

Mennesket har to forskellige sanser, der giver information om kemiske forbindelser i omgivelserne, lugtesansen og smagssansen. Mens smagssansen er en nærsans, som kræver direkte kontakt med smagskilden, er lugtesansen en fjernsans, som kan påvirkes langt fra lugtkilden. Lugtesansen er den mest følsomme af disse kemiske sanser. Lugtstofferne kan sanses ved meget lavere koncentrationer end smagsstofferne, og man kan skelne mellem langt flere forskellige lugte.

Lugtesansen:

Lugtstofferne kommer til sanseceller i næsehulen (lugtecellerne) via indåndingsluften og er derfor som regel flygtige stoffer i luftform. Lugtstofferne kan imidlertid også være opløst i små vanddråber i luften.

Hos det moderne menneske spiller lugtesansen en langt mere underordnet rolle. Det skyldes ikke, at lugtesansen hos mennesket er specielt dårlig, da det er i stand til at skelne mellem mange tusinde forskellige lugtstoffer. For nogle kemiske forbindelser gælder, at følsomheden er så høj, at de enkelte lugteceller reagerer på blot ét enkelt eller nogle få molekyler. En væsentlig årsag til, at lugtesansen er af mindre betydning hos det moderne menneske, er, at alternative metoder har overtaget lugtesansens oprindelige opgaver. Lugtesansen påvirker alligevel vores adfærd. Hvis dette ikke var tilfældet, havde der for eksempel ikke været noget grundlag for parfumeindustrien.

Lugtecellerne: Ligger i et sanseepithel (lugteepithel) øverst i næsehulen. Lugteepithelet dækker ca. $2,5 \text{ cm}^2$ i hver næsehalvdel og indeholder i alt ca. 20 millioner lugteceller. Lugtecellerne er sensoriske nerveceller med en dendrit, som løber til overfladen af epithetet. Der ender dendritten i en opsvulmning, som har 10-20 lange cilier. I disse ciliers overflademembran ligger receptormolekylerne. Dette giver cellerne en stor sensorisk overflade, som har kontakt med omgivelserne. Cilierne ligger badet i et slimlag, der produceres af specielle kirtler, og lugtstofferne må først opløses i dette slimlag for at nå receptormolekylerne. Kirtlerne producerer slim hele tiden, og slimlaget glider langsomt over lugteepithelet. Dette holder epithetet fugtigt og rent.

Lugtecellerne leder nerveimpulserne til synapser i lugtecenteret, som ligger i kraniehulen og er en del af storhjerne. Lugtecellerne er de mest eksponerede af kroppens nerveceller, og det er også de eneste nerveceller, som kan erstattes ved almindelig celledeling efter fødslen. Lugtecellernes levealder er ca. 2 måneder, og døde celler erstattes ved mitose og differentiering af såkaldte basalceller.

Stimulering af lugteceller: Lugtecellerne har et stort antal forskellige receptormolekyler, der binder forskellige typer af lugtemolekyler. Når lugtereceptorerne har bundet lugtemolekylerne sker der en kæde af reaktioner i cellen, før ionkanalerne i cellemembranen åbnes. Dette medfører en kraftig signalforstærkning (kaskadereaktion), som gør lugtecellerne følsomme.

Lugtoplevelse: Hver enkelt lugtecelle er følsom for et stort antal forskellige lugtstoffer, men cellerne varierer med hensyn til hvilke stoffer, der giver størst respons. Ved at sammenligne impulsfrekvensen i de forskellige lugteceller får hjernen den information, som er nødvendig for at skelne mellem mange tusinde forskellige lugtstoffer.

Fra lugtecentret går der nervefibre direkte til storhjernebarken, og dette er de eneste sensoriske nervebaner, der når storhjernebarken uden at gå via thalamus. Lugtecenteret indgår i det limbiske system, som er centret for vore følelser. Det forklarer, hvorfor forskellige dufte har så let ved at vække stærke følelser. Hvilke følelser, der vækkes af bestemte lugte, kan variere på baggrund af tidligere erfaringer og tilstanden i kroppen i øvrigt. For eksempel vækker lugten af god mad glæde og forventninger, hvis man er sulten, mens den samme lugt kan virke ubehagelig og kvalmende, når man er mæt.

Smagssansen:

Smagssansen er vigtig for at kontrollere det, vi spiser og drikker, og for den bevidste afgørelse af, om vi skal synke det, som er i munden.

Smagscellerne: De fleste af de sanseceller, der er ansvarlige for smagssansen, sidder på siden af tungepapillerne på oversiden af tungen. Sammen med støtceller og basalceller er smagscellerne ordnet i grupper, som kaldes smagsløg. Der findes også nogle smagsløg spredt i mundhulen og svelget. Mennesket har ca. 10.000 smagsløg, som hver har 20-40 aflange smagsceller og et tilsvarende antal støtceller og basalceller. Smagscellerne ender i et bundt hårlignende udvækster, mikrovilli, hvor receptormolekylerne er koncentreret. Disse udvækster stikker ud i en fordybning (smagspore), som står i direkte forbindelse med væsken i omgivelserne.

I smagsløgene er smagscellerne beskyttet mod beskadigelse, når maden tygges, og løgenes placering på siderne af tungepapillerne giver yderligere beskyttelse. Smagscellerne er alligevel udsatte for slitage, og en smagscelles levealder er ca. 10 dage. Ødelagte celler erstattes efterhånden ved basalcellernes celledeling.

Stimulering af smagscellerne: Når smagsstofferne er opløst i væsken i mundhulen, diffunderer de gennem smagsporerne og når receptormolekylerne i smagscellernes overflademembran. Bindingen til receptormolekylerne medfører en kaskadereaktion i cellen, på samme måde som i lugtecellerne. Smagscellerne har ikke egne axoner, men danner synapser med sensoriske nervefibre, som løber til hjernen i hjernenerverne VII (smagstråde fra tunges forreste 2/3) og IX (smagstråde fra tungeste bageste 1/3).

Stimulering med rene kemiske stoffer har vist, at det er muligt at skelne mellem 4 grundlæggende smagskvaliteter:

- Salt.
- Surt.
- Sødt.
- Bittert.

Ioniseret, uorganisk salt giver salt smag, mens den sure smag skyldes brintioner (H^+). Den søde smag kan derimod ikke knyttes til bestemte kemiske forbindelser. Smagssansen er mest følsom for bitre stoffer, som kan sanses i koncentrationer, der er flere tusind gange lavere end salte og søde forbindelser¹. Den store følsomhed for bitre stoffer hjælper med til at undgå forgiftninger, da man almindeligvis forkaster mad, der smager bittert.

En enkelt smagscelle er følsom for flere af de grundlæggende smagskvaliteter, men følsomheden er som regel størst for én af dem. Det samme gælder for smagsløgene, som er således fordelt på tungen, at følsomheden for de 4 smagskvaliteter er forskellige i forskellige områder.

Bagerst på tungen dominerer sanseceller, der er mest følsomme for bitter smag, mens de fleste sanseceller på tungespidsen har størst følsomhed for sød og salt smag. Sansecellerne på siden af tungen er mest følsomme for salt og sur smag.

Smagsoplevelse: Nervesystemet koder og tolker smagsinformation på samme måde som beskrevet for lugtinformation. En bestemt smagskilde medfører et bestemt forhold mellem impulsfrekvenserne i de forskellige sensoriske nervefibre fra smagsløgene. Ved at sammenligne disse fibres impulsfrekvens kan hjernen skelne mellem flere hundrede forskellige slags smag, selvom der kun er 4 grundlæggende smagskvaliteter.

¹ De fleste plantegifte smager bittert.

Lugt har også afgørende betydning for det, man oplever som smag. Når maden tygges, bliver der frigjort aromastoffer, som kommer op i næsehulen fra svælget og påvirker lugtecellerne. Også madens konsistens og temperatur bidrager til smagsoplevelsen.

I nervebanerne i smagscellerne og storhjernebarken er der synapser både i hjernestammen og i thalamus. Den bevidste oplevelse af smag er knyttet til storhjernebarken, mens synapserne i hjernestammen deltager i ubevidste reflekser, som er med til at styre udskillelsen af fordøjelsessekreter. Også i det limbiske system modtager nervefibre fra smagsbanerne. Det forklarer, hvorfor forskellige slags smag, i lighed med lugte, kan vække bestemte følelser. I praksis foretrækker vi nogle former for smag frem for andre, og dette er i stor udstrækning genetisk bestemt. Hvad man foretrækker, kan imidlertid forandre sig som følge af kroppens behov. En person, der mangler salt i legemsvæskerne, finder for eksempel, at maden smager bedre, hvis den saltes ekstra meget. Smagspræferencerne kan også forandres gennem erfaring. Hvis et bestemt måltid medfører kvalme eller ondt i maven, vil smagen og lugten af tilsvarende mad senere opleves som ubehagelig og vække negative følelser.

Klinik:

- Reduceret smagssans hos ældre: Efter 45-års alderen reduceres antallet af smagsløg mærkbart. Antallet af lugteceller reduceres også, og samlet fører disse forandringer til, at ældre mennesker ofte oplever maden som smagløs og ikke særlig appetitvækkende. Yngre mennesker kan opleve en reduktion af smagssansen, når de er forkølede. Så dækkes lugtecellerne af unormalt meget slim, således at lugtesansen reduceres.