), 599-601.
- Varendi, H., Porter, R. H., & Winberg, J. (1994). Does the newborn baby find the nipple by smell? *The Lancet*, 344(8928), 3-4.
- Varendi, H., Porter, R. H., & Winberg, J. (1997). Natural odour preferences of newborn infants change over time. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 86(9), 985-90.
- Widström, A.-M., Ransjö-Arvidson, A. B., Christensson, K., Matthiesen, A.-S., Winberg, J., & Uvnäs-Moberg, K. (1987). Gastric Suction in Healthy Newborn Infants Effects on Circulation and Developing Feeding Behaviour. *Acta Paediatrica*, 76(4), 566-572.
- Wallace, P. (1977). Individual discrimination of humans by odor. *Physiology & Behavior*, 19(4), 577-579.
- Wedekind, C., Escher, S., & Waal, M. V. de. (2007). The major histocompatibility complex and perfumers' descriptions of human body odors. *Evol. Psychol*, 5(2), 330-343.
- Wedekind, C., Furi, S., & 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 Series B-Biological Sciences*, 264(1387), 1471-1479.
- Wedekind, C., Seebeck, T., Bettens, F., & Paepke, A. J. (1995). MHC-dependent mate preferences in humans. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 260(1359), 245-249.
- Weisfeld, G. E., Czilli, T., 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(3), 279-295.
- Williams, G., & Williams, A. (2008). *Group Selection* (p. 210). AldineTransaction, A Division of Transaction Pub.
- Wilson, E. O. (1970). Chemical communication within animal species. (E. Sondheimer, Ed.) *Chemical ecology*, 9, 133-155. Academic Press.
- Wobst, B., Zavazava, N., Luszyk, D., Lange, K., Ussat, S., Eggert, F., Ferstl, R., et al. (1999). Molecular forms of soluble HLA in body fluids: potential determinants of body odor cues. *Genetica*, 104(3), 275-83.
- Wolrath, H., Stahlbom, B., Hallen, A., & Forsum, U. (2005). Trimethylamine and trimethylamine oxide levels in normal women and women with bacterial vaginosis reflect a. *Apmis*, (4), 513-517.

- Wright, S. (1984). *Evolution and the Genetics of Populations* (p. 520). University Of Chicago Press.
- Wyatt, T. D. (2003). *Pheromones and Animal Behaviour - Communication by smell and taste*.
- Yalcin, S. S., Tekinalp, G., & Ozalp, I. (1999). Peculiar odor of traditional food and maple syrup urine disease. *Pediatrics International*, *41*(1), 108-109.
- Yamazaki, K., Yamaguchi, M., Baranoski, L., Bard, J., Boyse, E. A., & Thomas, L. (1979). Recognition among mice - evidence from the use of a Y-maze differentially scented by congenic mice of different major histocompatibility types. *Journal of Experimental Medicine*, *150*(4), 755-760. doi:10.1084/jem.150.4.755
- Zahavi, A. (1975). Mate selection—A selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology*, *53*(1), 205-214.
- Zeng, X.-N., Leyden, J. J., Spielman, A. I., & Preti, G. (1996). Analysis of characteristic human female axillary odors: Qualitative comparison to males. *Journal of Chemical Ecology*, *22*(2), 237-257.
- Zhou, W., & Chen, D. (2009). Fear-related chemosignals modulate recognition of fear in ambiguous facial expressions. *Psychological science*, *20*(2), 177-83.
- Zynel, C. A., & Wunder, B. A. (2002). Limits to food intake by the Prairie Vole: effects of time for digestion. *Functional Ecology*, *16*(1), 58-66.