

Značaj čula mirisa u senzornoj analizi hrane*

M.Ž. Baltić, R. Anđelković, Jelka Stevanović, N. Karabasil, Nataša Kilibarda, Mirjana Dimitrijević

Sadržaj: Čulo mirisa spada u evolutivno najstarija čula i prisutno je kod većine životinjskih vrsta. Ima veliki značaj u senzornoj analizi hrane i, kao takvo, predmet je stalnog istraživanja.

Mirisne komponente hrane značajno utiču na njenu prihvatljivost od strane potrošača. Zato, upoznavanje načina funkcionisanja čula mirisa i faktora od kojih ono zavisi, omogućavaju dobijanje kvalitetnijih i pouzdanijih rezultata prilikom senzorne analize hrane.

Ključne reči: čulo mirisa, osobine, senzorna analiza

IMPORTANCE OF THE SENSE OF SMELL IN THE SENSORY ANALYSIS OF FOOD

Abstract: The sense of smell is evolutionally one of the oldest senses and is present in most of the animal species. It has great importance in sensory analysis of food and, as such, is subject to permanent research.

Food odour components significantly influence on its acceptability by the consumer. Therefore, the knowledge of the way of functioning of the sense of smell and factors on which it depends, allows for obtaining more quality and reliable results during the sensory analysis of food.

Key words: sense of smell, characteristics, sensory analysis

UVOD

Čulo mirisa, zajedno sa čulom ukusa, spada u grupu hemijskih čula. Evoluciono, čulo mirisa se razvilo vrlo rano i prisutno je kod većine životinjskih vrsta. Kod većine vrsta, osnovna funkcija ovog čula je ispitivanje okruženja i komunikacija. Čulo mirisa je zaduženo za detekciju mirisa i, zajedno sa čulima sluha i vida, daje informacije o okolini u kojoj se organizam nalazi.

Kod viših organizama, čulo mirisa igra više-struku ulogu. Ono utiče na: emocionalna stanja, entuzijizam, pažnju, seksualno ponašanje, aktivira pljuvačne i gastrične žlezde i slično (Nef, 1998). Ljudska vrsta ima slabije razvijeno čulo mirisa od većine životinjskih vrsta. Novije genetičke studije pokazuju opadanje broja funkcionalnih gena olfaktivnih receptora tokom evolucije, idući od primata ka čoveku (Shepherd, 2004).

OSOBINE ČULA MIRISA

Da bi nadražila čulo mirisa, supstanca mora da bude isparljiva, kako bi u gasnoj fazi stigla u nosnu

šupljinu, da je rastvorljiva u vodi, kako bi mogla da prođe sloj sluzi koja oblaže mirisni epitel, da je liposolubilna, odnosno da može da prolazi kroz ćelijsku membranu, da ima visok napon pare, nisku polarnost i izraženu površinsku aktivnost. Osim toga, nisu poznati molekuli mirisa koji imaju molekulsku težinu veću od 294 (Leffingwell, 2001).

Miris koji izaziva olfaktivnu stimulaciju stiže do olfaktivnih receptora na dva načina: ortonazalno – kada se miris usisava kroz nosne otvore (njuši) i retronazalno, kada miris stiže iz usne duplje prilikom žvakanja i gutanja (Radovanović, Jovanka Popov-Raljić, 2001). Percepcija mirisa pristiglog ortonazalnim i retronazalnim putem može biti kvalitativno različita (Valerie B. Duffy i sar., 1999). Ovo se javlja u onim slučajevima kada se mirisna materija unosi jelom ili pićem, pa se njen doživljaj kombinuje sa nadražajima gustatornih, somatotropnih i audio receptora. Retronazalni način unošenja mirisa utiče i na intezitet ukusa materija koje se unose oralno (Mojet i sar., 2005). Ukoliko se mirisna materija unosi retronazalno, bez nadražaja drugih receptora, doživljaj je isti kao da je uneta ortonazalno (Valerie B. Duffy i sar., 1999). Zbog

* Uvodno predavanje na Međunarodnom 54. savetovanju industrije mesa, održanom 18-20. juna 2007. godine u Vrnjačkoj Banji

AUTORI: Dr Milan Ž. Baltić, red. prof., Fakultet veterinarske medicine, Beograd, mr Radivoje Anđelković, Vojska Srbije, dr Jelka Stevanović, van. prof., Fakultet veterinarske medicine, Beograd, dr Neđeljko Karabasil, asistent, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, dr Mirjana Dimitrijević, asistent, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, mr Nataša Kilibarda, Veterinarski specijalistički institut, Subotica

jednostavnosti aplikacije, u većini ispitivanja čula mirisa koristi se ortonazalni put unošenja mirisa.

Prilikom normalnog disanja, oko 10% udahnutog vazduha prolazi pored olfaktivnih receptora, dok se njušenjem to povećava i do 20% (McGinley i sar., 2000). Brzina kretanja udahnutog vazduha koji struji pored nosne sluzokože je mala u odnosu na ostale delove nosne šupljine, a razlog je zaštita ove sluzokože od oštećivanja (Kelly i sar., 2000). Tu je ujedno i manji poprečni presek vazdušnog puta, tako da teže čestice koriste šire puteve, a samo isparjenja difunduju do olfaktivnog regiona sluzokože.

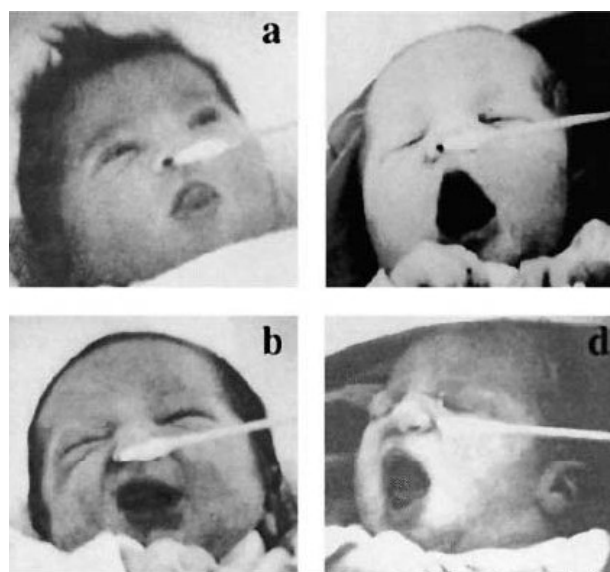
Zapremina pojedinih delova nosne šupljine u pozitivnoj je korelaciji sa pragom prepoznavanja mirisnih materija (Damm, 2002).

Dužina kontakta sa mirisnom supstancom je vrlo bitna za detekciju i prepoznavanje određenog mirisa. U slučaju da se prilikom procesa prepoznavanja mirisa smanji brzina protoka vazduha kroz nosne šupljine, organizam kao kompenzaciju produžava vreme mirisanja (Sobel, 2000). Takođe, povećanjem protoka vazduha povećava se intezitet detekcije dobro rastvorljivih mirisa, a smanjuje se detekcija slabo rastvorljivih mirisa (Sobel, 2000). Ukoliko jedinka ima različitu prohodnost leve i desne nosne šupljine, polovina nozdrve koja ima bolju prohodnost podesnija je za detekciju dobro rastvorljivih mirisa pri brzjoj a kraćoj ventilaciji, dok je polovina koja ima slabiju ventilaciju pogodnija za detekciju mirisa koji su slabo rastvorljivi i to pri dužjoj a sporijoj ventilaciji. Iz ovoga se može zaključiti da olfaktorni sistem dobija dve različite olfaktivne informacije koje spaja u jedinstvenu olfaktivnu sliku. Način na koji se to dešava još uvek nije do kraja istražen.

Kod sisara, percepcija mirisa tokom prvih sati života je esencijalni preduslov za adaptaciju novorođenih na novi ekstrauterini život (Bartocci i sar., 2000). Olfaktorni signali pomažu novorođenčetu da nađe i da se pripoji na bradavicu sise prilikom prvog sisanja. Prema studijama rađenim na životinjama (Bult i sar., 2001), tokom prvih sati mirisi majke i novorođenčeta međusobno interaguju.

Eksperimentalno je dokazano (slika 1) da ishrana trudnica utiče na inicijalna hedonska opredeljenja tek rođenih beba (Schaal, 2000).

Za osobe čije je zanimanje povezano sa upotrebom čula mirisa obično vlada mišljenje da imaju natprosečne sposobnosti prepoznavanja, identifikacije, pamćenja i imenovanja mirisa. Prema rezultatima nekih istraživanja (Wendy V. Parr i sar., 2002), enolozi imaju superiorno prepoznavanje mirisa, iako je osetljivost njihovog čula mirisa i sposobnost procene slična kao kod netreniranih ocenjivača.



Slika 1. Reakcije na miris anisa: beba čija je majka za vreme trudnoće bila izložena mirisu anisa (a) i bebe čije majke nisu bile izložene mirisu anisa (b i d) (Schaal i sar., 2000)

Figure 1. Reactions to the smell of anise: baby whose mother was exposed during pregnancy to the smell of anise (a) and babies whose mothers were not exposed to the smell of anise (b and d) (Schaal et al., 2000)

Jedno od objašnjenja je da enolozi bolje koriste standardizovane termine koji opisuju određene kvalitete mirisa, što sa netreniranim ocenjivačima nije slučaj pošto oni prilikom opisivanja koriste termine vezane za lično iskustvo.

Emocionalno reagovanje, a samim tim i osećaj zadovoljstva kao osnovni nivo emocionalnog odgovora, vezan je za desnu hemisferu mozga. Sa druge strane, govorne funkcije su uglavnom vezane za levu hemisferu mozga. S obzirom na to da čulo mirisa funkcioniše dominantno ipsilateralno, dokazano je da doživljaj i prepoznavanje određenog mirisa zavisi od nozdrve koja se koristi za udisanje. Naime, miris se doživljava prijatnije ukoliko se "njuši" kroz desnu nosnicu, a lakše se imenuje kada se za to koristi leva nosnica (Rachel Herz i sar., 1999).

Subjektivna individualna iskustva pokazuju da mirisi mogu biti čvrsto vezani sa pamćenjem, posebno ako je to i emotivno bitno. Stresni i relaksirajući efekti mirisa proučavani su u više studija. Tako je, na primer, miris eugenola koji se koristi u stomatologiji često vezan za neprijatna iskustva u stomatološkim ordinacijama (Robin i sar., 1999).

Aromaterapija predstavlja terapijsko korišćenje esencijalnih ulja biljaka za stimulaciju čula mirisa, u cilju poboljšanja mentalnog stanja ili lečenja pojedinih oboljenja. Ona je bila poznata još pre

6000 godina, u starom Egiptu (*Helen Keller, 1996*). Novija istraživanja su dokazala pozitivno dejstvo mirisa pepermint na otklanjanje posledica stresa i savladavanje fizičkih napora (*Raudenbush, 2000*).

I među polovima postoji razlika u percepciji mirisa, jer je potvrđeno da žene bolje pamte i imenuju različite mirise u odnosu na muškarce (*Rochele A. Dempsey i Stevenson, 2002*).

Da bi mirisni nadražaj bio efikasan, odnosno da bi izazvao senzibilizaciju čula mirisa potrebno je da miris dejstvuje izvesno vreme. Vreme od početka dejstva nadražaja do pojave čulnog utiska naziva se prosto vreme reakcije i ono kod čula mirisa iznosi 0,15–0,50 sekundi (*Jovanović, 1990*). Vreme potrebno da se zapazi i odredi kvalitet nadražaja naziva se specijalno vreme nadražaja. Obe ove vremenske vrednosti čine vreme percepcije.

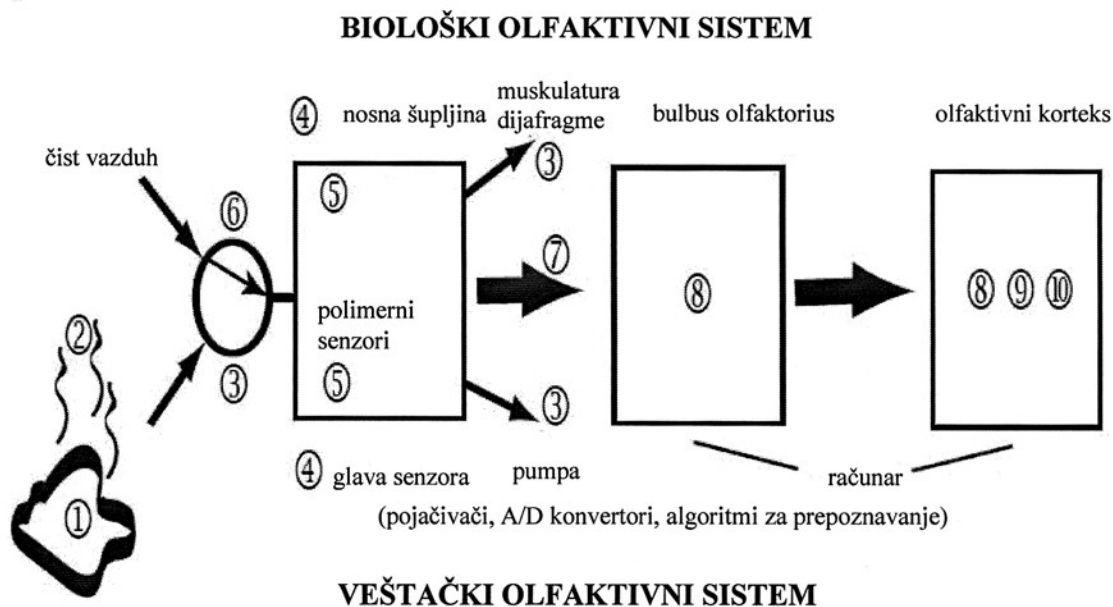
Čulo mirisa je u stanju da razlikuje intezitet mirisa u slučaju da se on povećava ili smanjuje. Pri tome je potrebno da postoji logaritamski odnos između nadražaja (*Jovanović, 1990*). Ovaj odnos se izražava Weber-Fechnerovim zakonom.

Prilikom proučavanja čula mirisa, između mirisa i njegovog kvaliteta ne postoji prirodna neposredna veza, kao što je to slučaj sa sluhom i frekven-

cijom zvuka (*Olsson i Cain, 2000*). Zbog toga postoje brojne posredne metode za praćenje ovog odnosa.

Prilikom dejstva mirisa na olfaktivnu sluzokožu, može se uz pomoć odgovarajuće aparature beležiti promena električnog potencijala olfaktivne mukoze (*Wang i sar., 2004*). Tako zabeležene promene električnog potencijala nazivaju se elektroolfaktogram (eng. *Electroolfactogram – EOG*). Pri tome je promena električnog potencijala proporcionalna koncentraciji mirisa koji je izazvao promenu. Osim ove, postoje i druge metode za praćenje promena električnog potencijala olfaktivnih receptora, ali one zahtevaju posebnu pripremu eksperimentalne životinje (*Ma i sar., 1999*).

Za ispitivanje olfaktivnih sposobnosti ljudi koriste se i neinvazivne metode. Jedna od njih je magnetoencefalografija – MEG (*Tonoike, 2002*). Ova metoda, pored praćenja nadražaja, omogućava i vizuelizaciju procesa. Postoje i brojni pokušaji izrade tzv. "veštačkih noseva", odnosno, elektronskih uređaja koji bi imali sposobnost diskriminacije mirisa identičnu ljudskom čulu mirisa (*Kauer i White, 2002*). Na slici 2, dat je uporedni šematski prikaz građe biološkog i veštačkog olfaktivnog sistema.



Slika 2. Šematska građa biološkog i veštačkog olfaktivnog sistema (*Kauer i White, 2002*)
Figure 2. Chematic structure of biological and artificial olfactive system (*Kauer i White, 2002*)

Uporedo sa prelaskom na dvonožno kretanje, čovek je sve više povećavao radijus kretanja. To je doprinelo njegovoj sposobnosti da sve više povezuje hranu i retronazalni miris. Pronalazak vatre, pre oko 2 miliona godina, omogućio je da hrana koju

konzumiraju ljudi postane mirisnija i ukusnija. Može se slobodno reći da je već tada počelo pripremanje hrane – kuvanje, sa celim spektrom mirisa koji to prate (*Shepherd, 2004*). Jedna od bitnih osobina čoveka kao vrste je sposobnost pripremanja hrane, a

upravo miris je bitan faktor kulinarskog uspeha (eng. *culinary success factors*- CSFs) određenog jela (Klosse i sar., 2004). Čulo mirisa doprinosi čak 80% ukupnom doživljaju arome hrane prilikom obroka (McGinley i sar., 2000).

Ovaj fenomen se može posmatrati i kroz faktore koji dovode do averzije kod određene grupe ljudi na određenom prostoru prema određenom mirisu. Oni se mogu grupisati u obliku piramide – slika 3 (McGinley i sar., 2000).



Slika 3. Piramidalni prikaz faktora koji utiču na averziju ljudi na određenom prostoru prema određenom mirisu

Figure 3. Pyramid of factors influencing on the aversion of humans in the specific area to certain smell

Prvi faktor je karakter mirisa, njegov kvalitet ili "ofanzivnost". Ova osobina može se određivati hedonskom skalom, kao stepen prijatnosti ili neprijatnosti mirisa. Osim povezanosti procene mirisa i individualnog iskustva, uočena je korelacija i između procene mirisa i nacionalnosti ispitivača (Distel i sar., 1999). Takođe, postoji korelacija između doživljaja mirisa i pripadnosti određenim kulturama (McGinley i sar., 2000; Distel i Hudson, 2001; Chrea i sar., 2005).

Doživljavanje određenog mirisa, uključujući i njegov intezitet, pod uticajem je saznanja o izvoru mirisa (Distel i Hudson, 2001). Na osnovu toga može se zaključiti da intezitet mirisa ne zavisi samo od njegove koncentracije već verovatno i od faktora vezanih za iskustvo (Distel i sar., 1999).

Trajanje izlaganja određenom mirisu predstavlja vreme od stizanja mirisa do grupe ljudi do njegovog opažanja. Duže mirisne epizode omogućavaju preduzimanje određenih mera i promene u ponašanju ljudi, dok kraće mirisne epizode to ne omogućavaju, tako da se njihova percepcija uglavnom svodi na konstatovanje problema.

Fenomen neofobije, je pojava da se prilikom ponovljenog izlaganja neutralnog ili blago neprijatnog stimulusa povećava njegova prihvatljivost (Distel i Hudson, 2001), mada ima i zapažanja da ponovljeno izlaganje mirisu koji je prijatan izaziva

smanjenje njegove prihvatljivosti odnosno stvaranje averzije (Dana M. Small i sar., 2001).

Adaptacija se definiše kao smanjenje osećaja prilikom višestrukog ponavljanja stimulusa (Pamela Dalton, 2000). Čulo mirisa se neposredno posle nadražaja mirisnih receptora adaptira na izazvanu stimulaciju za oko 50%. Kasnije (do 60 minuta), mirisni receptori ne pokazuju adaptibilnost, što znači da u kontinuitetu registruju nove stimulacije (Radovanović i Jovanka Popov-Raljić, 2001). Ako stimulus i nakon toga vremena nastavi da deluje, dolazi do potpunog prestanka njegovog registrovanja stimulacije. Adaptacija čula mirisa zavisi od mnogo faktora. Neki od njih su: vrsta i struktura mirisnog jedinjenja, njegova koncentracija, vreme izlaganja, broj ponovljenih izlaganja stimulusu i individualnih sposobnosti ocenjivača (Pamela Dalton, 2000). Adaptacija na miris može biti kratkotrajna i dugotrajna (Nimmermark, 2004). Pri tome se olfaktivni sistem brže adaptira prema neprijatnim nego prema prijatnim mirisima (Nimmermark, 2004).

Kvantifikacija kvaliteta mirisa predstavlja poseban problem. I pored toga što hemijska struktura i oblik molekula imaju velik uticaj na nadražaj čula mirisa (Wise i sar., 2000), to nije dovoljno da se odredi kakvu će senzaciju određeno jedinjenje izazvati. Zbog toga je bilo više pokušaja da se kategorišu jedinjenja nosioci određenih mirisa. Prema jednoj od podela, postoje sledeći "primarni" mirisi:

kamforni, mošusni, cvetni, mentolni, etarski, sirćetni i truležni (Guyton, 1985). Poseban problem predstavlja identifikacija mirisa koji se nalaze u smeši sa drugim mirisima. Što su mirisi u smeši sličniji, teža je njihova pojedinačana identifikacija, a vreme identifikacije svakog ponaosob se produžava (Wise i Cain, 2000).

Danas se u svetu poklanja velika pažnja proizvodnji smeša – modela mirisa vezanih za pojedine vrste hrane ili pića (Grosch, 2001). Modeli se prave prema podacima dobijenim raznim analitičkim metodama kojima se ispituje hemijski sastav i odnos jedinjenja u smeši. Rezultati tih analiza pokazuju da su jedinjenja koja imaju najvišu aktivnost mirisa – odnos koncentracije i praga nadražaja (eng. *odor activity values-OAV*) esencijalna za aromu nekog proizvoda ili pića (Grosch, 2001).

Prema nekim teorijama, mirisna jedinjenja koja se nalaze u koncentracijama ispod praga nadražaja (eng. *sub-threshold concentration*) u smešama mirisa, utiču na modalitete mirisa jedinjenja koji se nalaze u smeši u koncentracijama iznad praga nadražaja (Bult i sar., 2001).

POREMEĆAJI ČULA MIRISA

Poremećaji mirisa i ukusa ljudi ne izazivaju dovoljno pažnje medicinskih krugova u odnosu na njihovu važnost. Gubitak osećaja mirisa povećava rizik od izlaganja toksičnim materijama. Takva lica nisu u stanju, na primer, da otkriju isticanje gasa, prisustvo dima ili miris pokvarene hrane. Prilikom gubitka osećaja mirisa ili ukusa, isčezavaju mnoga životna zadovoljstva (miris cveća, parfema, arome dobre hrane ili vina i dr.), dolazi do rizika od pojave depresije, anoreksije i gubitka težine. Prema novijim istraživanjima, oko 2 miliona odraslih Amerikanaca pati od nekog vida hemosenzornog obolenja (Mann, 2002).

Ima više podela u registrovanju mirisnih nadražaja. Prema jednoj od njih (Mann, 2002), normalna percepcija mirisa naziva se normosomia, hiposomia predstavlja umanjenu sposobnost registrovanja mirisnih nadražaja, parasomia je pogrešno osećanje mirisa (javlja se u vidu fantosomie – osećaj mirisa bez mirisnog stimulusa ili kao distorzija – pogrešno registrovanje mirisnog stimulusa), dok anosmia podrazumeva potpuni gubitak osećaja mirisa.

Prema drugoj podeli (Leopold, 2002), čulo mirisa može biti poremećeno na tri načina: (1) prvi kod koga je smanjena osetljivost (hiposomia i anosmia), i dva načina kada je izmenjeno prepoznavanja mirisa (disosmia): (2) poremećaj prepoznavanja mirisa (troposmia ili paraosmia) i (3) poremećaj kod koga

postoji stimulacija čula mirisa iako mirisna supstanca nije prisutna (fantosmia kada senzacija traje duže od par sekundi i mirisna halucinacija kada senzacija traje kraće od nekoliko sekundi). U literaturi postoje i različiti drugi poremećaji percepcije mirisa. Neki od njih su: opstrukcija nazalnih puteva – criptosmia, preterana osetljivost na mirise – hiperosmia, slepilo za određene vrste mirisa – merosmia, pogrešno osećanje mirisa – heterosmia, osećanje mirisa bez mirisne stimulacije – autosmia, percepcija neprijatnog mirisa bez postojanja mirisne stimulacije – kakosmia ili neprijatna fantosomia.

Svi ovi poremećaji se tumače najčešće na dva načina (Leopold, 2002). Po jednoj, takozvanoj "perifernoj teoriji", olfaktivni neuroni gube moć kompletiranja "slike" mirisa, dok po drugoj, "centralnoj teoriji", integrativni i interpretativni centri u mozgu formiraju izmenjenu "sliku" mirisa. Eksperimentalni podaci govore u prilog prihvatljivosti obe navedene teorije.

Većina testova kojima se ispituje detekcija, odnosno diskriminacija, mirisa pomaže u konstatovanju disfunkcija čula mirisa, ali još nije ustanovljen odnos između senzitivnosti na pojedine mirise i olfaktivnih poremećaja (Carrie i sar., 1999).

Osobe koje izgube čulo mirisa ponekad zadržavaju sposobnost prepoznavanja jakih, jetkih ili oštrih mirisa, kao što su miris amonijaka, ulja sladičice, kapsicina ili luka. Ova pojava je posledica postojanja u nazalnom epitelu završetaka trigeminalnog nerva koje ova jedinjenja mogu da senzibilizuju. Trigeminalni nerv je manje senzitivan od olfaktivnog nerva, a učestvuje u detekciji taktilnih nadražaja, bola i termičkih senzacija u oblasti usta, očiju i nosne duplje (Cometto-Muñiz i sar., 2004). Prema navodima Walkera i sar. (2001), prilikom iritacije nosne šupljine gasovima, upravo trigeminalni nerv, sam ili u saradnji sa olfaktivnim nervom, odgovoran je za promenu ritma disanja. Disfunkcija trigeminalnog nerva može izazvati izmene u fiziologiji epitela, tako da utiče na primanje, prenos ili obradu informacija olfaktivnih receptora.

Gubitak osećaja mirisa može biti posledica mehaničkih opstrukcija olfaktivnih receptora u nosnoj šupljini ili nervnih vlakana i ćelija koje učestvuju u prenosu i obradi mirisnih nadražaja, kao i poremećaja građe olfaktivnih receptora ili degeneracije receptora, sprovodnih puteva i moždanih olfaktivnih zona.

Kod 25% od ukupnog broja pacijenata, kao uzrok gubitka čula mirisa navode se rinosinusitis, alergijski i nealergijski rinitis (Mann, 2002).

Virusne infekcije mogu da oštete olfaktivne receptore ili mirisne puteve prema mozgu, tako da

kod 14-25% od ukupnog broja pacijenata (Mann, 2002) dovode do umanjenja funkcije čula mirisa. Traume glave su čest uzrok poremećaja čula mirisa. Dejstvo traume može izazvati blokadu nazalnog kanala, ali mnogo češće deluje na olfaktivne nerve koji prolaze kroz sitastu kost do bulbosa olfaktoriusa. Takođe, traume mogu izazvati i oštećenja moždanih olfaktivnih zona.

Nazalni polipi i tumori ometaju prolaz mirisnih materija do receptora. Polipi, kao izazivači slabije prohodnosti nosne šupljine, samim tim, dovode do umanjenja sposobnosti čula mirisa kod 41 do 69% pacijenata (Mann, 2002).

Endokrina obolenja, kao što su šećerna bolest (diabetes melitus), hipotireoidizam i hipogonadizam (Turnerov sindrom, Kallmannov sindrom) praćeni su poremećajima čula mirisa. Kallemanov sindrom karakteriše hipogonadotropni hipogonadizam sa agenezijom bulbosa olfaktoriusa. Adrenalna insuficijencija i pseudohipoparatiroidizam takođe mogu izazvati poremećaje čula mirisa.

Gubitak funkcionalnosti olfaktivne senzitivnosti usko je povezan i sa procesom starenja (Valerie B. Duffy i sar., 1999; Kaneda i sar., 2000), usled morfoloških i funkcionalnih promena čula mirisa. Degenerativne promene zahvataju receptore u olfaktivnoj sluzokoži, neurone bulbosa olfaktoriusa i mirisne puteve. Uzimajući ovo u obzir, skoro svaka osoba starosti između 60 i 70 godina ima neki od poremećaja čula mirisa, a polovina njih gubi osećaj mirisa u 80-tim godinama života (Mann, 2002).

Toksini prisutni u životnoj sredini, stižu putem udahnutog vazduha ili krvotokom do čula mirisa i oštećuju ga. Promene nastaju na olfaktivnom epitelu

i/ili na nervnim vlaknima mirisnih puteva. One mogu biti reverzibilne i ireverzibilne. Tako, na primer, izloženost arsenu, benzenu, ugljenik-disulfidu, kadmijumu, sumpor-dioksidu, hloru, parama hroma, pesticidima i dimu cigareta često izazivaju poremećaje čula mirisa. Poremećaje čula mirisa izazivaju i mnoge grupe lekova (tabela 1). Radioterapija u predelu glave takođe može izazvati poremećaje čula mirisa.

Preosetljivost na mirise mogu se povezati sa migrenskim bolovima, lošim snom i intolerancijom prema nekim vrstama hrane (Nimmermark, 2004).

Neka neurološka obolenja povezana su sa poremećajima mirisa. Tako, Parkinsonova bolest često ide uz disfunkciju čula mirisa, a Alzheimerova bolest obično počinje simptomima ansomie (verovatno usled taloženja neuronskog plaka u mirisnim putevima). Zbog toga se testovi za identifikaciju mirisa mogu koristiti za ranu dijagnozu ovih bolesti (Nimmermark, 2004). Multipla skleroza je često povezana sa slabljenjem čula mirisa, a kod pojedinih vrsta epilepsije dolazi do nemogućnosti identifikacije mirisa. Psihijatrijska stanja, kao što su depresija ili šizofrenija (Julie Hurdy i sar., 2002), često idu uz simptome poremećaja čula mirisa.

Kongenitalni defekti, kao što je kongenitalna ansomia, je stanje kod koga na olfaktivnom epitelu nedostaju, ili su slabo razvijene, olfaktivne dlačice (cilije).

Autoimuno obolenje, Sjögrenov sindrom (sa simptomima suvoće očiju, nosa i usta), izaziva limfocitnu infiltraciju nazalnog kanala i pljuvačnih žlezda, a za posledicu ima slabljenje čula mirisa. Slični efekti su zabeleženi kod reumatoidnog artitisa, skleroderme i sistemskog lupusa eritromatosusa.

Tabela 1. Pregled lekova koji izazivaju slabljenje čula mirisa (Mann, 2002)
Table 1. Review of medicines causing weakening of the sense of smell (Mann, 2002)

Grupa lekova	Naziv
Antidepresanti i antikonvulzivi	Amitriptylin, carbamezapin, clomipramin, clozapin, desipramin, doxepin, fluoxetin, imipramin, litium, phenytoin i trifluoperazin
Antihistaminici i antipiretici	Chlorpheniramin, loratadin, pseudoepherdin i terfendin
Antihipertenzivi i kardiaci	Acetazolamid, adenosin, amilorid, benazepril i hidrohlorotiazid, betaxolol, captopril, clonidin, diltiazem, enalapril, ethakrinska kiselina, nifedipin, propranolol i spironolacton
Antiinfalatorni lekovi	Auranofin, colchicin, dexamethason, diclofenac, dimetyl sulfoxid, zlato, hydrocortison, d-penicillamin i penicillamin
Antibiotici	Ampicillin, ciprofloxacina, clarithomycin, ofloxacin, streptomycin i tetracyclines
Antineoplastici	Cisplatin, doxorubicin, methotrexat i vincristin
Bronhodilatatori i ostali lekovi protiv astme	Albuterol, cromolyn natrijum, flunisolid, metaproterenol i terbutalin
Lekovi za regulisanje nivoa masti	Cholestyramin, clofibrat, fluvastatin, gemfibrozil, lovastatin i pravastatin
Miorelaksanti i lekovi za tretman parkinsonizama	Baclofen, dentrolen i levodopa
Vazodilatatori	Dipyridamol i nitroglicerina

LITERATURA

- Bartocci, M. et al., 2000.** Activation of Olfactory Cortex in Newborn Infants After Odor Stimulation: A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study, *Pediatric Research*, 48, 1, 18-22;
- Bult, J.H.F. et al., 2001.** The Influence of Olfactory Concept on the Probability of Detecting Sub- and Peri-threshold Components in a Mixture of Odorants, *Chem. Senses*, 26, 459-469;
- Carrie, S., Scannell, J.W., Dawes, P.J.D., 1999.** The smell map: is there a commonality of odour perception?, *Clin. Otolaryngol.*, 24, 184-189;
- Chrea, C. et al., 2005.** Semantic, Typicality and Odor Representation: A Cross-cultural study, *Chem. Senses*, 30, 37-49;
- Cometto-Muñiz, J.E., Cain, S.C., Abraham, M.H., 2004.** Detection of single and mixed VOCs by smell and by sensory irritation, *Indoor Air*, 14, 8, 108-117;
- Damm, M. et al., 2002.** Intranasal Volume and Olfactory Function, *Chem. Sens* 27, 813-839;
- Dana M. Small et al., 2001.** Changes in brain activity related to eating chocolate From pleasure to aversion, *Brain*, 124, 1720-1733;
- Distel, H., Hudson, R., 2001.** Judgement of Odor Intensity is Influenced by Subjects, Knowledge of the Odor Source, *Chem. Senses*, 26, 247-251;
- Distel, H. et al., 1999.** Perception of Everyday Odors. Correlation between Intensity, Familiarity and Strength of Hedonic Judgement, *Chem. Senses*, 24, 191-199;
- Grosch, W., 2001.** Evaluation of the Key Odorants of Foods by Dilution Experiments, *Aroma Models and Omission*, *Chem. Senses*, 26, 533-545;
- Guyton, A.C., 1985.** Medicinska fiziologija, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb;
- Helen Keller, 1996.** I living well with sense of smell, *The Sense of Smell Institute New York*;
- Jovanović, M., 1990.** Fiziologija domaćih životinja, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb;
- Julie Hurdy et al., 2002.** Rating of Different Olfactory Judgements in Schizophrenia, *Chem. Senses*, 27, 407-416;
- Kaneda, H. et al., 2000.** Decline in Taste and Odor Discrimination Abilities with Age, and Relationship between Gustation and Olfaction, *Chem. Senses*, 25, 331-337;
- Kauer, J.S., White, J., 2002.** Representation of odor information in the olfactory system: from biology to an artificial nose, *Sensors and Sensing in Biology and Engineering - Barth, F.G., Humphrey, J.A.C., Secomb, T.W. (eds) Springer Verlag, Berlin*;
- Kelly, J.T., Prasad, A.K., Wexler, A.S., 2000.** Detailed flow patterns in the nasal cavity, *J. Appl. Physiol.*, 89, 323-337;
- Klosse, P.R. et al., 2004.** The formulation and evaluation of culinary success factors (CSFs) than determine the palatability of food, *Food service Technology*, 4, 107-115;
- Leffingwell, J.C., 2001.** Olfaction, *Leffingwell Reports*, 1, 1;
- Leopold, D., 2002.** Distortion of Olfactory Perception: Diagnosis and Treatment, *Chem. Senses*, 27, 611-615;
- Ma, M., Chen, W.R., Shepard, G. M., 1999.** Electrophysiological characterization of rat and mouse olfactory receptor neurons from an intact epithelial preparation, *Journal of Neuroscience Methods*, 92, 31-40;
- Mann, N. M., 2002.** Management of smell and taste problems, *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 69., 4., 329-336;
- McGinley, C.M., Mahin, T.D., Pope, R.J., 2000.** Elements of successful Odor/Odour Laws, *WEF Odor/ VOC 2000 Specialty Conference Cincinnati, OH.*, 16-19;
- Mojet, J., Köster, E.P., Prinz, J.F., 2005.** Do Tastants Have a Smell?, *Chem. Senses*, 30, 9-21;
- Nef, P., 1998.** How We Smell: The Molecular and Cellular Bases of Olfaction, *News Physiol. Sci.*, 13;
- Nimmermark, S., 2004.** Odour influence on well-being health with specific focus on animal production emissions, *Ann. Agric. Environ. Med.*, 11, 163-173;
- Olsson, M.J., Cain, W.S., 2000.** Psychometrics of Odor Quality Discrimination: Method for Threshold Determination, *Chem. Senses*, 25, 493-499;
- Pamela Dalton, 2000.** Psychophysical and Behavioral Characteristics of Olfactory Adaptation, *Chem. Senses*, 25, 487-492;
- Rachel S. Herz, Catharine McCall, Cahill, L., 1999.** Hemispheric Lateralization in the Processing of Odor Pleasantness Versus Odor Names, *Chem. Senses*, 24, 691-695;
- Radovanović, R., Jovanka Popov-Raljić, 2001.** Senzorna analiza prehrambenih proizvoda, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Tehnološki fakultet Novi Sad, Budućnost Novi Sad;
- Raudenbush, B., 2000.** The effect of odors on objective and subjective measures of physical performance, *The Aroma-Chology Review*, 9, 1, 1-5;
- Robin, O. et al., 1999.** Basic Emotions Evoked by Eugenol Odor Differ according to The Dental Experience. A Neurovegetative analysis, *Chem. Senses*, 24, 327-335;
- Rochelle A. Dempsey, Stevenson, R.J., 2002.** Gender Differences in the Retention of Swahili Names for Unfamiliar Odors, *Chem. Senses*, 27, 681-689;
- Schaal, B., Marlier, L., Soussignan, R., 2000.** Human Foetuses Learn Odours from their Pregnant Mother, *Diet, Chem. Senses*, 25, 729-737;
- Shepherd, G.M., 2004.** The human Sense of Smell: Are We Better Than We Think?, *PLoS Biology*, 2, 5, 572-575;
- Sobel, N. et al., 2000.** Sniffing Longer rather than Stronger to Maintain Olfactory Detection Threshold, *Chem. Sens* 25, 1-8;
- Tonoike, M., 2002.** Non-invasive Measurements of Olfactory Perception and Cognition in Human, *AIST Today*, 2, 4, 19;
- Valerie B. Duffy, Cain, S.C., Ann M. Ferris, 1999.** Measurement of Sensitivity to Olfactory Flavor: Application in a Study of Aging and Dentures, *Chem. Senses*, 24, 671-677;
- Walker, J.C. et al., 2001.** Human Responses to Propionic Acid. II. Quantification of Breathing Responses and their Relationship to Perception, *Chem Senses*, 26, 351-358;
- Wang, L. et al., 2004.** A new non-invasive method for recording the electro-olfactogram using external electrodes, *Clinical Neurophysiology*, 115, 1613-1640;
- Wendy V. Parr, Heatherbell, D., White, K.G., 2002.** Demystifying Wine Expertise: Olfactory Threshold, Perceptual Skill and Semantic Memory and Novice Wine Judges, *Chem. Senses*, 27, 747-755;
- Wise, P.M., Cain, W.S., 2000.** Latency and Accuracy of Discriminations of Odor Quality between Binary Mixtures and their Components, *Chem. Senses*, 25, 247-265;
- Wise, P.M., Olsson, M.J., Cain, W.S., 2000.** Quantification of Odor Quality, *Chem. Senses*, 25, 429-443.