

ЗОРАН ЛЕДИНСКИ

ПЛАВО У СПЕКТРУ СВЕТЛЕЊИХ ДИОДА

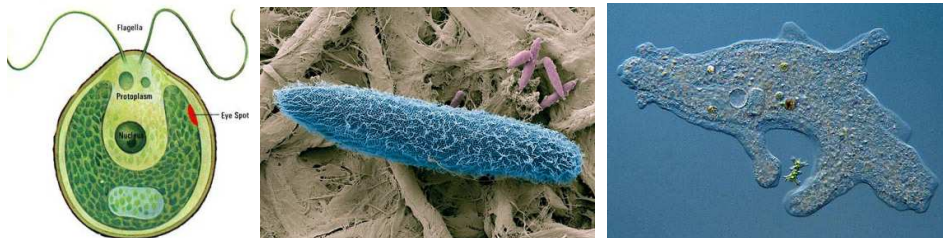
1. ОКО И ЕВОЛУЦИЈА

Осећање светлости једно је од најстаријих чула. Током тако зване камбријске експлозије живота, од пре 570 милиона година до пре 510 милиона година, а на основу фосилних налаза, утврђено је да су покретни организми (животиње) већ имале развијене очи, сличне очима код данашњих организама. На фосилима доњекамбријских трилобита уочена је грађа сложених очију сличним очима данашњих зглавкара – ракова (слика 1.1.).



Слика 1.1. Фосил трилобита (1.)

Током горњег камбријума јављају се први прави кичмењаци (рибе) и велики главоношци са очима сличним очима код данашњих кичмењака и главоножаца. То све указује на то да је фотосензитивност настала у протерозоику, до 2,5 милијарди година у прошлост, а можда чак и у архаику, до 3,5 милијарди година у прошлост. Јер, фотосензитивност није особина само вишећелијских организама, запажа се и код већине једноћелијских организама, као што су хламидомонас, еуглена и други бичаши, парамецијуми, амебе па и цијанобактерије (слика 1.2.).

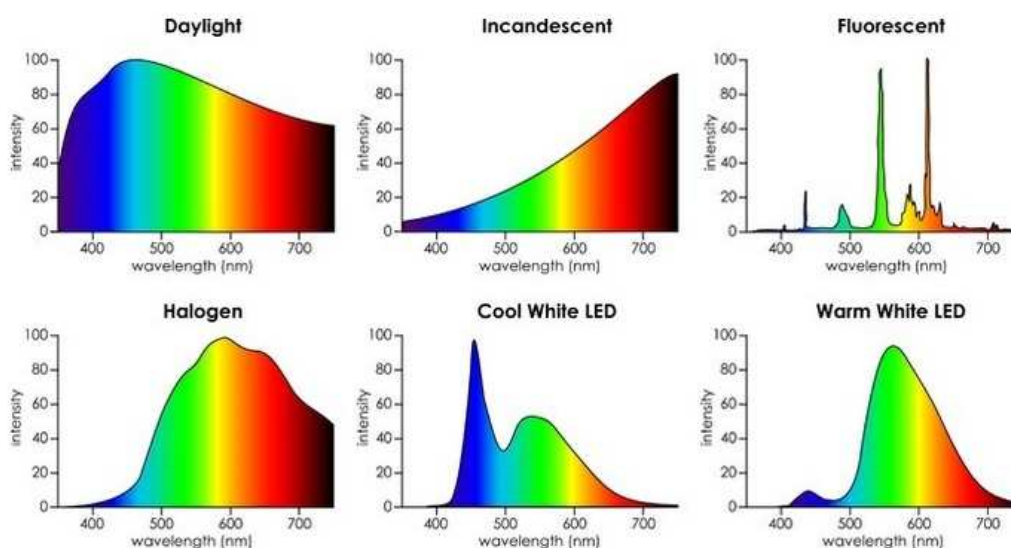


Слика 1.2. Хламидомонас, парамецијум и амеба

Иако је на основу фосила немогуће утврдити еволуциони тренутак настанка фотосензитивности, генетска истраживања показују да се ген **рaхb**, одговоран за формирање фотосензора, налази међу примордијалним генима насталим чак пре раздвајања организама на биљне и животињске врсте, што доказује велику старост чула вида. Уосталом, хламидомонас и еуглене које имају дефинисану очну органелу спадају у биљке, а паранецијуми и амебе које су једноћелијске животиње, немају дефинисану очну органелу, али реагују на светлост и по потреби се крећу према њој или се удаљавају од ње. Вишећелијске животиње по правилу имају дефинисане очи, док вишећелијске биљке имају фотосензоре у хлоропласту и паренхиму.

2. СПЕКТАР СВЕТЛЕЊИХ ДИОДА

У поређењу са другим изворима светлости, код светлећих диода удео плавог светлосног зрачења у спектру је релативно већи, нарочито у случају диода хладно беле светлости (слика 2.1.).

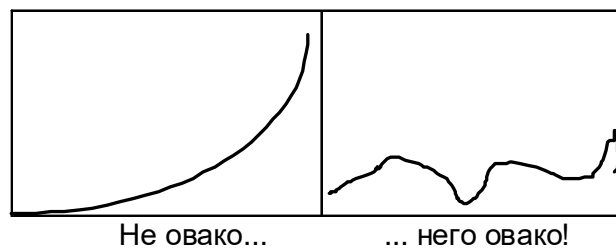


Слика 2.1. Приказ спектралне расподеле различитих извора светлости (2.)

Увећање удела плаве компоненте у извору светлости може постати узроком разних проблема у виђењу код живих организама, посебно код људи, а деца су најосетљивији део људске популације. Да ли ће плаво изазвати проблеме и какве проблеме, зависи од интензитета и снаге, односно фреквентног опсега плаве компоненте у извору светлости. Ово се посебно односи на светлеће диоде, јер чак и ако су опремљене протекторима могу бити небезбедне по корисника, како при директном погледу на њих, тако и самим присуством током рада. Првенствено се односи на диоде уграђене у затвореним просторима (станови, канцеларије, возила ...), где се исте налазе на блиском одстојању од корисника.

3. ЗАШТО СУ МОГУЋИ ПРОБЛЕМИ СА ПЛАВИМ?

Одговор на ово питање треба тражити у почетним фазама органске еволуције. Наиме, примордијални живот се развио у мору. С обзиром на састав архајске и протерозојске атмосфере – није било кисеоника и озонског омотача, а и магнетосфера тадашње Земље је била слабија него данас, интензитет зрачења је био смртоносан и једина заштита првобитном животу је био слој од бар 10 метара воде. На те дубине продире скоро искључиво плава компонента Сунчеве светлости, тако да су очи постале и остале најосетљивије на плаво. Може се поставити питање зашто се током еволуције тај проблем није „испеглао“, али еволуција не функционише тако. Еволуција није континуални напредак, него је то низ проба и грешака. Коначни резултат често није најбоље решење, него најмање лоше решење, (слика 3.1.).



Слика 3.1. Шема органске еволуције током времена

Математички модел органске еволуције је задатак за теоретичаре хаоса.

За плаву светлост се сматра да делује умирујуће. То је тачно за мале интензитете светлости. Некад су путнички одељци у ноћним возовима и аутобусима били плаво осветљени, али коришћени су инкандесцентни извори малих снага, до 10 W, којима је балон био обојен у плаво, тако да је светло било веома пригушено, служило је само за оријентацију и није ометало спаваче. С друге стране, живине сијалице су неупотребљиве за боравишне просторије, јер светле интензивно плаво и иритирајуће непријатно.

Да би се разумео штетан утицај плавог, потребно је упознати се са механизмом виђења. Сам механизам виђења је у основи једноставан. У њему учествују три главне компоненте, протеинске структуре: опсини, хромофоре и кристалини. У том процесу учествује донекле и хормон мелатонин, али код људи је врло споредан. Опсини и хромофори су једнаки по саставу код већине организама, док су кристалини карактеристични за сваку поједину врсту. Опсини и хромофори приказани су сликом 3.2.



Тродимензиона структура говеђег родопсина. Седам трансмембранских домена је приказано у различитим бојама. Хромофор је приказан у црвеној боји.

Слика 3.2. Опсин и хромофор

Кристалини су протеински кристали који се налазе у очном сочиву. Улога им је да додатно преламају и регулишу светлост, те усмеравају светлост ка мрежњачи ока. Формирање и распоређивање кристалина код људи може трајати до пубертета. Кристалини су и додатна заштита ока и зато су дечије очи осетљивије на плаво од очију одраслих. Често деца због неформираних кристалина морају да носе корективне наочаре, за којима престаје потреба у пубертету.

Коначно, и о самом механизму виђења. Виђење се састоји из следећих фаза, условно фотоелектрохемијских реакција:

- иницијација,
- активација,
- пропагација,
- деактивација,
- релаксација.

Иницијација је прилазак фотона хромофору. Активацијом хромофор ексцитован фотоном прилази опсину. Током пропагације формира се активирани комплекс хромофора и опсина. Деактивацијом комплекса шаље се одговарајући електрични сигнал мозгу на обраду. У релаксацији раздвајају се хромофор и опсин. Затим се циклус понавља. Претходно наведени процес мора бити бржи од приласка фотона. То омогућавају кристалини, који усмеравају фотон на неки други пар хромофор-опсин, тако да се процес неометано одвија. Такав процес је могућ при умереним интензитетима и енергијама светлости.

Превелики удео високоенергетске плаве светлости може привремено или трајно блокирати процес, што има за последицу видне сметње, па чак и слепило.

Ако је плаво померено према љубичастом, чак и изузетно танак пик, мале енергије, али високог интензитета („игла“), по облику сличан пику код флуоресцентне сијалице (слика 2.1.), може изазвати трајна оштећења, јер

светлост у том делу спектра представља активатор процеса, слично малој искри, која не може опећи прст, али може детонирати тону нитроглицерина, јер утиче на кинетику процеса виђења.

4. ШТА РАДИТИ?

1. Не користити светлеће диоде хладно беле светлости у затвореним просторима.

2. Не уклањати протекторе са диодних светиљки! Уклањање протектора и није ретка појава.

3. Уградити светиљке са светлећим диодама тако да осветљављују индиректно, макар и уз мало смањење енергетске ефикасности, јер здравље, поготово деце, је најважније.

4. Користити сертификоване изворе проверених произвођача. Исти чак и нису увек најскупљи на тржишту!

И на крају, нешто о мелатонину. Код нижих организама мелатонин каталише синтезу опсина. Код кичмењака функционише као биолошки часовник двадесетчетворочасовног до двадесетшесточасовног циклуса и активира се почетком ноћи у одсуству светлости, као „хормон сна“. Појавом светлости мелатонин се разлаже и изазива буђење. Промене у ритму активности – сменски рад или сезонско померање часовника ремете промет мелатонина, што узрокује разне психофизичке тегобе. С обзиром на то да је активација мелатонина везана временски у дневном циклусу уз одсуство светлости, а деактивација појавом светлости, није сасвим без основе стара изрека да је најздравији сан до поноћи, посебно кад су у питању деца и омладина у развоју. Зато, не треба користити „ноћно светло“, поготово не за децу.

SUMMARY

The history of vision is shown. Also, in brief the mechanism of the eye vision is defined. There were considered the health risks in irregular use of LEDs due to the high content of blue in the light spectra of LEDs.

ЛИТЕРАТУРА

1. La Terra come sistema integrato, Nino Bixio 2018
2. General LED Lighting Information, Flickering, spectrum and our health, January 11, 2017 by Nikolay Angov
3. Ed Jang VIĐENJE SVETLOSTI: Evolucija oka, National Geographic Srbija, februar 2016.
4. Председник Српског друштва за осветљење Мр Небојша Радовановић, дипл. ел. инж., Закључци Округлог стола о примени LED технологије, 27. X 2016.