

Izbirni predmet
Senzorične metode

poglavje

SENZORIČNO ZAZNAVANJE

**Predavanja za študente II. in III. letnika
Živilstvo in prehrana**

Ljubljana, 2010/11

SENZORIČNO ZAZNAVANJE

V vsakem trenutku dobivamo nešteto različnih informacij - dražljajev; večina med njimi je nepomembnih; nekateri med njimi pa so esencialnega pomena.

Za učinkovito uporabo dražljajev imamo ljudje specializirane mehanizme, ki te informacije sprejemajo in jih pretvorijo v živčne impulze.

V spremenjeni obliki se posamezna informacija v možganih preudari, doseže vrh v zavesti.

Zavest vodi naša dejanja.

Receptor – receptor – specifičen del čutila (del celične membrane ali posamezne čutilne celice, povezane z nevroni), ki se odziva na določen dražljaj.

Dražljaj – stimulus – kar lahko vzdraži receptor.

Zaznava (občutek) – perception – zavedanje učinkov enega ali več čutilnih dražljajev

Človek ima na voljo pet **čutov**:

okus, vonj, vid, sluh, tip.

Čutilo – organ za sprejemanje dražljajev

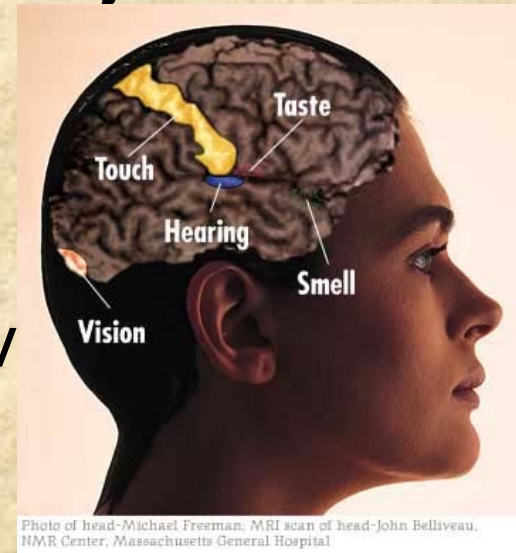


Photo of head-Michael Freeman; MRI scan of head-John Belliveau, NMR Center, Massachusetts General Hospital

Senzorični receptorji – detektorji fizikalnih in kemijskih sprememb v našem okolju.

Senzorno dogajanje/občutenje

sprejem fizikalnega dražljaja (receptor)



pretvorba dražljaja (informacije) v zaporedje živčnih impulzov



prenos informacij (po dovodnem živčnem vlaknu)



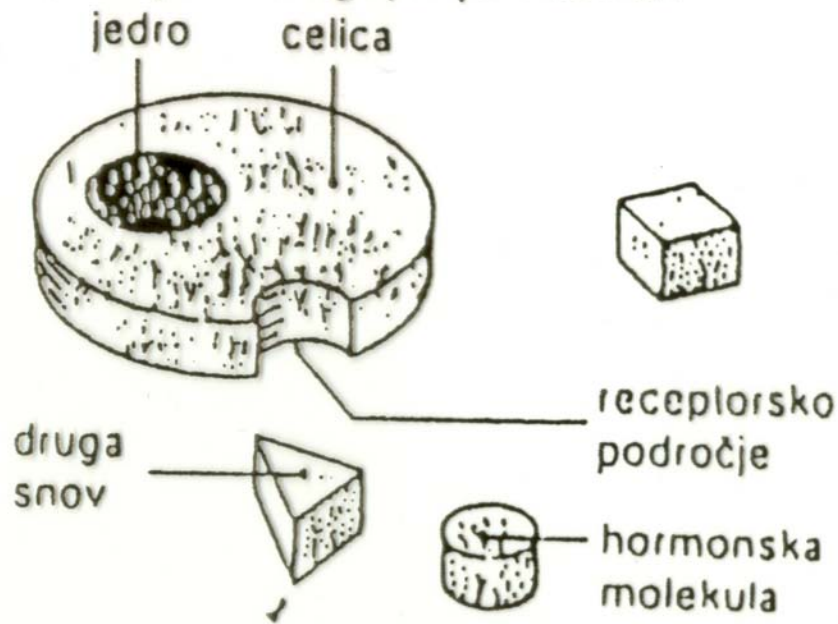
predelava informacij (središča v osrednjem živčevju)



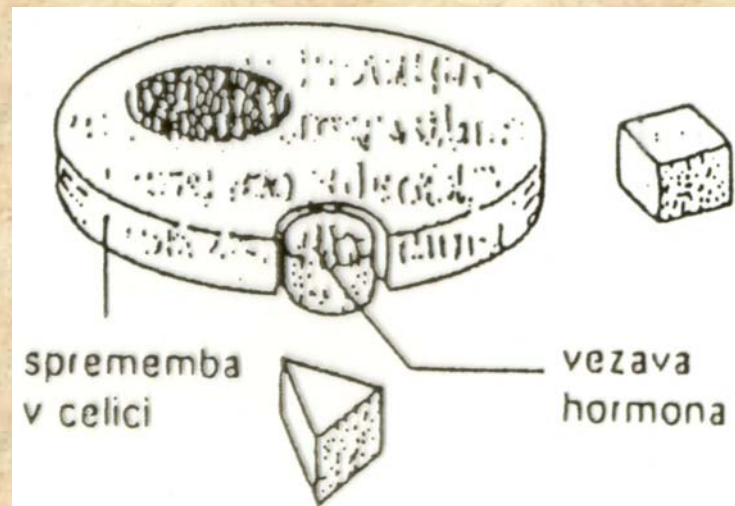
zavestna zaznava (občutek)

KAKO DELUJEJO CELIČNI POVRŠINSKI (KEMIČNI) RECEPTORJI

Večina celic ima mnogo površinskih receptorjev (na sliki je prikazan le eden). Ti receptorji omogočajo, da zunanji dejavniki vplivajo na dogajanje v celici.



1 Na receptor se veže le določena snov, ki je ali hormon ali neurotransmiter. Ta snov mora imeti kemično "obliko", ki se ujema z receptorjem.



2 Vezava na receptor vpliva na zunanjo celično membrano in sproži kako spremembo – na primer skričenje mišične celice ali pospešeno nastajanje encima v celici.

OKUS

kemoreceptor

Občutki, ki jih zazna okušalni organ, ko ga spodbudijo določene topne snovi.

Vse senzorične zaznave v ustih, na jeziku, nebu, žrelu, oz. celotni ustni votlini

Receptorji okusa:

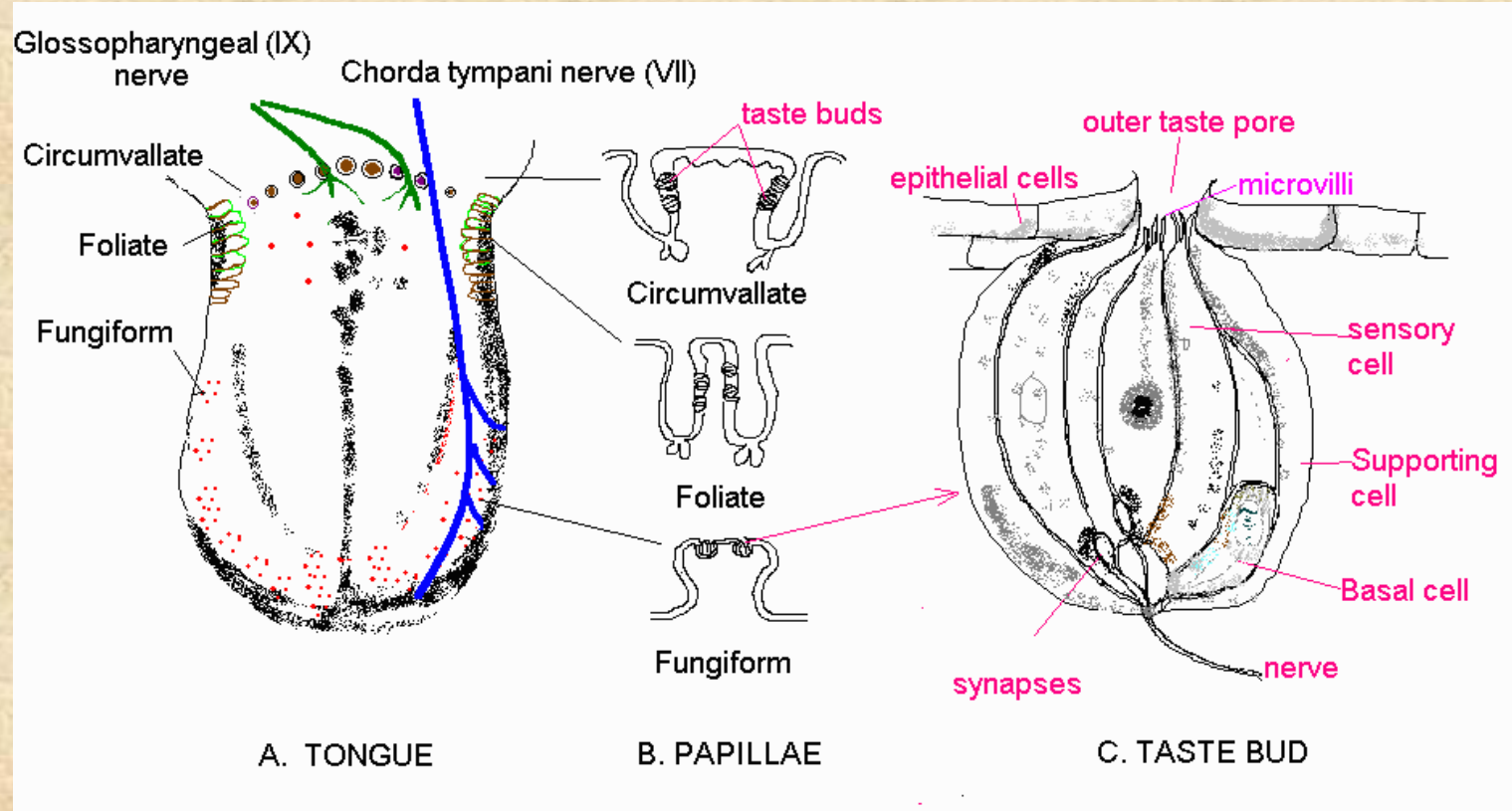
na jeziku, mehkem nebu, v žrelu in grlu

Receptorske celice okušalne celice – nameščene v brbončicah: gobaste, nitaste in otočkaste.

Odrasli ljudje imajo ca 9000 okušalnih mešičkov, s starostjo se št. manjša; življenska doba mešičkov 10-15 dni.

Vsak okušalni mešiček ima 30 do 80 receptorskih celic (okušalnih ali gustatornih).

Okušalne brbončice in okušalni mešiček – (papillae and taste bud)



Okušalne papile- brbončice lahko vidimo na jeziku kot majhne rdeče pike, ali pokončne izboklince, zlasti na sprednjem delu jezika. To so gobaste papile, ker izgledajo kot popek gobe. Poleg teh so še tri vrste papil: listaste, jarkaste in filiformne (za okus nepomembne).

V nasprotju z olfaktornim organom naj bi bilo le 5 različnih funkcionalnih tipov okušalnih senzoričnih celic, ki imajo receptorske proteine za okus.

Te celice so odgovorne za zaznavo:

sladko, kislo, slano, grenko in umami;

Osnovni okusi! V ISO standardu tudi **kovinski.**

V literaturi omenjajo še: **električni, lužnat.**

Vsak okušalni mešiček naj bi sestavljali različni tipi teh celic; čeprav običajno prevladuje ena vrsta.

Okušalne ali gustatorne poti:

- Okušalne receptorske celice so razporejene v okušalnih brstičih, ki se nahajajo v specializiranih papilah sluznice jezika. Receptorsko membrano pokrivajo mikrovili, ki povečujejo receptorsko površino.
- Sprednje dve tretjini jezika pokrivajo fungiformne (gobaste) papile (občutljive predvsem za sladek in slan okus). Senzorično jih oživčuje **VII. možganski živec** (chorda tympani).
- Zadnja tretjina jezika je pokrita s cirkumvalatnimi (otočkastimi) in foliatnimi (listastimi) papilami, ki so občutljive predvsem za kisel in grenak okus. Senzorično jih oživčuje **IX. možganski živec** (n. glosopharingeus). Zadnjo stran grla in epiglotis oživčuje **X. možganski živec**.

Gustatorne poti:

- Možganski živci, ki prenašajo okušalne informacije, vstopijo v podaljšano hrbtenjačo, v jedro talamusa in v okušalni korteks.
- Sluznico ustne votline somatosenzorično oživčuje še n. trigeminus (**V. možganski živec**), ki lahko posreduje občutke, kot so pekoče, ostro, vroče, začinjeno (npr. feferoni).

Stopnje v transdukciji okusa:

- Snovi, ki jih okušamo, se vežejo na receptorje na membrani receptorskih celic in po različnih mehanizmih sprožijo depolarizacijo – receptorski potencial.
- Različni okusi nastanejo po kombiniranju iz štirih primarnih kvalitet in čutnic: za sladko, kislo, slano in grenko (umami in kovinsko).

Molekule - stik z okušalnimi - gustatornimi celicami - zaznava okusa. Pogoji: **topnost** v vodi, v slini.

Opis zaznave okusa je odvisen od sposobnosti posameznika - je subjektivne narave; zato je nemogoče zaznave okusa objektivno razvrstiti.

Okušalne celice so specializirane epitelne celice, ki jih oživčujejo primarni senzorični aksoni **treh** primarnih živcev (zato je popolna izguba zaznave okusa izredno redka).

Razmerje med št. posameznih tipov okušalnih celic se s starostjo spreminja. Zmožnost okušalnega sistema se v posameznih delih v ustih s starostjo zmanjšuje, vendar “celotna ustna” zaznava je tekom let zelo podobna, razen za grenko (Bartoshouk).

Spremenjeno zaznavanje - posledica bolezni, uživanja zdravil.

Problemi: medsebojne interakcije substanc, časovno različen odziv substanc, nasičenost posameznega odziva, genetska različnost v zaznavah okusa.

Stara teorija: specifične celice za specifičen okus;

Kosower: detekcija okusa sestoji iz počasnih in hitrih živčnih signalov, ki se pojavijo iz šibkih kombinacij receptorskih dražljajev.

KISEL OKUS

Kisel okus je **posledica kislin**.

- Prag zaznavanja kislega okusa ni enak za šibke in močne kisline (šibke imajo nižji prag).
- Po eni strani je kisel okus znak, da je hrana za človeka in živali zanimiva, npr. pomaranče, grenivke, ali kisli bonboni.
- Po drugi strani pa kislost iz pokvarjenih živil in nedozorelega sadja vzbudi pri človeku zavračanje.

Kisel okus imajo snovi, ki **v vodni raztopini disociirajo** - so donorji protonov.

- Na intenzivnost kislega okusa vpliva pH in strukturne značilnosti kisle molekule.
- Zaznana kislost je v močnih anorganskih kislinah (HCl) proporcionalna koncentraciji protonov – pHju, medtem ko je med kislim okusom in pH organskih kislin (citronska kislina) slaba korelacija; to kaže, da k intenzivnosti kislega okusa pripomorejo v kisljih sredstvih tudi anioni.
- Nekaterе organske kisline niso kisle (aminokislina D-triptofan je sladka).

SLAN OKUS

Je dolgo predmet raziskav.

- Poznane zelo stare raziskave rastlinojedcev, s katerimi so proučevali različne vire NaCl (rastlinski prehrani primanjkuje natrija). Znano je tudi, da so rimskim vojakom del plače dajali v obliki soli.
- Zanimanje za slan okus in sol (NaCl) kot dodatek za izboljšanje okusa hrane se je povečalo, ko je postalo jasno, kako škodljiva je lahko sol za človekovo zdravje.
- Nesposobnost organizma, da bi te ione v telesu skladiščili (kot npr. kalorije ali kalcij). Vse kopenske živali in sladkovodne živali morajo zaužiti natrij.

- Slan okus povzročajo soli, ki so **topne v vodi in disociirajo na katione in anione**.
- Okus soli je odvisen od kationov in anionov ter od koncentracije.
- Soli so po okusu zelo različne in so zato prav glede na okus razvrščene v skupine.
- Slan okus imajo nizkomolekularne anorganske **soli**: NaCl, LiCl (oba imata čist okus), KCl.
- Soli s srednjo ali veliko molsko maso so slane + kisle (soli KBr in NH_4I)
- Soli s srednjo ali veliko molsko maso imajo lahko tudi grenak okus (cezijev klorid in KJ),
- Pb-acetat in berilijev klorid sta sladka (svinčev sladkor so v sred. veku uporabljali za sladkanje vina).

SLADEK OKUS

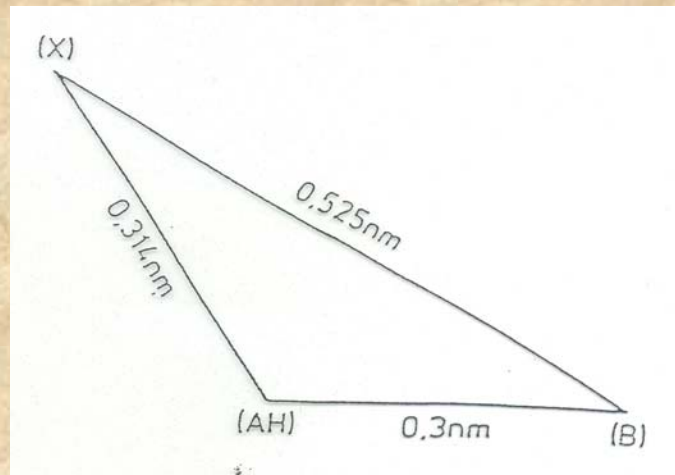
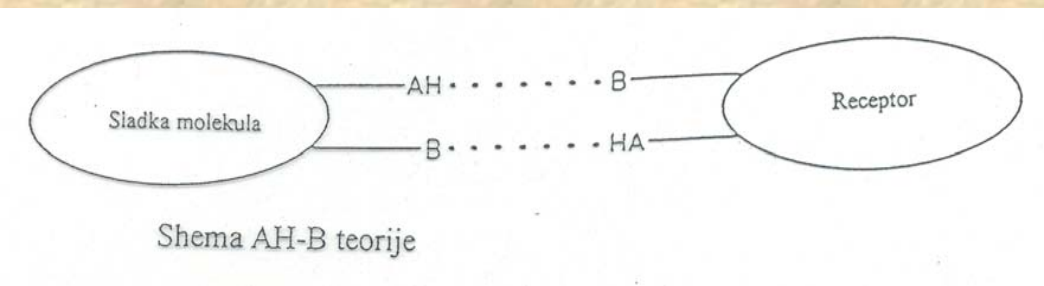
- Je zelo pomemben pri zaznavanju hrane, zato ima ekonomski in socialni pomen (sladkor pomemben komercialni artikel)
- Za sladkanje se uporabljajo tako naravna kot tudi umetna sladila.
- Predvsem s socialnega in medicinskega stališča se zaradi preprečevanja debelosti, srčnih bolezni, zobnega kariesa, diabetesa, priporoča uporaba nehranljivih sladil.
- Sladek okus se smatra kot merilo ogljikovih hidratov in aminokislin v živilih in zato njihove energije.

Sladek okus imajo po kemijski strukturi zelo različne spojine:

- sladkorji,
- sladkorni alkoholi
- aminokisline, aminokislinski derivati
- peptidi
- karbonske kisline itd.

Najbolj čist sladek okus za človeka ima saharoza

Sladkost posameznih saharidov in sladkornih alkoholov



saharoza	100
D-glukoza	55 – 60
D-fruktoza	80 – 145
sorbitol	50
manitol	40 - 60
ksilitol	80 - 103
D-galaktoza	40 - 60
laktoza	27 - 39

- Sladek okus ni tipičen za vse saharide; so lahko tudi grenki. Fruktioza je skoraj dvakrat slajša od saharoze.
- Obstaja nekaj izjem - spojin, ki imajo hidroksilne skupine zamenjane s Cl in so značilno bolj sladke kot saharoza (npr. tetraklorogalaktosaharoza ima 4 Cl namesto OH skupin in je 2200 krat slajša kot saharoza) - sukraloza!
- Sladek okus je posledica lahko dokaj različne razporeditve hidroksilnih skupin;
- povečanje hidrofobnosti (C-Cl skupine so kompatibilne z nepolarnimi skupinami) poveča sladkost.
- Polioli (1,2-dihidroksietan, glicerol) so manj sladki kot saharoza.
- Pet-, šest- in sedem-ogljiko polioli (D-ribitol, D-sorbitol, mio-inositol, perseitol) so po sladkosti podobni saharozi.

Umetna sladila

Saharin so odkrili že leta 1879 – izreden komercialni uspeh in veliko potrošnjo.

Ciklamat - vzet iz prometa zaradi metaboličnega produkta cikloheksamina, ki je karcinogen.

Aspartam – peptid: veliko polemik zaradi potencilanega učinka na posameznike, ki jim primanjkuje encim hidroksilaza – potrebnega za pretvorbo fenilalanina v tirozin (genetska okvara prisotna pri fenilketonuriji).

Beljakovine s sladkim okusom: **monelin** (protein, ki je sestavljen iz 94 aminokislin; iz sadežev grmičastih jagod) in **taumatoin** (tudi beljakovina, ki jo gradi 207 aminokislin v enojni polipeptidni verigi z 8 disulfidnimi vezmi; izolirali so ga iz jagod grmičevja)

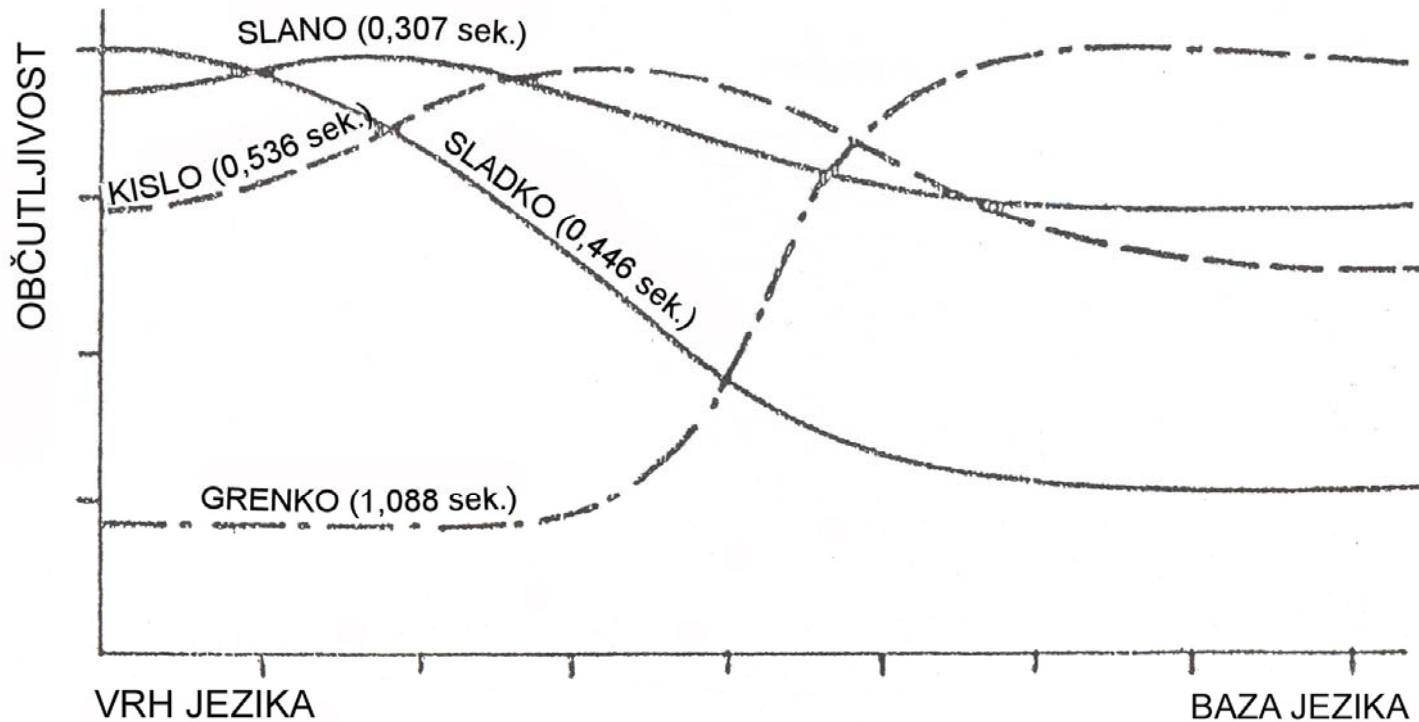
GRENEK OKUS

- Receptorji za okus so najbolj občutljivi za grenke substance.
- Grenek okus se smatra kot merilo toksinov in zato zavračanja močno grenkih okusov.
- Grenek okus je nekakšno svarilo za človeka in tudi žival pred nevarnimi sestavinami hrane.
- Zelo toksične spojine kot so alkaloidi (brucin, strihnin, solanin) so intenzivno grenkega okusa (zaznavnost že med 10^{-6} in 10^{-5} M); zelo grenke peptide dobimo z bakterijsko razgradnjo mlečnih beljakovin.

- Glavne grenke snovi so rastlinskega izvora: alkaloidi: kofein, kinin, nikotin.
- Grenke so nekatere amino kisline, nekatere soli (MgSO_4), aminokisline, peptidi.
- Pikrinska kislina (2,4,6-trinitrofenol) ima grenek okus (pikros v grščini pomeni grenak), ki prekrije pričakovani kisel okus močne kisline.
- 5-nitrosaharin je zelo grenak – v nasprotju z zelo sladkim saharinom, ki pa ima tudi grenak pookus.
- Tiourea in drugi tioamidi so zelo grenki.

Oralna zaznava osnovnih okusov:

slano	0,307 sek.
sladko	0,446 sek.
kislo	0,536 sek.
grenko	1,082 sek.



UMAMI OKUS

- Umami okus se smatra kot merilo ogljikovih hidratov in aminokislin v živilih in njihove energije.
- Na-glutaminat, inozin monofosfat, guanozin monofosfat - močni ojačevalci okusa jedem – v območju pH 5-8

KOVINSKI OKUS

- Železove spojine (Fe sulfat heptahidrat)

DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA ZAZNAVANJE OKUSA

- Vpliv temperature
- Vpliv viskoznosti vzorca
- Vpliv starosti
- Vpliv spola preskuševalcev
- Vpliv kajenja in žvečenja tobaka
- Vpliv barve osnovnih raztopin

- Mehanizem medsebojnega delovanja dražljajev okusa in gustatornih receptorjev, ki imajo za posledico prenos električnega signala v možgane, še ni pojasnjen.
- Dolgo je veljalo, da so za vsak okus predvidene (namenjene) specifične brbončice, živčna vlakna in področja v možganih oz. možganskih centrih. Z raziskavami in eksperimenti so dokazali, da iste brbončice lahko zaznavajo različne okuse, če so ustrezno vzdražene.
- Sposobnost okušanja je prirojena, lahko pa med populacijo variira za faktor 100. Pragi prepoznavanja za posamezne okuse so:

(v ut. %/vol H₂O):

- NaCl: 0,1;
- saharoza: 0,50;
- kofein: 0,015;
- vinska k.: 0,002.

VONJ

kemoreceptor

Čutilo za vonj - **olfaktorni organ - nos**

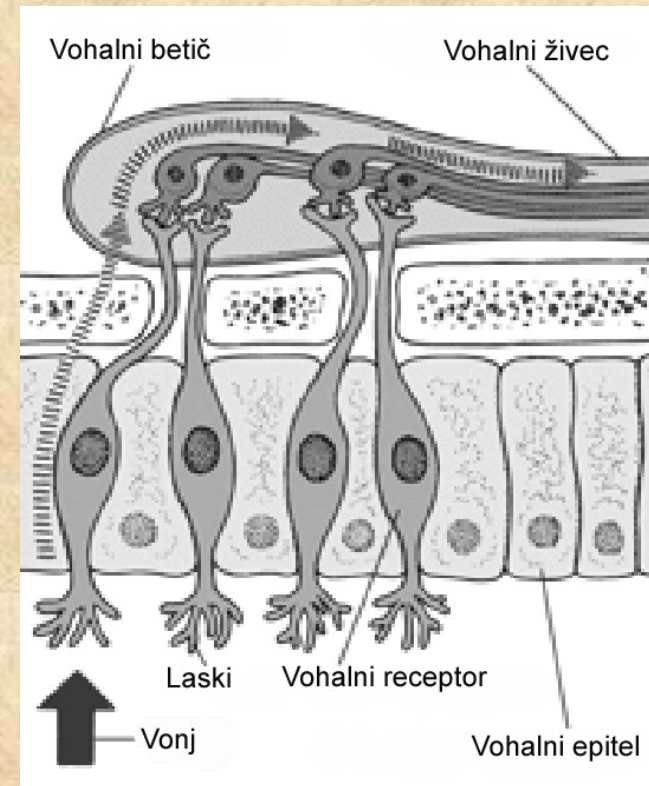
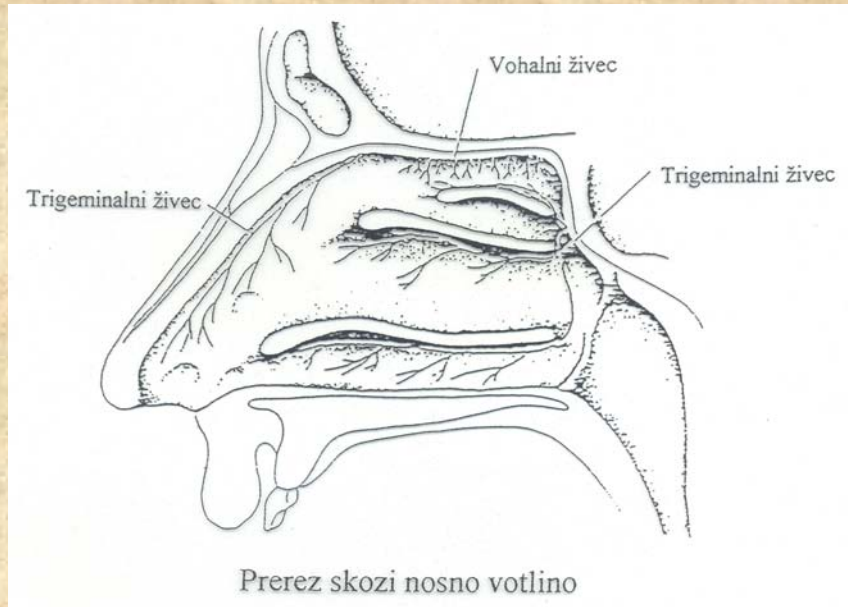
Periferni receptorji olfaktornih dražljajev so vonjalne celice - na majhni površini vohalne sluznice v nosni votlini (1 cm²).

V nasprotju z gustatornim organom je poznanih več 100 različnih olfaktornih receptorskih proteinov in zato tudi zelo veliko različnih receptorskih vonjalnih senzoričnih celic.

Funkcije vonjalnega - olfaktornega organa - nosu:

- vonjanje,
- segrevanje
- filtracija zraka.

Veliko površino zagotavljajo notranje stranske stene nosu s tremi skoraj ravnimi gubami - tvorijo v nosu tri prekate: spodnji, srednji in zgornji prekat.



Receptorske celice - v obliki beta, imajo izrastke - olfaktorne laske, na katerih so receptorska mesta za molekule dišečih snovi.

V nosni sluznici človeka je približno 30 milj. olfaktornih receptorjev, njihova življenska doba je 3 – 12 mesecev.

Hlapne snovi pridejo do olfaktornih receptorjev:

- skozi nos - nazalna pot
- skozi žrelo - retronazalna pot
- preko krvi, difundirajo iz kapilar v nosni votlini.

Previdnost pri vonjanju! Utrujenost receptorjev! Možnost adaptacije

Pri običajnem dihanju potuje zrak skozi spodnji prekat.

Pri vohanju potegnemo zrak strmo navzgor (sniffing), pri čemer potuje zrak tudi skozi zgornji prehod, kjer cirkulira in pri tem pridejo hlapne snovi v stik z olfaktornimi receptorji.

Pri vonjanju različnih močno dišečih substanc opozorilo, da ne smemo vohati premočno!

Vedno je potrebno najprej trikrat previdno povohati (to smell) in šele v primeru, če na tak način nismo nič zaznali, je dovoljeno potegniti zrak strmo navzgor (to sniff).

Teorija vonjanja:

Molekule dišečih snovi morajo biti **hlapne in topne v vodi** - adsorbpcija na površini receptorjev - **sprememba naboja** - **impulzi** se po živčnih vlaknih prenesejo v možgane.

Hlapne snovi stimulirajo tudi končiče **trigeminalnega živca**, ki je odgovoren je za zaznavo okusa, vonja, toplote, bolečine in dotik. Udeležen je pri zaznavi neprijetne senzorične lastnosti: ostrega vonja in okusa; skrbi za to, da ostre snovi ne vzdražijo preveč receptorjev; bolečina, varovanje.

Pri malih molekulah prevladuje pri vonju vpliv značilne skupine, amoniak, H_2S , metilsulfid. Pri večjih molekulah daje funkcionalna skupina le noto vonja.

Ljudje se močno razlikujejo po sposobnosti vonjanja. Ta je dedna, le v manjši meri je povezana s staranjem; vsako leto se število živčnih vlaken zmanjša za 1%.

Razlike so tudi med spoloma, vpliva pa tudi počutje, zdravstveno stanje, nosečnost...

Ko prične dražljaj delovati na sluznico, se značilna občutljivost za posamezen vonj hitro zmanjša.

Adaptacija je pri vonjih hitra, občutljivost hitro in močno pada, posebno pri močnih vonjih.

Posledica je, da lahko pridejo do izraza drugi vonji, ki pred tem niso mogli biti zaznani. Tako se lahko spremeni kvaliteta vonja.

AROMA

AROMA = okus + vonj zaznan nazalno in retronazalno (37° C).

FLAVOUR = okus + vonj + haptične zaznave iz ustne votline, z jezika, žrela.

Definicije arome

Aroma je občutek, ki ga povzroči snov, ki jo vzamemo v usta, in ga zaznamo:

- s čutoma za okus in vonj ter
- z receptorji za bolečino, dotik in temperaturo v ustih in v nosu.

Aroma je torej kombiniran občutek, ki ga izzove snov, ko jo zaužijemo in predstavlja njen okus in vonj, dotik, temperaturo in bolečino.

Študij arome je težka naloga, ker so živila zelo kompleksni sistemi.



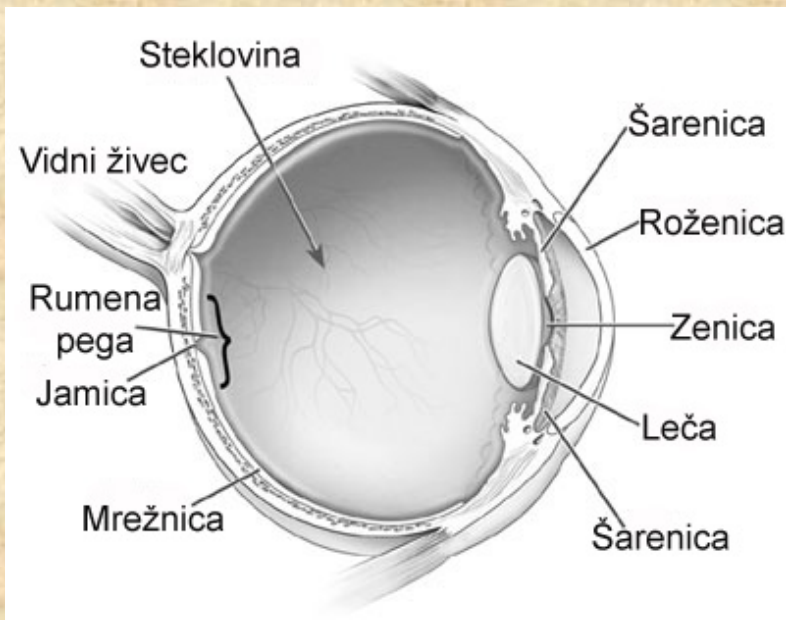
VID

fotoreceptor

Čutilo za vid - **oko**

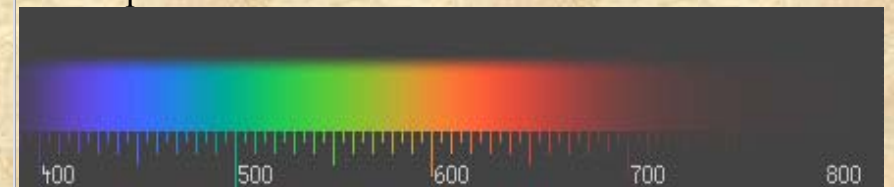
Vidna (vizualna) zaznava obsega: **barvo, obliko, oddaljenost, površino, teksturo.**

OKO: Svetloba vstopa v oko skozi prosojno roženico - leča jo usmeri na mrežnico - vzburjenje receptorjev - živčni dražljaji - vidni živec - možgani - zaznava vida.



Barva	Območje <u>valovne dolžine</u>	<u>Frekvenčno</u> območje
<u>rdeča</u>	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
<u>oranžna</u>	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
<u>rumena</u>	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
<u>zelena</u>	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
<u>ciano modra</u>	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
<u>modra</u>	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
<u>vijolična</u>	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

Zvezni spekter

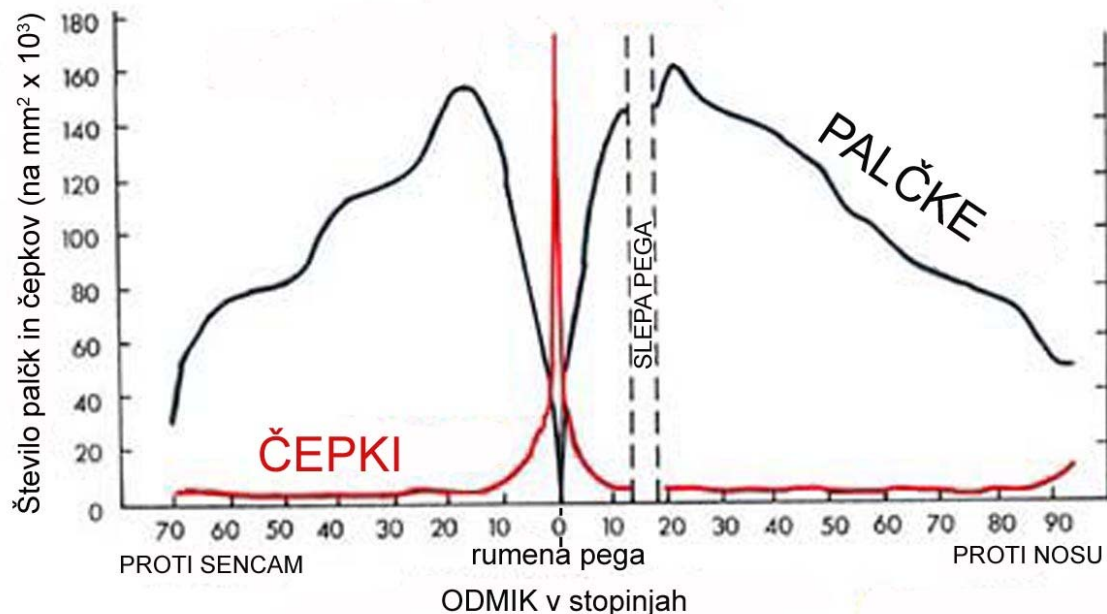


Izdelano za monitorje s korekcijo gama 1,5.

Mrežnica - retina - dva tipa receptorjev - fotoreceptorjev:

- **čepki** - občutljivi na barve, lokalizirani v rumeni pegi; poznamo tri vrste čepkov, občutljivih pri različnih valovnih dolžinah: zeleni, rdeči, modri.
- **paličice** - pomembne za gledanje v mraku, razporejene okrog rumene pege

Mrežnica vsebuje ca 125 milijonov paličic in ca 5,5 milijonov čepkov.



Glavna sestavina fotoreceptorjev so **pigmenti vida**: rodopsin v paličicah in jodopsin v čepkih. Svetloba povzroči razpad pigmenta rodopsina na retinin in opsin (beljakovina).

Ta kemijska sprememba povzroči dražljaj, ki se po živčnih vlaknih prenese v vidni živec in od tu v možgansko središče.

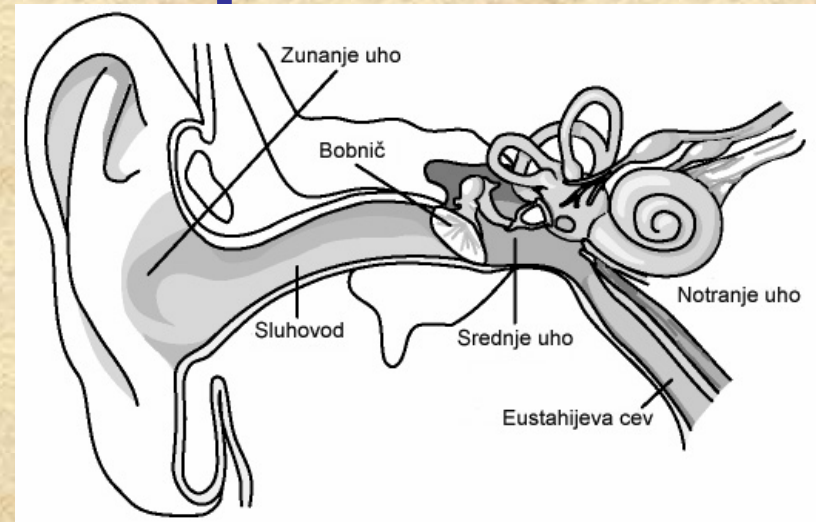
Vsaka vizualna zaznava traja ca 0,1 sekunde.

Človekovo oko reagira le na vidno svetlobo v območju 400 do 700 nm.

SLUH

mehanoreceptor

Čutilo za sluh je uho.



Slušna informacija potuje po dveh kanalih – dvojna informacija omogoča lokalizacijo zvoka, glasnost in kakovost.

Pri uživanju hrane - zaznavanje zvoka

- po normalni poti skozi sluhovod,
- tresljaji, ki nastajajo med žvečenjem, se prenašajo po kosteh glave neposredno do srednjega ušesa.

Zvok - **valovi**, področja zgoščene in redke zračne mase – se v **uhlju** zberejo – potujejo po **sluhovodu** do **bobniča** – ta se zatrese, **tresljaji** se prenesejo na tri **kosti** srednjega ušesa (kladivce, nakovalce, stremence) - v notranje uho, v katerem je **polž** napolnjen s tekočino - Cortijev organ, membrana; **sprememba pritiska** povzroči **dražljaje**, ki se po slušnem živcu prenesejo do možganov.

Področje sluha je v zvezi z zaznavanjem in vrednotenjem hrane najmanj sistematično raziskano.

Znano je, da človek določene senzorične zaznave povezuje s faktorji okusa: npr. surova riba cvili pod zobmi, na prag zaznavanja vpliva hrup - sladko zviša, kislo (vinska k.) zniža.

Zvok povezujemo s teksturnimi lastnostmi in okusom (kakovost peciva, krhkost solate) - zrelost lubenice, polnost embalaže (riž, sok v konzervi), zvok porcelana, stekla, plastike.

Malo je znanega o zaznavah in odzivih gluhih oseb.

TIP

Receptorji, ki zaznavajo informacijo o **pritisku, dotiku, temperaturi in konsistenci** živila so razporejeni v: **koži, mišicah, kitah in sklepih.**

Somatosenzorika: mehanoreceptor (mehanski dražljaj), termoreceptor (toplo, hladno), nociceptor (bolečinski), kemoreceptor (kemijske snovi).

Taktilni organi so tudi v **ustni sluznici, na dlesnih, jeziku, mehkem in trdem nebu, okrog korenov zob, v sklepih in muskulaturi**, ki sodeluje pri žvečenju. Z njimi zaznamo **trdoto, mehko, žilavost, krhkost, lepljivost, topnost.**

Tip je kombinacija dveh vrst zaznav:

- **somestetičnih zaznav** - zaznave mehanskih receptorjev na koži oz. tik pod povrhnjico - registrirajo **pritisak, dotik, temperaturo in bolečino**.
- **kinestetičnih zaznav** - zaznave receptorjev v mišicah, kitah in sklepih in registrirajo **občutek gibanja**. Receptorji v kitah in sklepih registrirajo premike prstov in rok, povedo smer, položaj in hitrost gibov; receptorji v mišicah pa zaznajo smer gibanja mišic, silo, potrebno za prelom, zlom, elastičnost, deformacijo.

Molekule **maščobe** so prevelike, da bi stimulirale čut za okus ali vonj; učinkujejo na taktilne zaznave (opišemo kot oljavo, kremasto, smetanasto). Dražljaje posreduje trigeminalni živec.

TEKSTURA

Definicija ISO 5492:

Vse mehanske, geometrijske in površinske lastnosti izdelka, ki se zaznajo z mehničnimi, tipnimi in kjer je to primerno, tudi z vidnimi in slušnimi receptorji.

Mehanske lastnosti – tiste, ki se nanašajo na odziv izdelka na obremenitev: trdota, prožnost, vezljivost, viskoznost in sprijemljivost.

Geometrijske lastnosti – tiste, ki se nanašajo na velikost, obliko in razporeditev delcev v izdelku.

Površinske lastnosti – tiste, ki se nanašajo na občutek, ki ga povzroči delež vode in/ali maščobe. V ustih so te lastnosti vezane tudi na način, kako se te sestavine sproščajo.

TEKSTURA

Teksturne lastnosti opisujejo številni izrazi, odvisno od vrste oz. narave živila.

- **Trdnost:** sila, potrebna, da stisnemo živilo med zobmi ali da ga pritisnemo jezikom ob trdo nebo in ga pri tem do določene mere deformiramo.
- **Kohezivnost:** obseg deformacije, dokler se živilo ne stre.
- **Viskoznost:** sila, ki je potrebna, da potegnemo tekočino iz žlice na jezik.
- **Elastičnost:** obseg povrnitve deformiranega materiala v prvotno stanje.
- **Adhezivnost:** sila, potrebna, da odstranimo lepljiv material z neba.