

ТЕМА 3. ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ КОЛЬОРУ І ПРИРОДИ

Художні здібності природи. Пігменти у рослин. Меланін у тварин. Структурні кольори. Мімікрія та захист Природний камуфляж. Колір і розмноження. Дизайнерської біоніка.

Художні здібності природи дійсно є надзвичайними. Вона вміє створювати різноманітні кольори й витончені візерунки, а ще знає, як їх змінити й «перемалювати». Все це надихає вчених на створення нових матеріалів. Структурні кольори вже стали нашою повсякденністю у вигляді, наприклад, голограм для визначення якості товару чи фарб, здатних до зміни кольору. Вже були здійснені перші кроки в створенні матеріалів, що можуть змінювати колір при зміні форми. І багато ще нових ідей вчені щодня позичають в природи!

Колір у природі відіграє важливу роль для живих організмів, впливаючи на їхнє виживання, поведінку та еволюцію. У світі природи колір слугує як засіб комунікації, захисту та пристосування до середовища.

Наша природа вирує безліччю мальовничих кольорів. Кольорів настільки багато, що натуралістам доводилось використовувати спеціальні каталоги кольорів, щоб точніше описувати знайдених тварин. Наприклад, Чарльз Дарвін, в одному зі своїх щоденників описує змію як «примулово-жовту», а каракатицю - з «гіацинтово-червоними» і «каштаново-коричневими» плямами. Як же вдається природі створювати таке різноманіття, і які механізми лежать в основі кольорів?

Пігменти у рослин. Як природа розмальовує світ навколо? Уявіть, що ви хочете щось розфарбувати. Що ви зробите? Звісно ж, використаєте фарби. Природа теж використовує фарби, а точніше - пігменти. Біологічні пігменти - це молекули, що продукуються самими живими організмами та здатні вибірково поглинати й відбивати хвилі різних частот. В рослинному світі існує чотири основні класи пігментів. Перш за все, це відомий нам ще зі школи хлорофіл. Він поглинає хвилі синього і червоного кольорів, а натомість відбиває хвилі зеленого спектра. Це забарвлює рослини у зелений колір.

Між іншим, енергію хвиль, що поглинає хлорофіл, рослини використовують для фотосинтезу - процесу, завдяки якому продукується кисень. Інша група пігментів - каротиноїди, що відповідають за жовті, помаранчеві та червоні кольори. Вони продукуються деякими рослинами, наприклад, морквою, а також бактеріями. До речі, саме каротиноїди грають роль попередників вітаміну А, який важливий для

гарного зору. За червоно-фіолетові кольори в рослинах відповідають пігменти з родини флавоноїдів чи беталаїнів. Різнокольорові квіти, баклажани, ягоди й гриби - це все їхня робота.

Колір квітів і привернення запилювачів. Колір квітів є важливою частиною біологічної адаптації рослин, оскільки він допомагає залучати запилювачів, які забезпечують успішне розмноження рослин. Квіткові пігменти, які визначають забарвлення пелюсток, є результатом складних біохімічних процесів і є невід'ємною частиною стратегії рослин для виживання.

У квітах існує кілька основних класів пігментів, які відповідають за їх забарвлення. Найпоширеніші з них:

- *Антоціани.* Відповідають за червоні, сині, пурпурові та фіолетові кольори. Антоціани є водорозчинними пігментами, які можуть змінювати колір залежно від кислотності клітинного соку.
- *Каротиноїди.* Це пігменти, які надають квітам жовті, помаранчеві та червоні відтінки. Вони є жиророзчинними та знаходяться в хромопластах клітин.
- *Флавори та флавоноли.* Відповідають за білий і жовтий колір квітів. Ці пігменти менш помітні для людського ока, але важливі для залучення комах, зокрема бджіл, які бачать ультрафіолетовий спектр.

Роль кольору в залученні запилювачів. Квіткові пігменти мають адаптивне значення, оскільки певні кольори квітів приваблюють специфічних запилювачів. Різні види запилювачів мають унікальне сприйняття кольору, яке впливає на те, які квіти вони обирають для збору нектару чи пилку.

Бджоли бачать квіти в синьо-жовтому спектрі та в ультрафіолетовому світлі. Для них привабливі сині, фіолетові та жовті квіти, а також квіти з ультрафіолетовими мітками, які вказують на місце з нектаром.

Метеликів приваблюють яскраві червоні, рожеві та помаранчеві квіти, оскільки вони бачать у видимому спектрі, близькому до людського.

Птахам (зокрема колібрі) до вподоби червоні та помаранчеві квіти, оскільки вони здатні бачити ці кольори, а також квіти з довгими трубчастими формами, які легко відвідувати для видобутку нектару.

Кажани та нічні метелики запилюють квіти, які часто мають біле або бліде забарвлення, що краще помітне вночі.

Біологічне значення кольору у процесі запилення. Колір квітів — це не лише краса природи, а й результат еволюції, що допомагає рослинам забезпечувати своє розмноження. Яскраві квіти приваблюють запилювачів, які переносять пилок з однієї квітки на іншу, сприяючи заплідненню та

утворенню плодів і насіння. Це важлива складова взаємодії між рослинами та їх запилювачами, що забезпечує взаємовигідний обмін: рослини отримують запилення, а комахи — харчові ресурси (нектар, пилок).

Еволюційне значення пігментів у рослин. Різноманітність кольорів квітів — це результат природного добору, де рослини, здатні ефективніше залучати запилювачів за допомогою забарвлення, мали більше шансів на розмноження. Певні пігменти стали переважати в тих середовищах, де їхні кольори краще відповідали зоровим особливостям місцевих запилювачів.

Квіткові пігменти також можуть бути адаптовані до часу доби, коли запилювачі найактивніші. Квіти, що відкриваються вночі, часто мають білі або світлі пелюстки, які помітні в умовах слабкого освітлення. Квіти, які розкриваються вдень, часто мають яскраві кольори, що привертають увагу денних запилювачів, таких як бджоли та метелики.

Колір квітів працює у поєднанні з іншими ознаками, такими як запах, форма, розмір і розташування нектару. У сукупності ці фактори створюють комплексний механізм залучення запилювачів.

Колір квітів, зумовлений пігментами, є ключовим механізмом у процесі запилення та розмноження рослин. Залучення запилювачів за допомогою кольорових сигналів сприяє виживанню та успіху багатьох видів рослин, що забезпечує екологічну рівновагу та збереження біорізноманіття.

Меланін у тварин. На відміну від рослин, тварини не здатні виробляти стільки різноманітних пігментів. Основним пігментом тваринного світу є меланін. Завдяки тому, що існує багато типів меланіну, тварини створюють кольори від пісочно-жовтого, як шкіра лева, до чорного, чи навіть червоного кольорів. Але якщо тварини майже не продукують пігменти, то як же існують яскраво-зелені тропічні жаби, блакитні метелики, папуги й багато інших яскравих тварин?

Для цього природа розробила інші механізми формування кольору. Так, деякі тварини отримують своє забарвлення через їжу. Ми є тим, що ми їмо. Згадайте, наприклад, граціозних рожевих фламінго. Самі фламінго не виробляють рожевого пігменту. Натомість цей пігмент можуть виробляти деякі мікроскопічні водорості. Цими водоростями харчується планктон, в тому числі й рачки артемії, які, своєю чергою, входять до раціону фламінго. Таким чином, фламінго отримує рожевий пігмент водоростей, що й забарвлює їх пір'я в рожевий колір. Цей спосіб добре відомий працівникам зоопарків, які, часом, спеціально додають до раціону фламінго більше рачків артемії, щоб зробити їх більш яскравими й привабливими для відвідувачів. Цим же користуються й ферми з вирощування лосося. Корируючи раціон

лосося, їх м'ясу надають вираженого червоного кольору, щоб покращити його продаж.

Структурні кольори. Але повернімося до блакитних метеликів. А також до блакитних ящірок, папуг, чи навіть, звичайної сойки з блакитними крилами. На сьогодні у світі відома лише одна хребетна тварина, яка здатна виробляти блакитний пігмент. Це рибка мандаринка, що живе у водах Тихого океану і є дуже популярною серед любителів акваріумів. Всі інші блакитні тварини використовують інший оригінальний спосіб формування кольору - структурний.

В цьому випадку формування кольору залежить не від хімічних властивостей молекул, як це було з пігментами, а від структури поверхні, на яку падає світло. Класичним прикладом є пір'я павича. Всі бачили яскравий переливчастий хвіст павича. Насправді ж, таке багатство кольору ніщо інше, як ілюзія! Саме по собі пір'я павича коричневе, завдяки присутньому в ньому меланіну. Але має дуже цікаву структуру. Кожна пір'їна складається з багатьох плоских гілочок, а кожна гілочка вкрита шарами прозорих плоских лусочок. При проходженні через ці лусочки біле сонячне світло розсіюється і «розпадається» на різні кольори. А далі вже знайома нам історія: хвилі деяких кольорів поглинаються, інші - відбиваються.

Той самий принцип працює й для тварин блакитного кольору. На поверхні вони мають темний шар клітин забарвлених меланіном, а поверх цих клітин - наноскопічні прозорі структури (лусочки, ребра, пластинки тощо). Утворюються мільйони таких собі малесеньких дзеркал. В залежності від відстані, на якій ці структури розташовані одна від одної, вони будуть відбивати світло з різною довжиною хвиль і під різними кутами, забарвлюючи тварин у надзвичайно яскраві, часто переливчасті відтінки.

Амфібії теж мають на поверхні шкіри прозорі структури, що відбивають блакитний колір. Але базовий шар клітин, що знаходяться під наноструктурами, містить окрім меланіну ще й жовтий пігмент. Таким чином, жовтий колір змішується з блакитним, і ми бачимо яскраво-зелених жаб і ящірок.

Звідки у леопарда плями? Особливу увагу привертають тварини, які не просто забарвлені в певний колір, а розмальовані візерунками. Чорно-білі зебри, плямісті жирафи, тропічні риби... Як утворюються такі складні орнаменти?

Редьярд Кіплінг у своїй казці «Звідки у леопарда плями?» розповідає, що звірі отримали свої візерунки через тіні від дерев, що нерівномірно лягали

на їх шкіру. Звичайно ж, це казка. А насправді тут природі в нагоду стає хімія з математикою.

Першим про це здогадався англійський математик Алан Тюрінг в 1952 році. Він припустив, що за забарвлення тварин відповідає не одна речовина, а дві. Ці речовини взаємодіють між собою і дифундують з різними швидкостями. Перша речовина надає забарвлення, прискорює синтез другої речовини й повільно дифундує у просторі. Друга ж - пригнічує утворення першої й швидко дифундує. Під час розвитку тварини, коли концентрація першої речовини десь підвищується, це провокує утворення в цьому ж місці другої речовини. Вона починає пригнічувати першу, але через те, що ця друга речовина швидко дифундує, вона «не встигає» повністю знищити першу речовину.

Таким чином залишаються осередки першої речовини, що надають забарвлення тварині. Хімікам вдалося знайти речовини, що мали б таку взаємодію, а математики показали, що можна підібрати швидкості дифузії й коефіцієнти реакції між речовинами так, що вся система буде залишатися стабільною.

Забарвлення в тваринному світі має одне із першочергових значень. Розмаїтість колірних сполучень у природі для одних виявляється в умінні злитися з навколишньою природою, щоб уникнути зустрічі з хижаком чи, навпаки, напасти непомітно. А для інших яскраве контрастне офарблення служить ніби сигналом і попередженням про їхню неїстівність. Отже, це не лише візитівка тварини, а й захист у певних ситуаціях (маскування), і попередження про отруйність або небезпечність. Отже, для великої кількості представників фауни, забарвлення складає найважливішу умову виживання у природі [1].

Мімікрія та захист. *Мімікрія* — це явище, при якому один вид живих організмів набуває зовнішніх ознак іншого, щоб отримати переваги в боротьбі за виживання. У природі це явище найчастіше стосується використання кольору як захисного механізму.

Типи мімікрії:

1. *Бейтсовська мімікрія.* Цей тип мімікрії виникає, коли нешкідливі тварини імітують зовнішність небезпечних або отруйних видів, щоб уникнути хижаків. Наприклад: метелики деяких видів копіюють кольори й візерунки на крилах отруйних метеликів, що робить їх менш привабливими для хижаків.
2. *Мюллерівська мімікрія.* У цьому випадку кілька отруйних або шкідливих видів набувають схожих ознак, створюючи так званий

¹ <https://pti.kiev.ua/m/statti/978-zhovtiy-kolr-u-zhitt-tvarin.html>

«спільний сигнал» для хижаків. Наприклад: яскраві забарвлення отруйних жаб або ос, що сигналізують про їхню небезпеку.

3. *Агресивна мімікрія*. У цьому випадку хижак імітує невинного або безпечного організму, щоб наблизитися до жертви або заманити її. Наприклад: риби з роду *Synanceia*, що нагадують каміння на дні моря, таким чином приваблюють здобич.

Камуфляж — це ще один механізм, що використовується багатьма видами для захисту. Він допомагає організмам зливатися з оточенням, роблячи їх менш помітними для хижаків. Приклади: хамелеони здатні змінювати своє забарвлення в залежності від оточення, щоб уникнути виявлення; метелики-криптиди - їхнє забарвлення і текстура нагадують кору дерев або листя, що дозволяє їм ховатися від хижаків. Наприклад, жуки-черепашки роду *Charidotella* зазвичай відблискують золотом, але якщо їх потривожити, чи їм стає холодно, вони втрачають свій блиск і стають помаранчевими, а потім червоними. Це відбувається через те, що у звичайному стані наноструктури, що містяться у їх надкриллі заповнені рідиною (гемолімфою), що відбиває світло у жовтому спектрі. При стресі ж, відбувається відтік рідини, надкрилля стає прозорим, і стає видно червоне забарвлення черевця жука.

Проте, найбільш вражає здатність до зміни кольору, що притаманна каракатицям та хамелеонам. Маскуючись, вони здатні у лічені хвилини змінити своє забарвлення під навколишнє середовище. Колір цих тварин забезпечується поєднанням пігментів і наноструктур. Зовнішній шар клітин (хроматофори) містить жовті й червоні пігменти. Під хроматофорами розташовані декілька шарів клітин-іридофорів. В середині цих клітин містяться наноструктури здатні розсіювати й відбивати світло. Ці наноструктури поєднані з цитоскелетом клітини, тому при зміні форми клітини, відстань між наноструктурами змінюється, а значить змінюється і частота хвиль, яку іридофори здатні відбивати. У молюска до того ж скупчення клітин-хроматофорів оточені м'язовим кільцем, яке при скороченні чи розтягненні здатне змінювати площу поверхні клітин в сотні разів! Таким чином, пігменти стають більш або менш видимими у певній ділянці шкіри [2].

Адаптаційні механізми забарвлення. Організми вдаються до різноманітних механізмів адаптації забарвлення, щоб забезпечити захист. Сезонна зміна забарвлення: тварини, як-от арктичні зайці, змінюють колір хутра з білого взимку на коричневий влітку, адаптуючись до снігового або лісового середовища. Забарвлення для відлякування: деякі тварини використовують контрастні кольори (чорний, жовтий, червоний) для того,

² <https://nauka.ua/article/rozfarbuvati-svit-zvidki-v-zhivij-prirodi-take-riznomanittya-koloriv> аспірант університету Сорбонни в галузі біофізики, випускниця НМУ ім.Богомольця.

щоб сигналізувати про свою небезпеку. Наприклад, змії-коралові змії мають яскраві червоні й жовті смуги для відлякування.

Значення мімікрії та камуфляжу в природі. Еволюційний розвиток: ці механізми дозволяють видам виживати і передавати свої гени наступним поколінням. Баланс у природі: мімікрія та камуфляж допомагають підтримувати рівновагу в екосистемах, регулюючи взаємодії між хижаками та здобиччю. Мімікрія і камуфляж є яскравими прикладами того, як природа використовує колір для забезпечення виживання живих організмів. Ці механізми відіграють важливу роль у природному відборі та формуванні еволюційних шляхів розвитку різних видів.

Колір і розмноження. *Вплив кольору на процес розмноження.* У природі колір відіграє важливу роль у розмноженні багатьох видів тварин. Використання кольору для залучення партнера, відлякування конкурентів, сигналізації про готовність до спарювання або турботу про потомство є важливою адаптацією у багатьох видів. Колір часто сигналізує про здоров'я, силу і готовність до спарювання, відіграючи вирішальну роль у виборі партнера.

Колір як сигнал для спарювання. Яскраве забарвлення для залучення партнера. У багатьох видів птахів, риб, плазунів, а також комах самці використовують яскраве, контрастне забарвлення для залучення самок. Павичі демонструють свій яскравий, розкішний хвіст, який сигналізує про здоров'я та генетичну якість. Пташки-манакини у тропічних лісах мають яскраве оперення, яке використовується під час спарювальних танців для залучення самок. Рибки гурами самці часто змінюють свій колір під час шлюбних ігор, стаючи яскравішими, щоб привернути увагу самок.

Сигнали готовності до спарювання. У багатьох видів колір може сигналізувати про статеву зрілість і готовність до розмноження. У мавп, як-от мандрили, зміна кольору на морді та сідницях сигналізує про те, що тварина досягла статевої зрілості та готова до спарювання. У багатьох земноводних шкіра змінює колір у період спарювання.

Колір для визначення домінантності. Яскраві кольори можуть також бути сигналом домінантності та агресії серед самців. Ігуани змінюють колір тіла для демонстрації своєї сили та статусу серед конкурентів.

Роль кольору в турботі про потомство. Маскування потомства. У багатьох видів тварин колір допомагає забезпечити захист потомства від хижаків. Яйця птахів часто мають захисне забарвлення, яке допомагає їм зливатися з навколишнім середовищем, роблячи їх менш помітними для хижаків. У деяких видів плазунів і ссавців дитинчата народжуються з

плямистим або смугастим забарвленням, яке допомагає їм залишатися непомітними на тлі рослинності.

Колір для забезпечення виживання потомства. У деяких видів колір потомства може бути яскравим сигналом для батьків, що допомагає відстежувати і захищати їх. У птахів, як-от качок, пташенята часто мають яскраве забарвлення, яке допомагає батькам знаходити їх у густій рослинності.

Колір у статевому диморфізмі. Статевий диморфізм — це відмінності в зовнішньому вигляді між самцями і самками одного виду, що часто виражається через різне забарвлення. У деяких видів самці мають яскраве забарвлення для привернення уваги, тоді як самки мають більш непомітне забарвлення для маскуванню і захисту. У птахів, таких як павичі, самці значно яскравіші за самок, що допомагає їм залучати партнерок. У рибок виду бета, самці мають яскравіше забарвлення, що використовується для залучення самок і відлякування інших самців.

Еволюційне значення кольору в розмноженні. Еволюція сприяла тому, щоб забарвлення стало важливим чинником у природному доборі. Ті види, у яких колір допомагає залучити партнера або захистити потомство, мають вищі шанси на виживання і передачу своїх генів наступним поколінням. Колір відіграє ключову роль у розмноженні тварин, допомагаючи залучати партнерів, демонструвати домінантність, сигналізувати про готовність до спарювання і захищати потомство. Це еволюційний механізм, який забезпечує виживання багатьох видів тварин і регулює їхню взаємодію з середовищем та іншими організмами.

Дизайнерської біоніка. Організми протягом багатьох мільйонів років "відпрацьовували" свої кольори. У цілому ж вивчення досвіду природи щодо функціональних властивостей кольору, щодо створення нею колірних гармоній є важливою частиною галузі біології - дизайнерської біоніки.

Дизайнерська біоніка, вивчаючи закони колірних гармоній, досліджує водночас і суто функціональні явища, що відбуваються з кольорами у живих організмах. Колір у живій природі - це один із проявів життєдіяльності організму. Він слугує регулятором теплового обміну. Так, у дуже спекотну пору року кольори природи тьмяніють. Це не є хімічне вицвітання фарб, яке ми спостерігаємо на кольорових штучних предметах. Це - біологічне явище: у такий спосіб організм захищає себе від перегрівання.

Розглянемо жовтий колір. Звичайно, не всі тварини мають жовтий колір тіла на 100%, в основному — це поєднання жовтого із чорним або коричневим, тобто розчленоване забарвлення. Дієвість такого забарвлення значно підвищується, якщо деякі частини малюнка збігаються за формою і

кольором із тлом, на якому знаходиться тварина. Окремі частини тіла в цьому випадку оптично зовсім зникають, у той час як контрастність інших виявляється підкресленою. Розчленоване забарвлення слугує маскуванню обрисів тіла тварин. Причому наявність такого жовто-строкатого забарвлення можна спостерігати, і в безхребетних, і у хребетних.

Членистоногі:

1. Жовті або лимонно-жовті гусені мають такий яскравий і привабливий колір у зв'язку з тим, щоб показати свій застережливий вигляд і відлякати тих, хто бажає ними поласувати. Тому в основному яскраво-жовтих личинок комах мало хто чіпає. Гусінь каліканта флоридського «показує очі», призначені для відлякування хижаків. Крім того, є кілька видів гусениць, серед яких і жовто-чорні, які відомі як жалкі, бо мають отруйні шипи, якими вони користуються як оборонною зброєю, якщо відчувають себе під загрозою. Якщо людину вжалила гусениця, то наслідки цих укусів аналогічні укусам бджіл, ос, павуків.



2. Жовті комахи мають такий колір, тому що природа і генетика наділила їх ним. Серед Лускокрилих – це лимонниця, що нагадує собою ранні весняні квіти, адмірал, махаон та жовті або жовто-чорні тропічні метелики, які ховаються від нападників у, таких як вони самі, яскравих тропічних квітах. Серед Перетинчастокрилих – це оси, бджоли, джмелі, які мають жовто-чорний камуфляж. Наприклад, яскраве застережливе забарвлення - жовтий колір з чорними смугами в ос є пасивним способом захисту, яке відлякує птахів, ящірок і дрібних ссавців. Вороги швидко вчаться пов'язувати цей тип забарвлення з неприємним смаком здобичі і, після декількох спроб вживання, залишають ос у спокої. Серед Твердокрилих – це сонечко, колорадський жук, жук-гробарик та інші. Жовті павукоподібні: жовтий із зеленуватим відливом скорпіон (строкатий), який широко поширений на півдні європейської частини, зустрічається в Нижньому Поволжі, Закавказзі, Середній Азії, Казахстані. Сольпуги також мають жовте забарвлення.



Риби:

1.Риби-папуги, риби-клоуни відзначаються різноманіттям кольорів, серед яких досить багато жовтого із чергуванням темних смужок. Вони тримаються косяками і разом відправляються за їжею на кораловий риф та у власне укриття, де стають зовсім непомітними.

2.Золоті рибки також відрізняються жовтими кольорами.

Земноводні:

1.У багатьох жаб по тілу наявний малюнок у вигляді жовтих крапок, смужок, плямок, що робить їх непомітними у воді, яка освічується сонцем, або серед колоритної рослинності тропіків у тропічних видів. Крім цього жовте забарвлення на тлі чорного може попереджати про небезпечність даного виду.

2.Квакші зверху пофарбовані в яскравий зелено-жовтий колір, а внизу в жовтувато-білий. Їхнє забарвлення дуже мінливе. Зустрічаються молочно-білі, лимонно-жовті, бузкові, сірі, майже чорні і, нарешті, плямисті екземпляри. Ця зміна забарвлення, очевидно, пов'язано з дією температури і вологості.

3.Кумка жовточерева – невелика амфібія, завдовжки до 50 мм. Забарвлена у темно-оливковий колір, а черевце жовте або оранжево-жовте, з чорними плямами. Відіграє попереджувальну роль.

4.Саламандра плямиста має чорне тіло з яскраво-жовтими плямами неправильної форми, що виконує і маскувальне, і застережливе значення, причому малюнок мінливий.

5.У піренейського тритона уздовж хребта проходять жовтуваті плями, що можуть зливатися, тому на спині утворюється яскраво-жовта смуга, що тягнеться від голови до хвоста.

Плазуни.

Забарвлення змій досить складне. Для цього використовуються всі кольори спектру. Яких тільки комбінацій кольорів і геометричних фігур не побачиш на тілі змій. Один з основних кольорів на думку вчених – жовтий.

1.Ящірки в пустелях мають специфічне жовто-коричнє забарвлення у зв'язку із піщаним покривом території.

2.У вужа звичайного на голові наявні жовті плями, які є характерними відмітинами того, що це вуж і боятися його не варто.

3. Кавказька гадюка має яскраве забарвлення, яке варіюється від зовсім чорного до лимонно-жовтого. Основний тон жовтувато-оранжевий або цегляно-червоний. По хребту тягнеться широка чорна зигзагоподібна смуга, нерідко розірвана на окремі плями.

4. У дорослих особин полоза ескулапового забарвлення тіла від жовто-сірого і жовто-кремового до темно-оливкового. Крім повзання по землі, він може добре збиратися на кущі і дерева. Тому жовтий колір йому необхідний для того, щоб зливатися із сонячним промінням між гілками і бути при цьому непомітним.

5. Жовтобрюх - полоз, як правило, миролюбний і безмовний родич вужів. Це найбільша змія Європи довжиною понад 2 м. Назва тварин говорить сама за себе: вони мають жовте черево.

6. Шкіра і панцир болотяної черепахи зверху темно-оливкового або буро-коричневого кольору в жовтих рисочках або крапках. Живе в болотах, ставках, озерах, каналах, де її непомітно, коли вона плаває в товщі води, яка освічується променями світла.

Птахи.

Пігменти каротиноїди, які птахи отримують з їжею обумовлюють червоний, оранжевий, і жовтий кольори. У багатьох наших співочих птахів забарвлення від жовто-зеленого до оливкового кольору виходить від змішування жовтого з коричневим або чорним. Пігменти жовтого і червоного кольорів надходять в пір'я з жирового шару птиці.

1. Папуги. Існує велика кількість різновидів папуг із жовтим забарвленням. Колірні сполучення пір'я насичені та яскраві, а іноді просто дивовижні. Здається, що природа бавилася, розфарбовуючи цих птахів. У нашій повсякденній мові ми часто використовуємо словосполучення "вирядився, як папуга", маючи на увазі надзвичайну яскравість та пістрявість одягу.

2. Жовтохохлий какаду – папуга, що має на нижній частині хвостового пір'я жовте забарвлення, чубок вузький загострений і теж жовтого кольору, саме за нього папуга і отримав свою назву.

3. У оперенні найспівочіших пташок - канарок в основному переважає жовте забарвлення з маленькими темними плямами на спині або на голові.

4.Іволга (вивільга) – обережний і потаємний птах. Має яскраво-жовте оперення всього пір'я, крім крил. Але не дивлячись на нього, її важко побачити серед ажурних крон дерев.

5.У жовтої чаплі у весняному оперенні і самець і самка забарвлені однаково. Верх голови й шиї жовті з поздовжніми тонкими майже чорними смугами на краях опахал. Крила й хвіст білі з жовтуватим відтінком.

6.Курчата, каченята мають жовтий колір, який дуже яскраво виділяється на тлі зеленого двору і землі. А вони такі маленькі і беззахисні.

7.«Жовторотики» - у новонароджених пташенят внутрішня поверхня дзьобів яскраво жовтого кольору. Вони їх широко розкривають і чекають поки батьки не принесуть здобич. Жовтий колір був обраний природою як пристосування для того, щоб яскраву пляму було добре помітно на фоні навколишнього середовища.

Ссавці:

1.Хижі: тигр, лев, лисиця та багато інших мають жовте забарвлення різних відтінків і насичення. Воно допомагає виживати цим тваринам у середовищі, яке дає їм поживу, житло і піклування про потомство. Жовтий мангуст має основний тон тіла і хвоста від жовто-рудого, оранжевого до світло-сірувато-жовтого. Підшерсток яскраво-жовтий.

2.Копитні: олені, косулі, жирафи, також верблюди характеризуються специфічним жовтим забарвленням шерсті із різноманітними відтінками і малюнками. Хоча, звичайно, їхнє забарвлення можна вважати не стільки жовтим, а світло-коричневим Природа безмежна у своїх відтінках.

3.Гризуни: білка – лісова красуня, яка завжди приваблювала всіх своїм прекрасним витонченим тілом жовтого-коричневого кольору, а особливо пухнастим жовтим хвостом із чорними кінчиками волосин. Ховрах жовтий має піщано-жовте забарвлення хутра, злегка поцятковане чорними кінцями остьового волосся.

Зрозуміло, що це не повний перелік тварин із наявністю жовтого забарвлення. Колір у природі виконує багатофункціональну роль і впливає на живі організми, їхнє життя та взаємодію з довкіллям. Розуміння цього взаємозв'язку допомагає глибше осягнути природні процеси та адаптації.