

როდოპსინის რეტინალის ფოტოიზომერიზაციის პროცესის კომპლექსური კვლევა

ინგა ხაჩატრიანი

ნონა ვასილიევა-ვაშაყმაძე, პოლინა თოიძე, რამაზ გახოკიძე, ქეთევან არჩვაძე

inga.khachatriani608@ens.tsu.edu.ge

ბიოორგანული ქიმიის დეპარტამენტი, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი, ჭავჭავაძის გამზ. 3

ბიომიმეტიკის და მეტალურგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 77

ადამიანის თვალი შეიცავს ორი სახის სინათლის მგრძნობიარე უჯრედებს (ფოტორეცეპტორებს): მაღალმგრძნობიარე ჩხირებს, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან ღამის ხედვაზე და ნაკლებად მგრძნობიარე კოლებებს - პასუხისმგებლებს ფერად ხედვაზე. როდოპსინი - სინათლისადმი მგრძნობიარე პიგმენტი (ქრომოპროტეინი). იგი შედის ზღვის უხერხემლოების, თევზების, თითქმის ყველა ხმელეთის ხერხემლიანების და ადამიანის თვალის ბადურის ჩხირების შემადგენლობაში (დაახლოებით 40%). როდოპსინი - ძირითადი პიგმენტი, რომელიც პასუხისმგებელია ბადურის ფერზე და აღიქვამს ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას ხილულ დიაპაზონში, რაც საფუძვლად უდევს მხედველობის პროცესს. როდოპსინი შედგება ორი კომპონენტისგან: ნაწილს, რომელიც შთანთქმავს ხილულ სინათლეს ეწოდება ქრომოფორი - რეტინალი (რეტინოლის (ვიტამინი A) ალდეჰიდი) და მხედველობის პიგმენტების ცილა - ოპსინი.

ძუძუმწოვრების როდოპსინის მსგავსი სტრუქტურა აქვს ბაქტერიოროდოპსინს - არქეების მემბრანული სინათლის მგრძნობიარე ცილებს. ჰალოფილური არქეობაქტერიები აქვთ შესაძლებლობა ექსტრემალურად განახორციელონ უქლოროფილო ტიპის ფოტოსინთეზი.

როგორც ცნობილია, სინათლის კვანტის შთანთქმის შედეგად როდოპსინი განიცდის ფოტოქიმიურ გარდაქმნებს - ფოტოლიზს. ამ პროცესის პირველად აქტს წარმოადგენს 11-ცის-რეტინალის იზომერიზაცია ტრანს-კონფიგურაციაში, რომელსაც გააჩნია იგივე ქიმიური სტრუქტურა, როგორც ცის-ფორმას, მაგრამ სხვა ფიზიკური სტრუქტურა - სწორი, არა დახრილი მოლეკულის სახით. ფოტონის შთანთქმის შედეგად ხდება ბმის შესუსტება და რეტინალის აგებულების თანახმად სხვადასხვა სიბრტყეზე განლაგებული მეთილის ჯგუფების შემდგომი განზიდვა. ამის შედეგად ჩნდება ბრუნვითი მომენტი, რომელიც იწვევს მოლეკულის გასწორებას მოტრიალებით.

სინათლის შთანთქმის შემდეგ როდოპსინი იწყებს დაშლას. რადგან რეაქტიული საიტების ორიენტაცია ტრანს-რეტინალში აღარ შეესაბამება ცილის რეაქტიული საიტების ორიენტაციას, რეტინალის ეს ფორმა იწყებს გაყოფას ოპსინისგან. იზომერიზირებული ქრომოფორის "დაძაბული" კონფორმაცია გარდაქმნის თავის ენერგიას როდოპსინის შემდგომი კონფორმაციულ ცვლილებებში. ხერხემლიანებში ფოტოლიზი მთავრდება ქრომოფორის მოწყვეტით ცილისგან (ოპსინი) და რეტინალის გასვლით.

კომპიუტერული მოდელირების მეთოდის მეშვეობით განხორციელდა რეტინალის ფოტოიზომერიზაციის პროცესი. ამისათვის გამოყენებულ იქნა პროგრამა HyperChem. ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ფოტონის შთანთქმის დროს ხდება ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება ისე, რომ მუხტები რეტინალის მოლეკულის ბოლოებში ემთხვევა გარემოს მუხტებს და ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედების შედეგად ხდება რეტინალის ამოგდება გარეთ. ამ შემთხვევაში უჯრედის მემბრანაში არხი თავისუფლდება. როდოპსინის ფოტოლიტიკური დაშლის შედეგად მხედველობითი ნერვის აღზნება ხდება ფოტორეცეპტორში იონური ტრანსპორტის ცვლილების ხარჯზე.