

Лекція №7
з курсу «Фізіологічна екологія»
на тему:
«Еколого-фізіологічна
характеристика шкірного та
хімічного аналізаторів»

Викладач курсу: доцент кафедри
фізіології, імунології і біохімії
з курсом цивільного захисту та медицини
Григорова Наталя Володимирівна

ПЛАН

1. Еволюція соматичної рецепції.
2. Шкірний аналізатор.
3. Еволюція хеморецепції.
4. Нюховий аналізатор.
5. Смаковий аналізатор.
6. Роль хімічного аналізатора в формуванні реакцій на зовнішнє середовище.

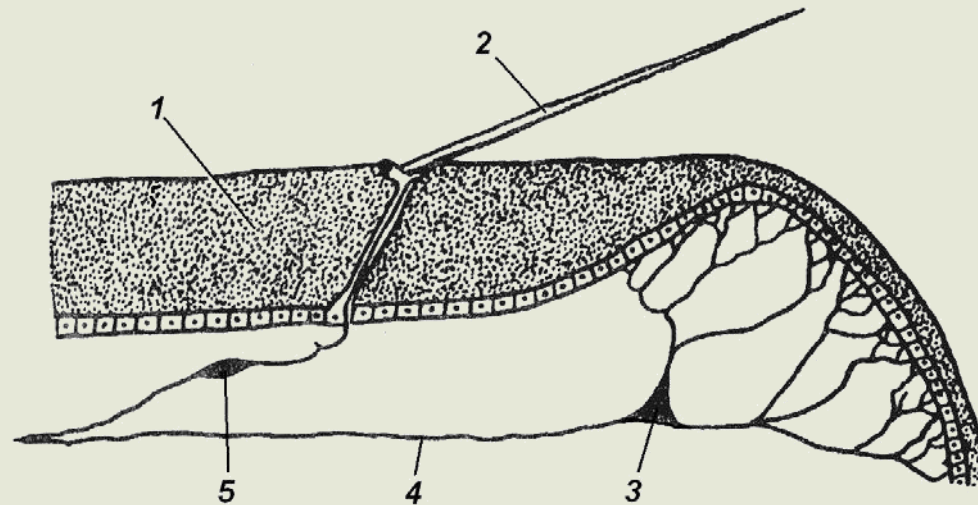
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини : підручник. Суми : Університетська книга. 2023. 400 с.
2. Екологічна фізіологія людини : навч. посіб. для студентів спеціальності 091 Біологія, освітньо-професійних програм Біологія, Лабораторна діагностика / укладачі : Т. Ф. Поручинська, І. Ф. Пасичнюк, А. І. Поручинський. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2021. 272 с.
3. Мазуркевич А. Й., Карповський В. І., Камбург М. Д., Федорук І. С. Фізіологія тварин. Вінниця : Нова книга, 2012. 424 с.
4. Медична фізіологія за Ґайтоном і Голлом [Текст = Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology : підруч.: пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. / Дж. Е. Голл, М. Е. Голл ; наук. ред. пер.: К. Тарасова, І. Міщенко. Київ : ВСВ Медицина, 2022. Т. 1. 634 с.
5. Пашко К. О., Кашуба М. О., Лотоцька О. В. Гігієна та екологія : підручник. Терновіль : Укрмедкнига, 2022. 528 с.
7. Фізіологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / за ред. В. Г. Шевчука. 5-те вид. Вінниця : Нова книга, 2021. 448 с.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М. Ю. Клевець та ін. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 304 с.

1. Еволюція соматичної рецепції

У безхребетних сенсорна функція покриву тіла – це переважно тактильна рецепція механічних подразників. Така рецепторна система виникла на найбільш ранніх етапах еволюції й була первинною механочутливістю всієї поверхні одноклітинного організму. У багатоклітинних безхребетних, починаючи з кишковопорожнинних, вже існує спеціалізована сенсорна система, здібна до сприйняття збуджень довкілля. Рецепторами є гіподермальні чутливі клітини з довгою війкою на дистальному кінці. У плоских червив відбувається розподіл цих гіподермальних рецепторів на хемо- і механорецептори.

Подальший розвиток сенсорних систем обумовив утворення високоспеціалізованих різних рецепторів – тимпанальних і інших органів у членистоногих. У хребетних існують три види рецепторів, які реагують на різні модальності подразників. Це больові (ноцирецептори), терморецептори й механорецептори. У хребетних, на відміну від безхребетних, тіло вкрите шкірою, а не кутикулою, що містить багато рецепторів.

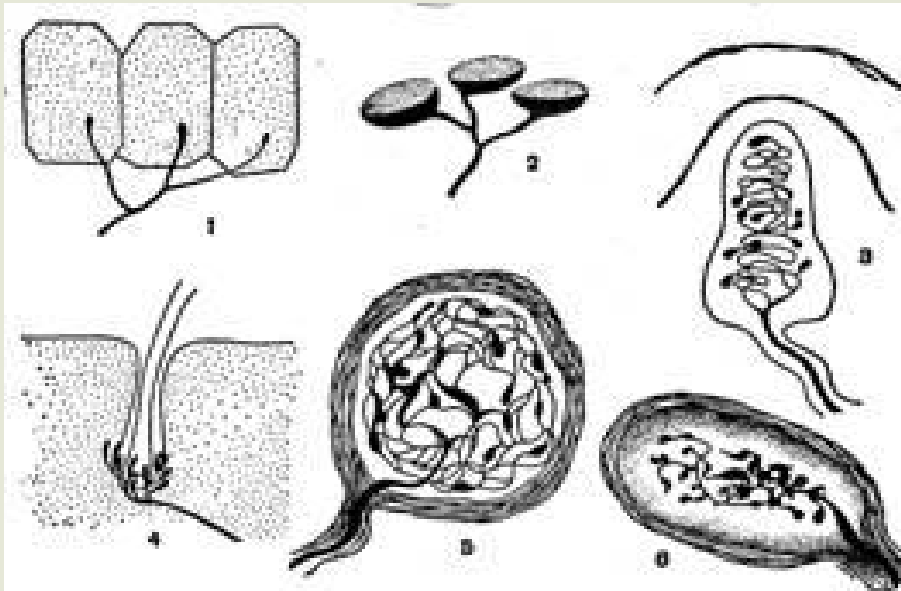


Дотикові рецептори членистоногих:

1 – кутикула, 2 – волосок, 3 – чутлива клітина з численними закінченнями на тонкій кутикулі зчленівної мембрани, 4 – аксон чутливої клітини, 5 – чутлива клітина біля основи волоска.

2. Шкірний аналізатор

За допомогою шкірного аналізатора здійснюється зв'язок організму із зовнішнім світом. Рецептори, які сприймають дотик, - це **тільця Мейснера**; відчуття тиску (**диски Меркеля**); реагуючі на вібрацію – **тільця Фатера-Пачіні**. За відчуття лоскотання відповідають вільні **неінкапсульовані нервові закінчення**, розташовані в поверхневих шарах шкіри.



1 - вільні нервові закінчення в епідермісі; 2 - відчутні тільця Меркеля (головним чином в епідермісі); 3 - дотикове тільце Мейснера; 4 - нервові сплетіння навколо волосяної цибулини; 5 - чутливе до холоду тільце (або колба) Краузе; 6 - фатерпачінієво тільце, чутливе до тиску.

Тактильне відчуття можна отримати в найбільш чутливих тактильних точках, розташованих на кінчиках пальців, губах, кінчику носу.

Поріг тактильного відчуття – це мінімальна сила тактильного подразнення, при якій виникає перше тактильне відчуття. Для його визначення використовують спеціальний набір волосків (**прилад Фрея**). За допомогою естезіометрії визначають **просторовий поріг подразнення** – це мінімальна відстань між двома точками (рецепторами), на якій двоє одночасно прикладених подразників сприймаються як окремі. На кінчику пальців, язика й губі – 1-3 мм, а на спині, плечах, стегнах – 50-100 мм. Розрізняють два види шкірних рецепторів: холодіві й теплові. До холодівіх відносять **колби Краузе**, теплових – **тільца Руффіні**. На 1 см² тильної поверхні руки припадає 11-13 холодівіх і 1-2 теплових рецепторів. У холодівіх рецепторів постійна імпульсація спостерігається в діапазоні від 41 до 10° С, а оптимальна чутливість – у межах від 15 до 30° С.

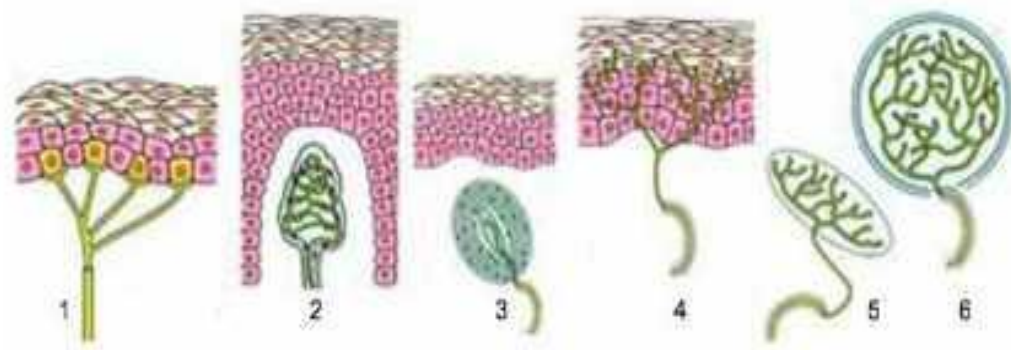
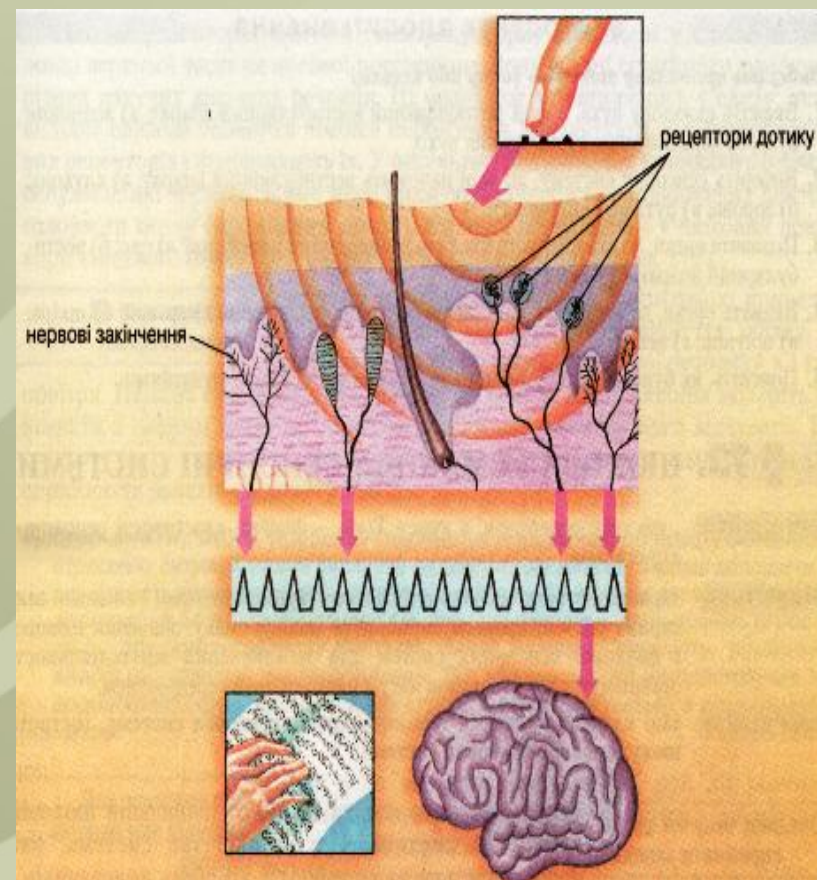
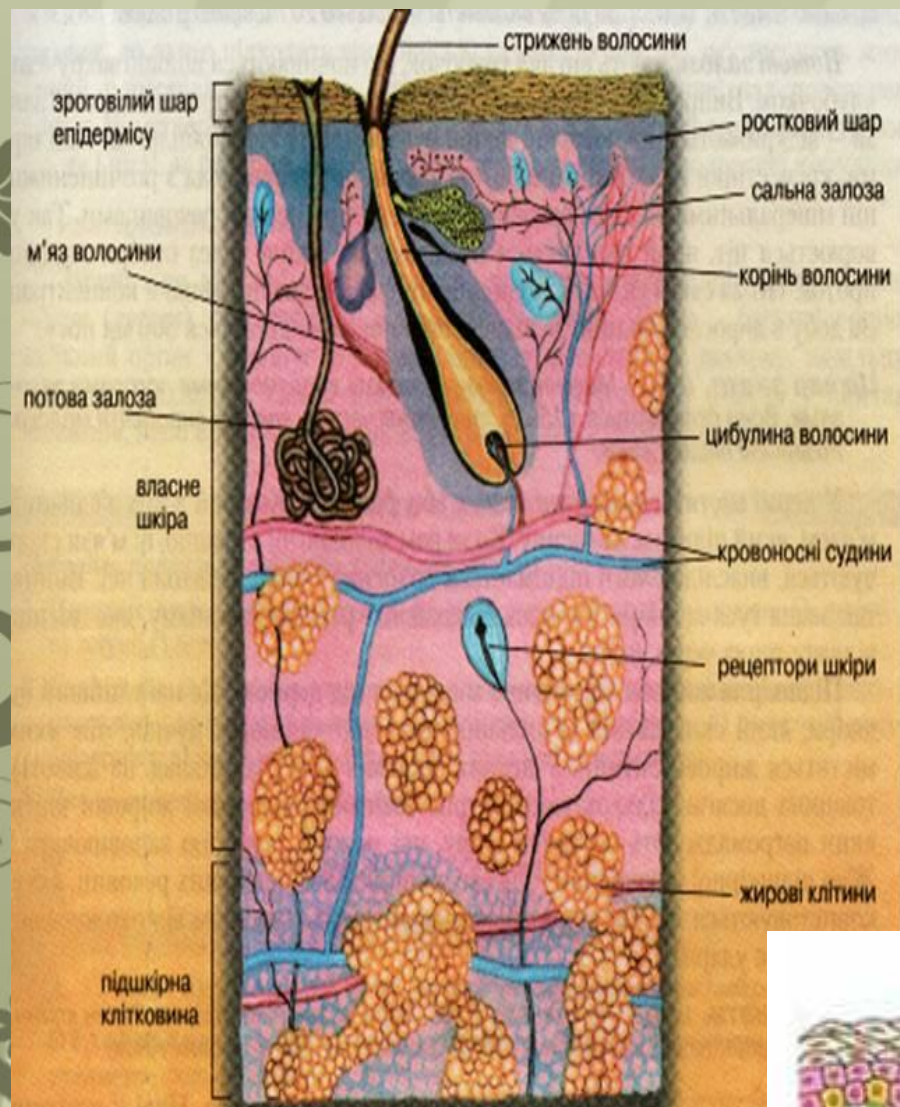
Теплові рецептори реагують постійною частотою ПД у діапазоні від 20 до 50 °C з оптимальною чутливістю в межах 34-42 °C. Це статична реакція рецепторів. Зміни температури на 0,2 ° C викликають зміни імпульсації рецепторів у бік її зменшення або збільшення. Така реакція терморецепторів є **динамічною**.

У діапазоні від 30 до 36 °C відбувається повне зникнення відчуття холоду або тепла – **це зона комфорту, або нейтральна зона**. Якщо підвищити або знизити температуру вище або нижче цієї зони, то з'являється відчуття тепла або холоду.



При невеликих відхиленнях температури або тривалій дії температурного чинника певної величини розвивається повільна часткова адаптація. Великі відхилення температури зовнішнього середовища уповільнюють розвиток адаптації.

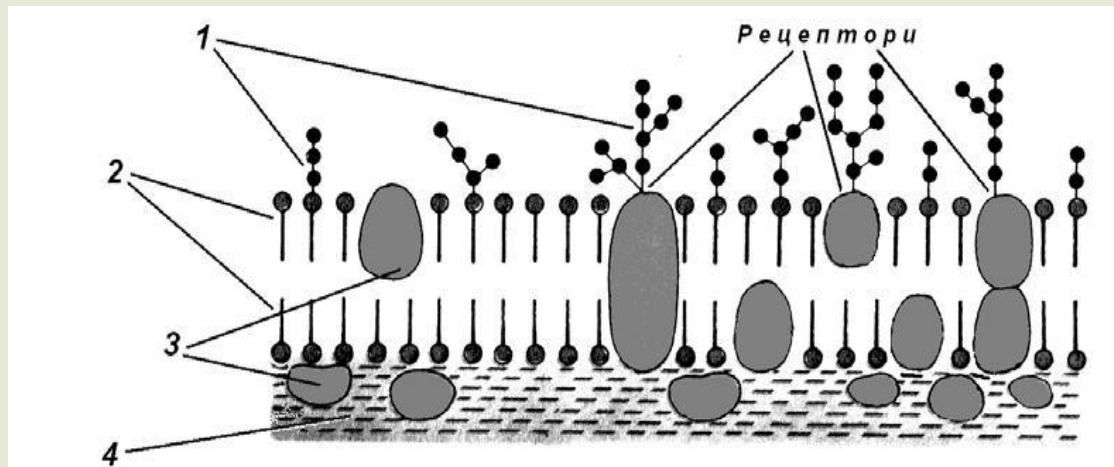
Біль (**ноцицепція**) виникає при подразненні вільних нервових закінчень, які утворюють сплетення навколо органів, у шкірі й м'язах. На 1 см² шкіри припадає 100-200 больових рецепторів. Виділяють 2 причини больових відчуттів: 1) порушення цілісності шкірних оболонок (шкіри); 2) зміна рівня кисневого забезпечення, гіпоксія тканин і як наслідок – накопичення H⁺ -іонів.



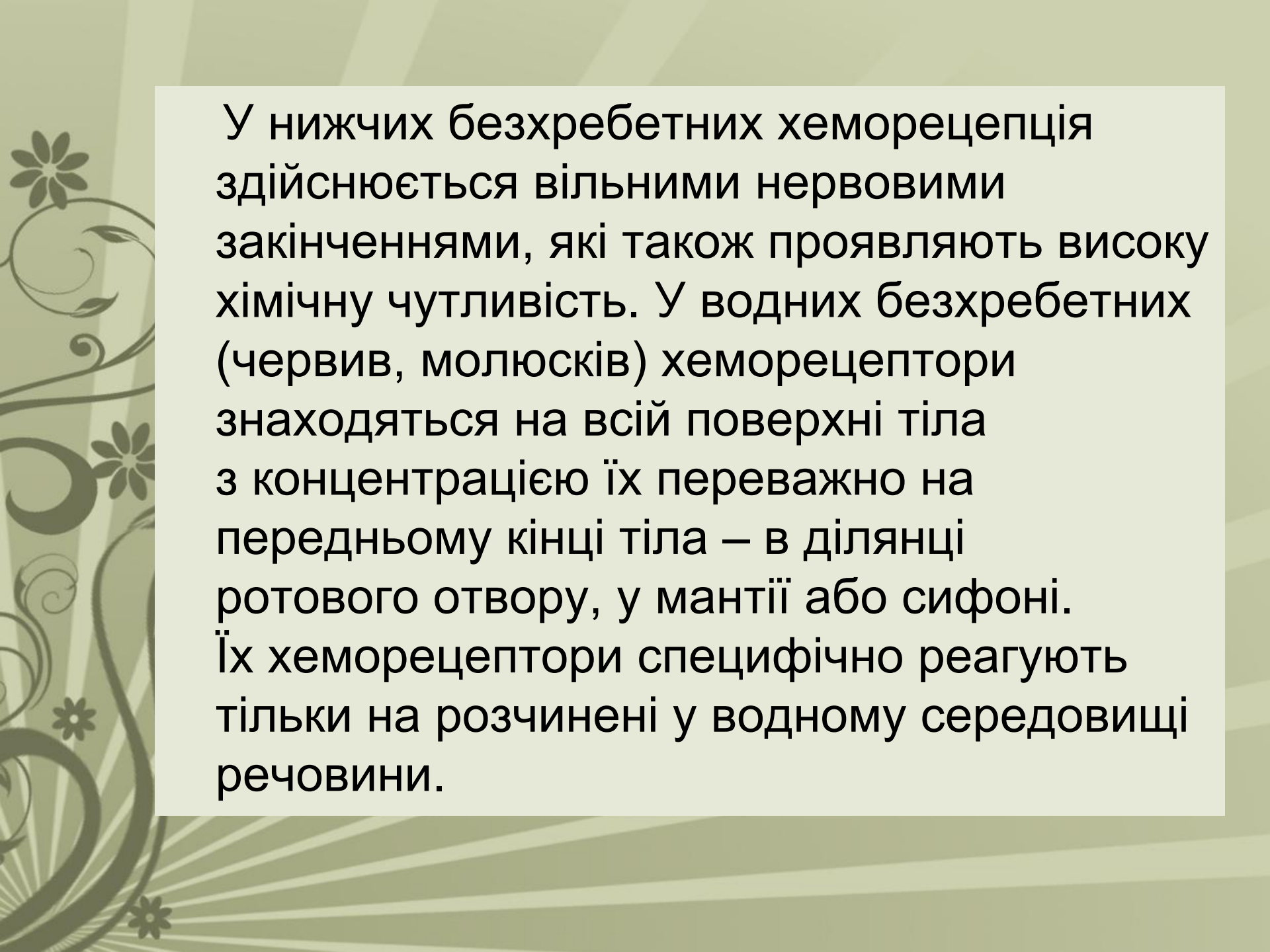
Різноманітні рецептори шкіри: 1, 2 – рецептори дотику; 3 – тиску; 4 – болю; 5 – теплові рецептори; 6 – холодні рецептори

3. Еволюція хеморецепції

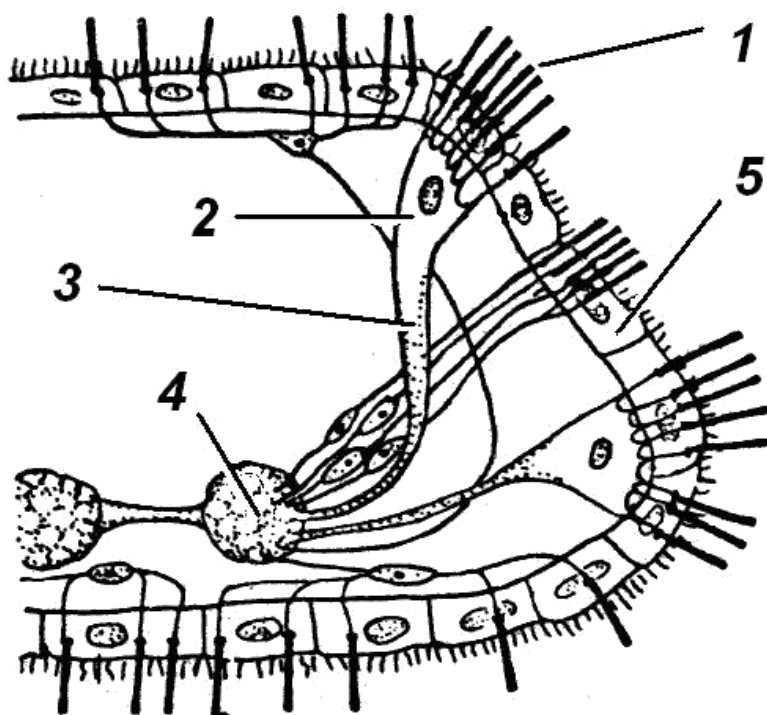
Вже бактерії проявляють вибірккову чутливість до певних хімічних речовин, особливо органічних. У найпростіших виявлені специфічні рецептивні молекули, які вибірково реагують на певні амінокислоти.



Рецептори зовнішньої мембрани найпростіших:
1 – молекули полісахаридів, 2 – два шари молекул ліпідів, 3 – молекули білків, 4 – цитоплазма.

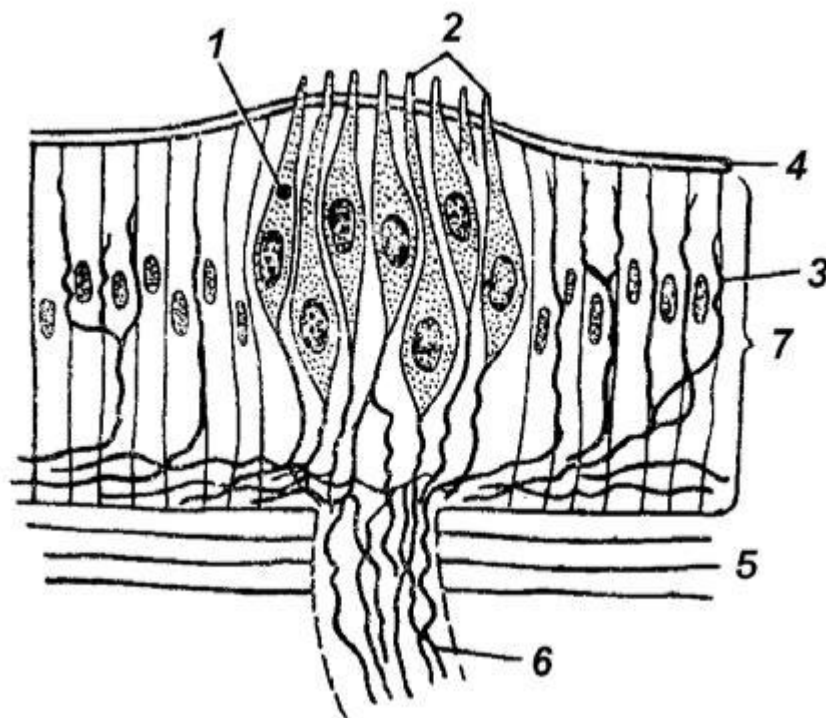


У нижчих безхребетних хеморецепція здійснюється вільними нервовими закінченнями, які також проявляють високу хімічну чутливість. У водних безхребетних (червив, молюсків) хеморецептори знаходяться на всій поверхні тіла з концентрацією їх переважно на передньому кінці тіла – в ділянці ротового отвору, у мантиї або сифоні. Їх хеморецептори специфічно реагують тільки на розчинені у водному середовищі речовини.



Хеморецептори війчастих черв'яків (тип Плоскі черви):

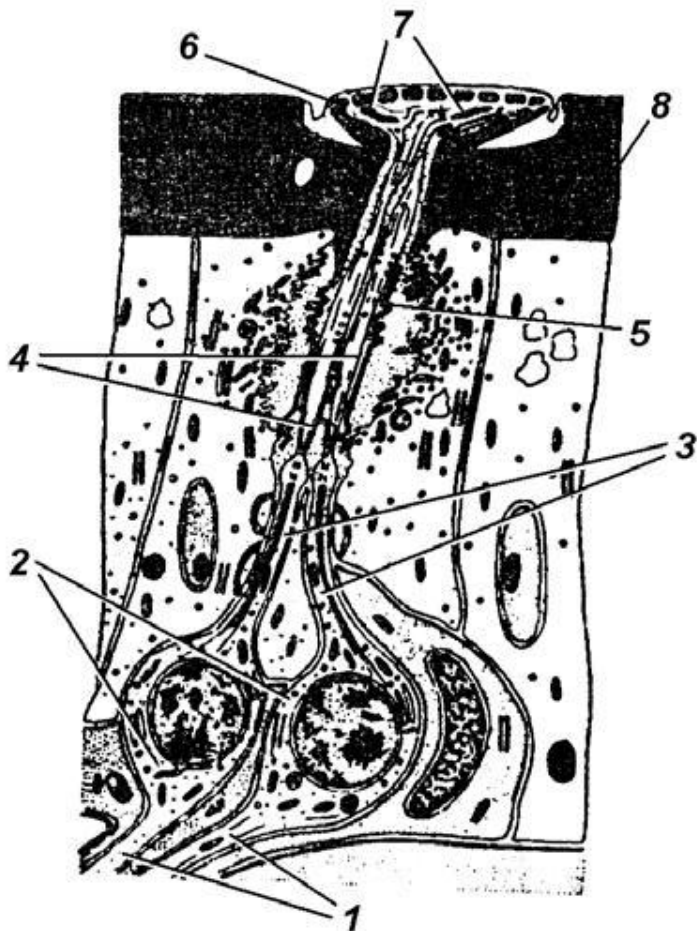
1 – чутливі війки, що зв'язані з чутливими клітинами,
 2 – чутлива нервова клітина,
 3 – відросток нервової клітини,
 4 – мозковий ганглії,
 5 – війчастий епітелій.



Рецептори хімічного чуття і дотику дощового черв'яка (тип Кільчасті черви):

1 – чутлива клітина, 2 – чутливі волоски, 3 – нервові закінчення в шкірі, 4 – кутикула, 5 – кільцеві м'язи, 6 – нерв рецептора, 7 – епідерміс.

Серед наземних безхребетних найбільшого розвитку хеморецептори досягли у членистоногих, особливо у комах. У них розрізняють вже контактні (нюхові) рецептори не тільки по функції, але й по їх локалізації. Смакові рецептори розташовуються на щелепах, інших навколоротових члениках і на дистальних члениках ніг, нюхові – переважно на антенах. Хеморецептори комах – це різноманітні сенсили: кутикулярні вирости у вигляді волосків, сосочків. Хеморецептори комах мають надзвичайно високу чутливість (у тутового шовкопряда – 1×10^{-11} г/мл). Дистантна нюхова рецепція має провідне значення в поведінкових реакціях комах. Розрізняють хімічні агенти приваблюючого впливу – атрактанти і ті, що зумовлюють уникнення подразника, – **репеленти**. Крім того, виділяють також видоспецифічні атрактанти – **феромони**, запах яких має для тварин біологічне сигнальне значення.



**Хеморецепторна сенсила
комахи
(тип Членистоногі):**

1 – аксони чутливих клітин,
2 – чутливі клітини,
3 – дендрити чутливих клітин,
4 – видозмінені відгалуження
дендритів,
5 – кутикулярна трубочка,
6 – кутикулярна частина сенсили,
7 – пори, 8 – кутикула.



За здібністю сприймати та розрізняти запахи речовин усіх хребетних можна розділити на групи: тварини з добре розвиненим нюхом – **макросматики** (мігруючі риби, деякі амфібії, більшість ссавців); тварини без нюхової системи – **аносматики** (зубастий кит, дельфіни, деякі птахи), тварини зі слабким нюхом – **мікросматики** (плазуни, більшість птахів, гризуни, примати).

4. Нюховий аналізатор

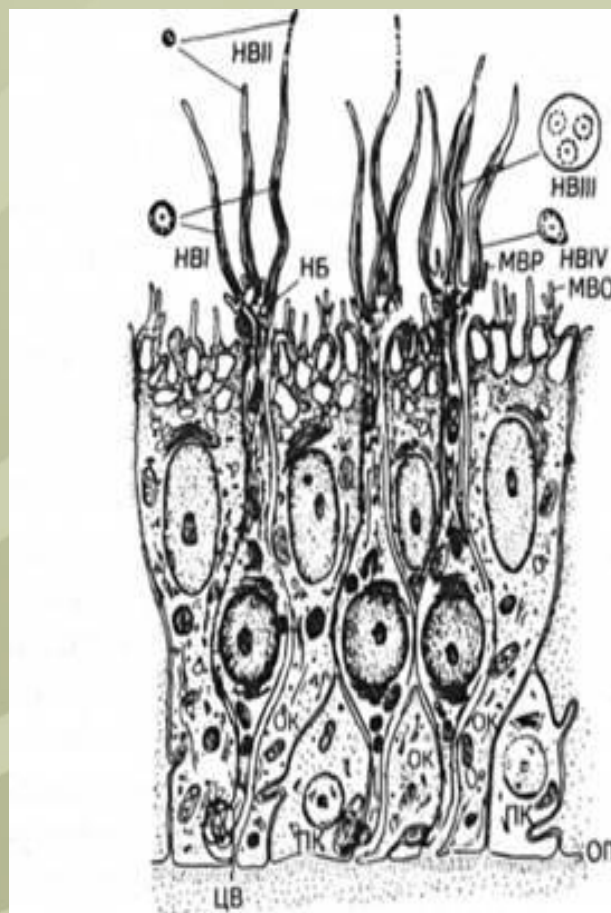
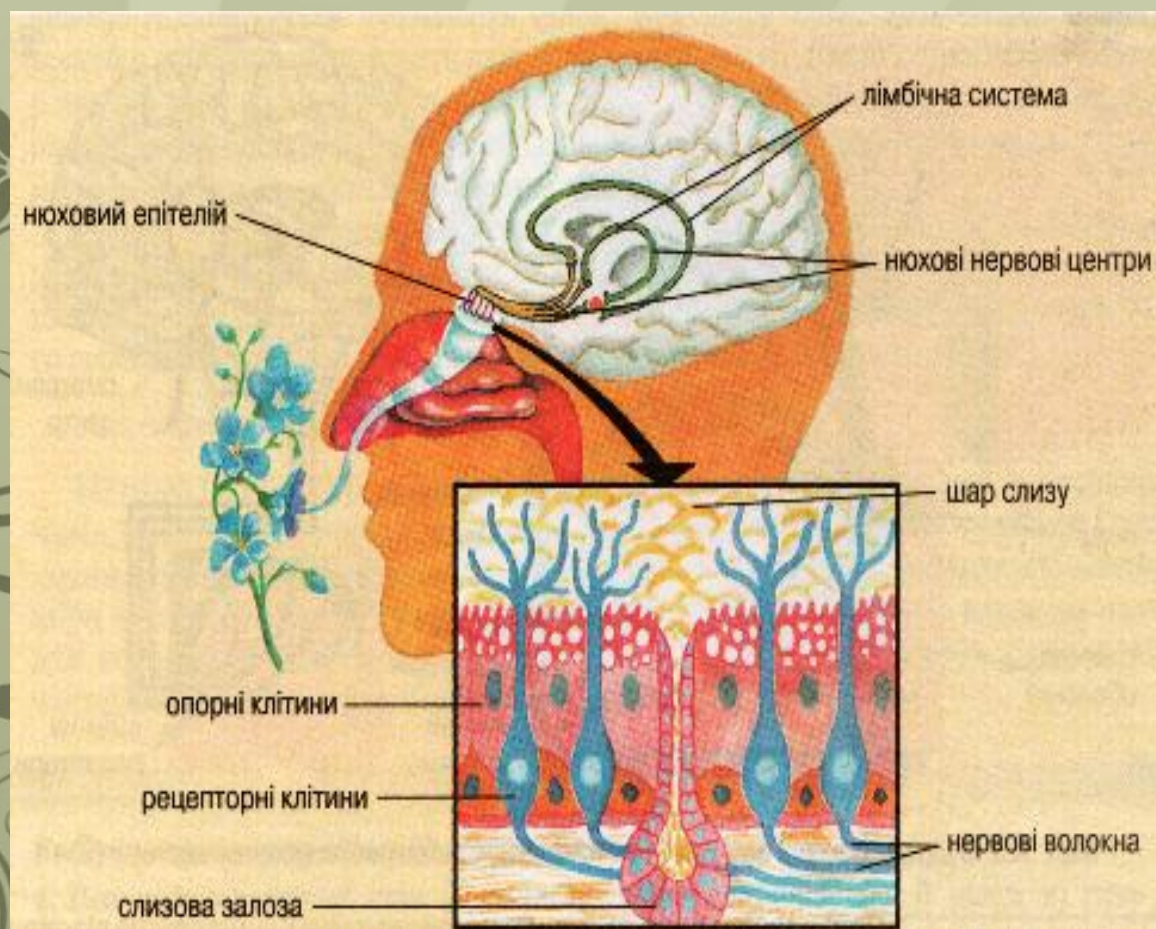
За допомогою нюхового аналізатора здійснюється сприйняття та аналіз пахучих речовин, хімічних подразників зовнішнього середовища, а також споживаємої їжі. Завдяки функції цього аналізатора людина орієнтується в оточуючому просторі, апробує їжу на їстівність, уникає небезпеки, відкидає шкідливі для неї речовини. Хижі ссавці переслідують здобич, орієнтуючись насамперед на запах масляної кислоти (компонент поту), запах є засобом маркування території, пізнання інших особин. Підвищується нюхова чутливість і роль запаху у людей, які втратили зір та слух.

Людина здібна розрізняти різноманітність запахів.

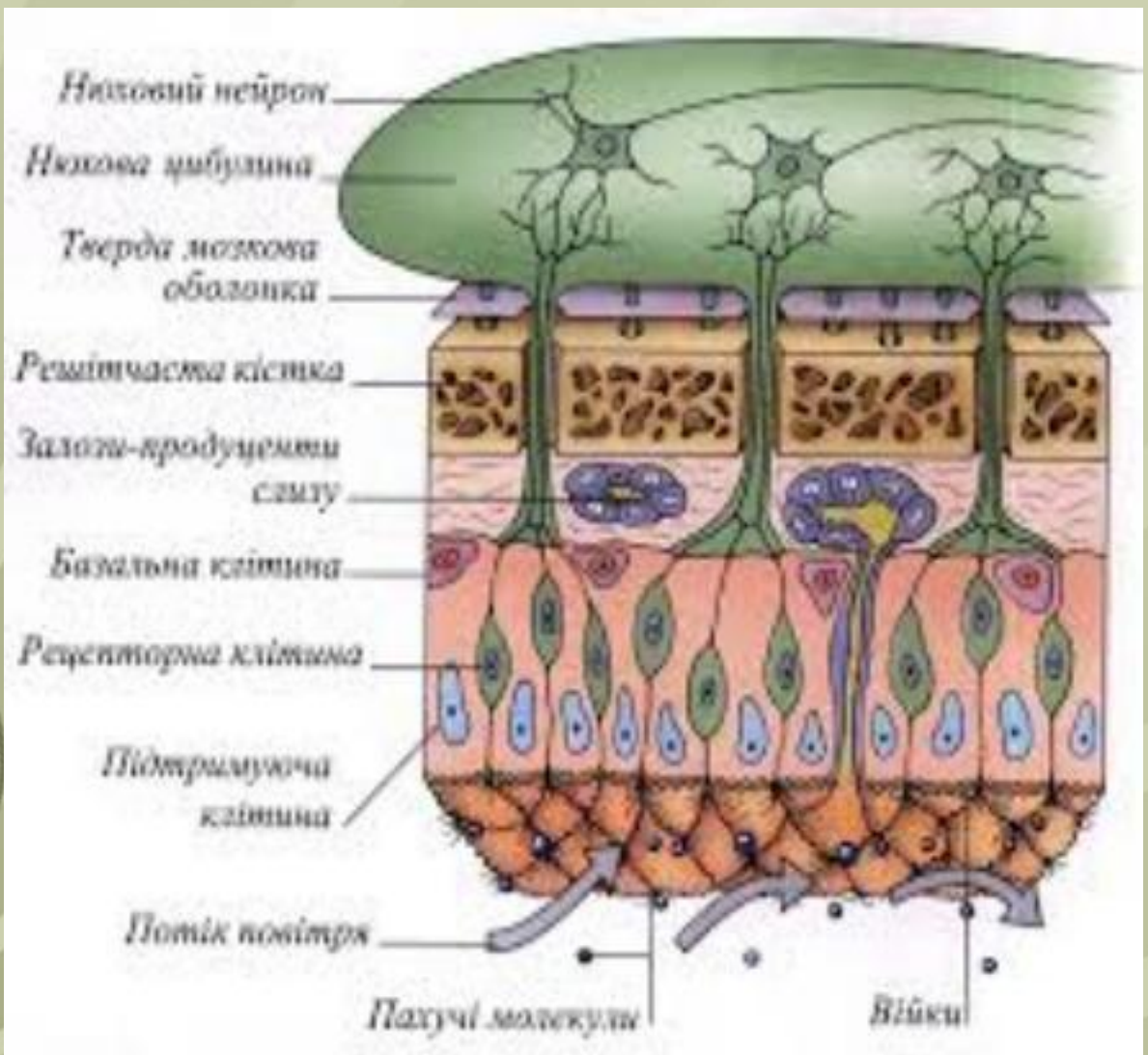
Виділяють сім **основних**, або **первинних, запахів**:

1) **камфороподібний**; 2) **квітковий**; 3) **мускусний**; 4) **м'ятний**; 5) **ефірний**; 6) **гнилісний**; 7) **гострий**. Різноманітність пов'язана із перемішуванням первинних запахів. Крім того, існують так звані **ольфактивні речовини**, що подразнюють тільки нюхові рецептори. До них відносяться: запах гвоздики, лаванди, анісу, ксилолу й т.п. — це **речовини першої групи**.

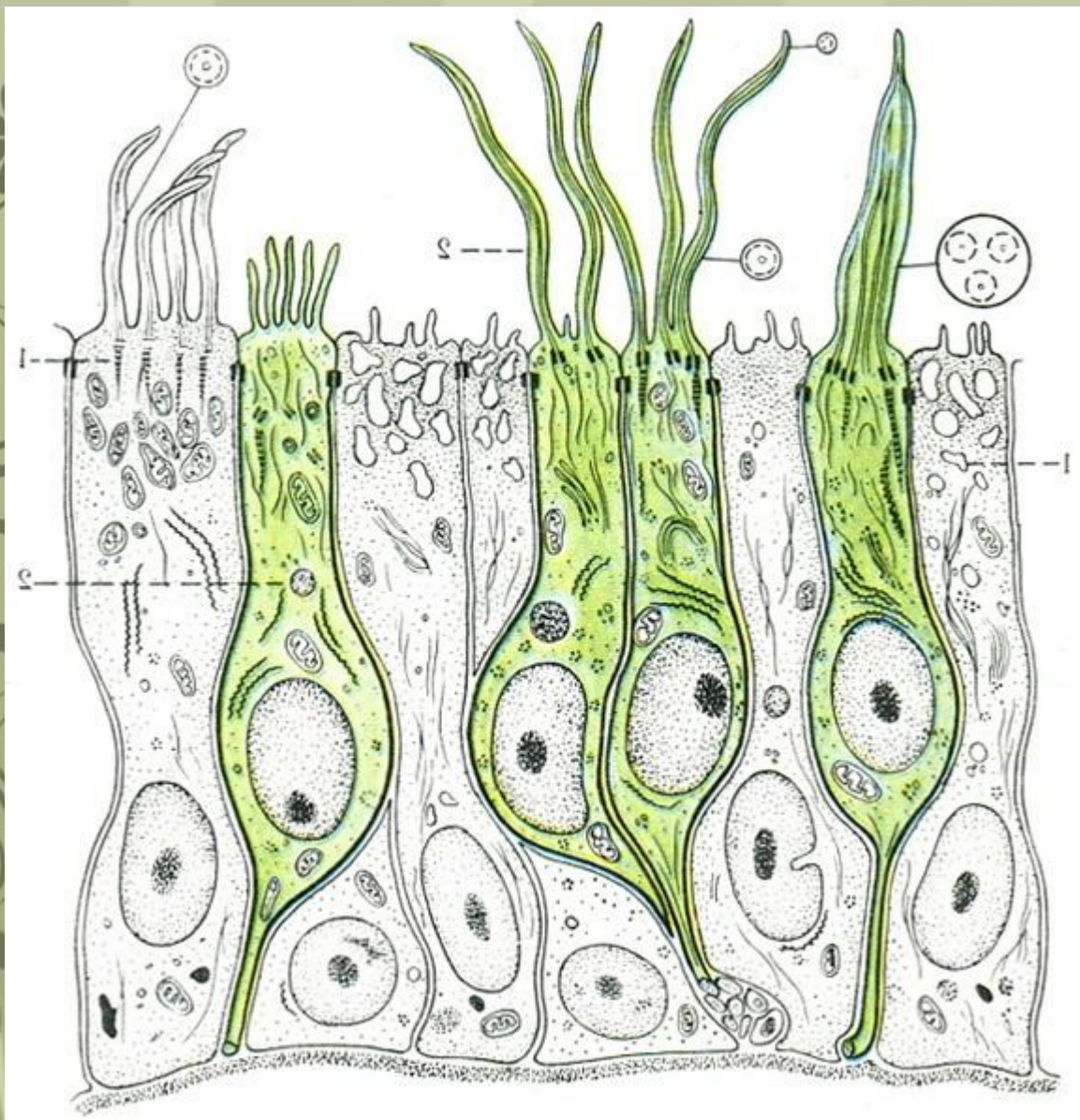
До **другої групи** відносяться **змішані речовини**, які подразнюють не тільки нюхові клітини, але й закінчення трійчастого нерву. Це запах камфори, ефіру, хлороформу.



Нюховий епітелій: НБ – нюхова булава; ПК – підтримувальна клітина; ЦВ – центральні відростки нюхових клітин; ОК – основна клітина; ОП – основна перетинка; НВ – нюхові волоски; МВР – мікроворсинки нюхових клітин; МВО – мікроворсинки підтримувальних клітин (рецептори смаку) є екстерорецепторами.



Будова нюхових рецепторних клітин



Нюхові клітини у водної тварини (за Я. А. Віннікову):
1 - підтримувальні клітини; 2 - нюхові рецепторні клітини.

У всіх хребетних тварин нюховий нерв не має спільного стовбура, а представлений у вигляді коротких нюхових ниток. Тільки у Anura і Gymnophiona аксони нюхових нейронів групуються у два пучка.

Адаптація до дії пахучої речовини відбувається досить повільно протягом 10 секунд або хвилини і залежить від тривалості дії речовини, його концентрації і швидкості потоку повітря (**принюхування**).

Гострота нюху визначається **порогом нюхової чутливості** – це мінімальна кількість пахучої речовини, що відчувається як відповідний запах. Визначається за допомогою ольфактометрії.

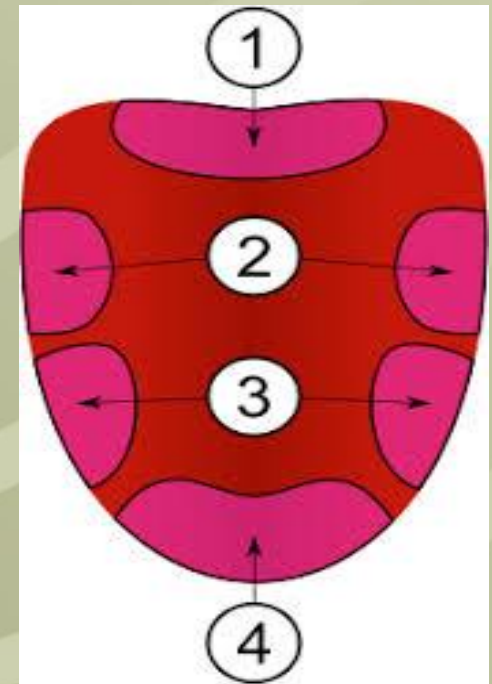
На гостроту нюху впливають вологість і температура повітря, стан периферичного відділу аналізатора. Набряк слизової оболонки носа при нежиті викликає зниження гостроти нюху – **гіпоосмію** або повну втрату нюхової чутливості – **аносмію**, яка спостерігається або при атрофії рецепторного апарату, або при порушенні кіркового відділу аналізатора, з яким може бути пов'язана й **гіперосмія** – підвищене сприйняття нюху, а також **паросмія** – неправильне сприйняття запахів, **нюхові галюцинації** – при відсутності пахучих речовин – **нюхова агнозія**.

5. Смаковий аналізатор

Смак належить до контактних видів та є мультимодальним відчуттям, тому що хімічні подразники сприймаються в комплексі з термічними, механічними та нюховими.

Розрізняють чотири “**первинних**” смакових відчуття: солодке, кисле, солоне, гірке. Кінчик язика сприймає в основному солодкий смак, корінь – гіркий, середня частина – кислий.

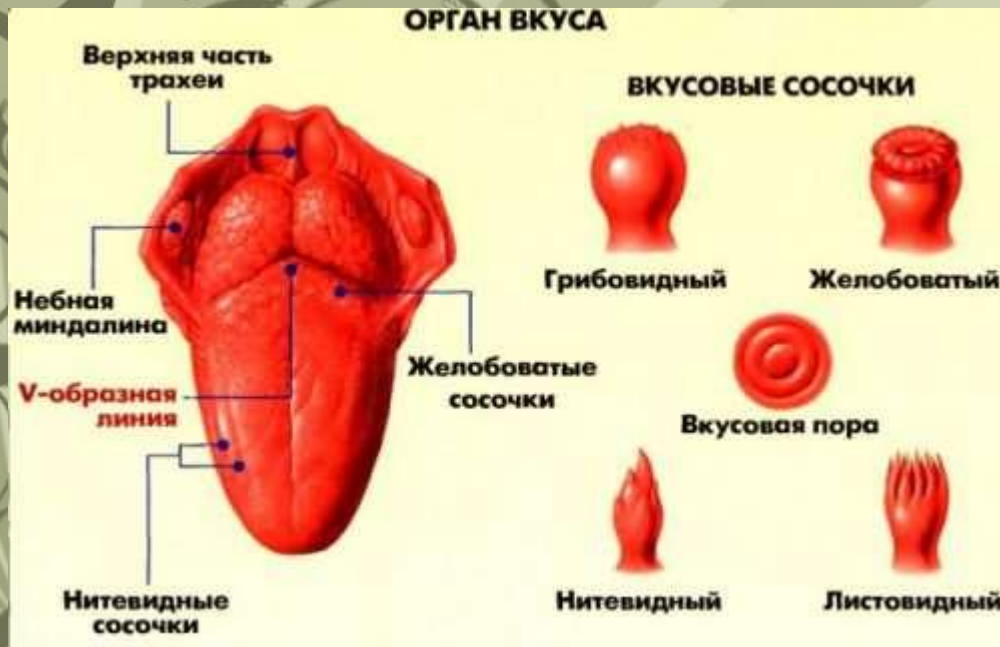
Найнижчі пороги смакової чутливості для гіркого смаку та визначаються по концентрації діючих на рецептори речовин. Тривала дія будь-якої речовини на смакові рецептори приводить до адаптації до даного виду смаку. Так, якщо людина часто споживає кислу або солону й гостру їжу, то пороги на ці види смаку збільшуються. Адаптація до солодкого й солоного розвивається швидше, ніж до гіркого й кислого.



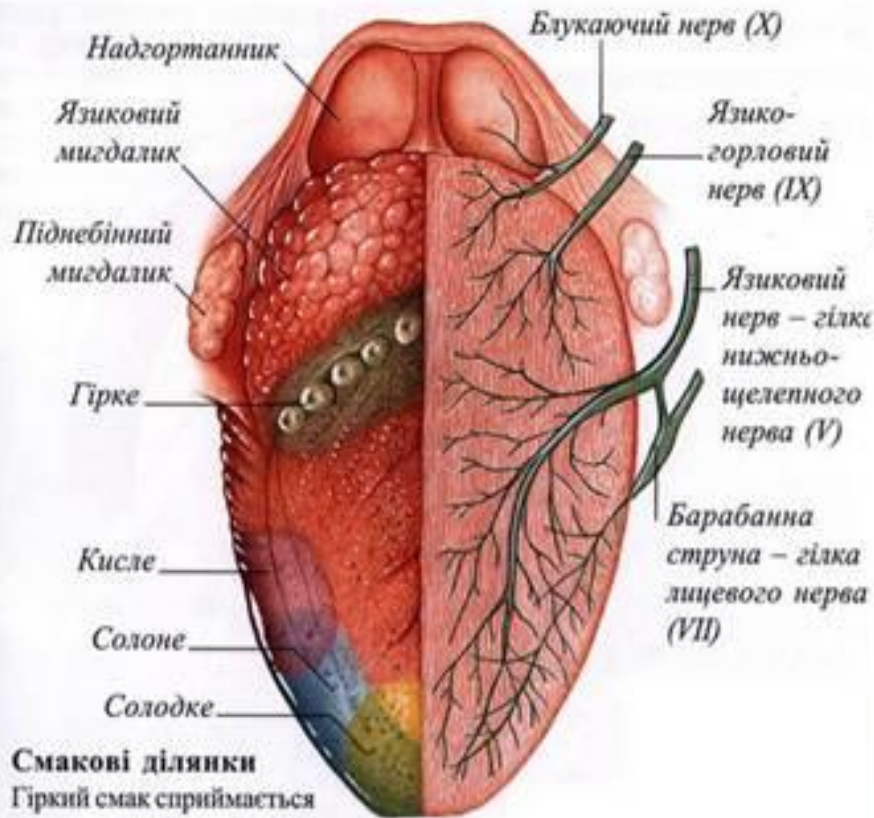
**Смакові зони
язика:**

- 1 – гірке;
- 2 – кисле;
- 3 – солоне;
- 4 – солодке.

Рецептори смаку – **смакові клітини**, розташовані в смакових бруньках або цибулинах. Останні локалізуються на **смакових сосочках** язика та у вигляді окремих включень – на задній стінці глотки, м'якому піднебінні, мигдалинах, гортані, надгортаннику. Вони поділяються на три типи: 1) **грибоподібні** (по всій поверхні язика); 2) **обваловані** – поперек стінки язика, біля його кореня; 3) **листоподібні** – уздовж задніх країв язика. У людини налічується **2000 смакових бруньок**, кожна з яких містить 40-60 рецепторних клітин.

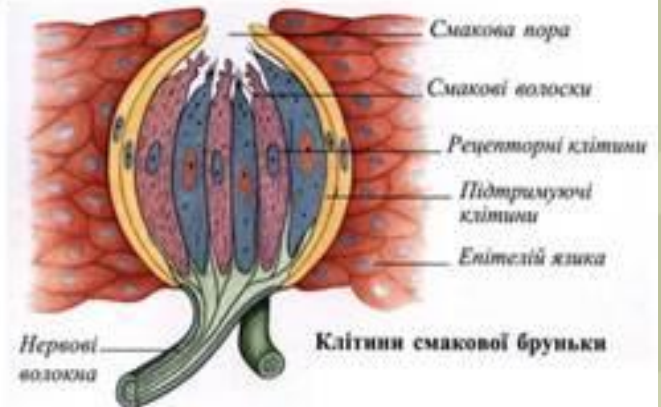


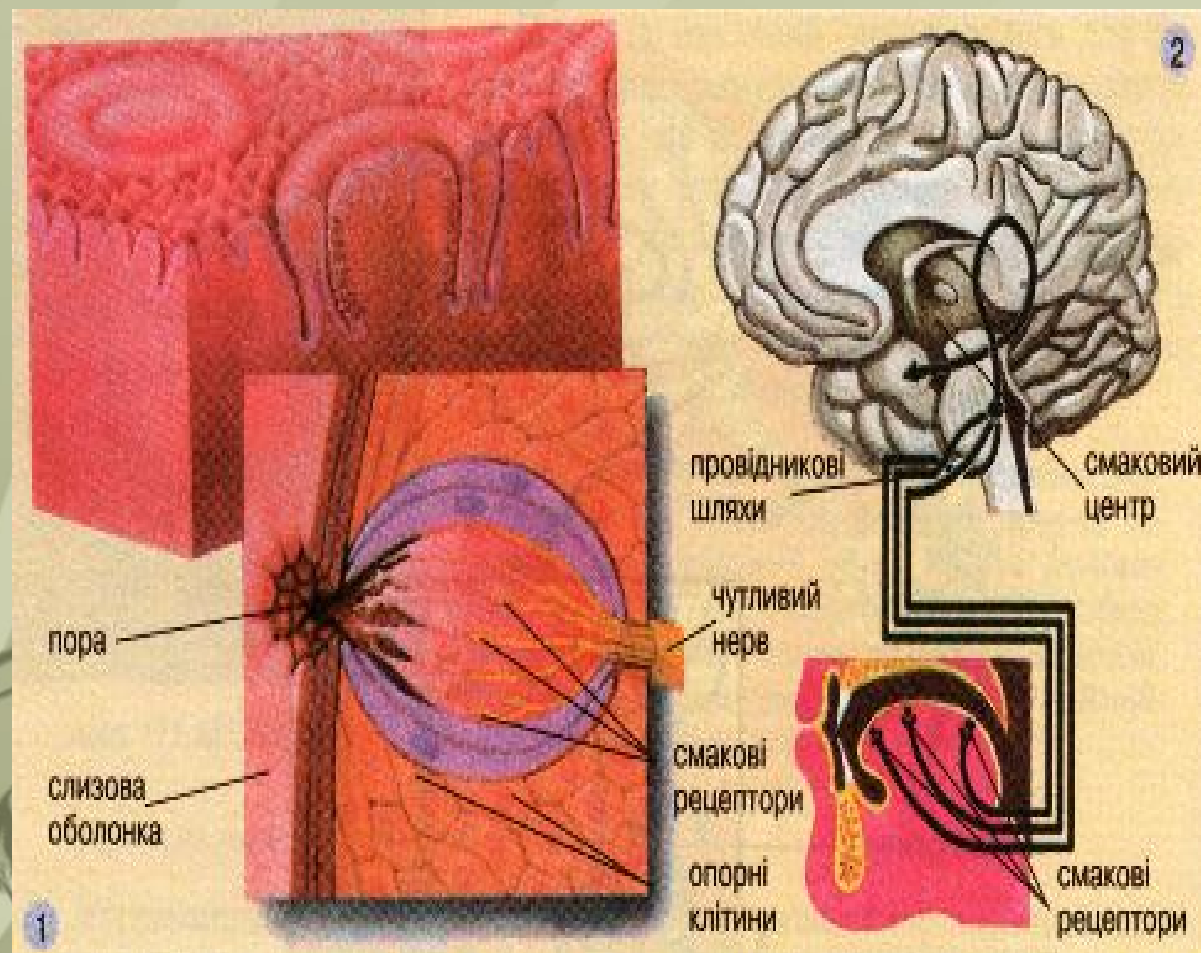
Смаковий аналізатор



Смакові ділянки

Гіркий смак сприймається лише сосочками, що лежать поперек задньої частини спинки язика, солодкий і солоний – кінчиком, кислий – бічними краями язика.





Смакова чутливість може змінюватися в залежності від стану організму (при голодуванні, вагітності). Алкоголь і нікотин збільшують пороги смакової чутливості. Повна втрата смакового сприйняття зветься **авгезією**, понижена – **гіпогевзією**, підвищення смакової чутливості – **гіпергевзією**, перекручення смаку – **парагевзією**.

6. Роль хімічного аналізатора в формуванні реакцій на зовнішнє середовище

Вивчення нюхового аналізатора надзвичайно важливе для вирішення цілої низки питань екології. Дослідження вказують на можливість своєрідної гідрорецепції, вологості повітря, котра дозволяє тваринам пустелі (антилопа-сайгак) орієнтуватися на відстані в декілька десятків кілометрів. Дуже велика роль нюхового аналізатора при харчодобувній діяльності, особливо коли корм тварини заритий в землю. Робота нюхового аналізатора здійснюється тут на фоні інтенсивної м'язової діяльності. На прикладі нюхового аналізатора можна дуже добре продемонструвати значення умовнорефлекторної діяльності для його формування. Так, якщо жовтогорлу мишу годувати протягом деякого часу на поверхні горіхами, змоченими керосином, то вона буде викопувати з під шару землі тільки такі горіхи й повністю втратить здібність викопувати натуральні.

Дуже важливу роль відіграє нюховий аналізатор у здійсненні орієнтовних рефлексів. Ця роль настільки велика, що її важко переоцінити. У відповідь на дію нюхового подразника більшість тварин відповідає специфічною реакцією – **принюхування**. Так, у хижих – собак, лисиць, котів – спостерігається **фіксоване принюхування** до окремих предметів. Для копитних характерно підняття голови догори та **нюхання повітря**. Це дозволяє принюхуватися на далекі відстані, що дуже важливо в умовах життя дикого стада.

Хімічний компонент подразнення смакового аналізатора речовинами різними на смак викликає цілком певні зміни фізіологічного стану. Введення в рот солодкого викликає у людини значне розширення периферичних судин, підвищення вмісту цукру в крові, газообміну, а також акт смоктання і у дітей, і у мавп. Кислі розчини й частково гіркі викликають звуження судин кінцівок. Їх проявом є рясне слиновиділення та усунення з порожнини рота подразнюючої речовини.





ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!