Stručni rad

Skrivena kemija prirodnih boja u nastavi

Dijana Penava, prof. biologije i kemije, učitelj savjetnik
Osnovna škola „August Cesarec“, Ivankovo
Snježana Crčić, prof. biologije i kemije, učitelj savjetnik
Osnovna škola „Marija Gubec“, Jarmina

Sažetak

Rad prikazuje primjer interdisciplinarne školske aktivnosti koja povezuje biologiju, kemiju i održivi razvoj kroz iskustveno učenje i suradnju učenika dviju škola. Svrha rada je ukazati na važnost povezivanja teorijskih znanja s praktičnim radom koristeći prirodne materijale. Aktivnost se temelji na prijenosu biljnih pigmenata na tekstil i papir, pri čemu učenici usvajaju ključne pojmove poput građe biljnih stanica, difuzije, topljivosti, međumolekulskih interakcija i utjecaja pH vrijednosti na stabilnost pigmenata. Naglasak je stavljen na primjenu načela održivog razvoja, osobito kružnog gospodarstva i ponovne uporabe materijala. Suradnja između dviju škola dodatno doprinosi razvoju komunikacijskih i socijalnih kompetencija učenika. Ovakav pristup omogućuje dublje razumijevanje prirodnih i kemijskih procesa te potiče učenike na aktivno i odgovorno djelovanje u očuvanju okoliša.

Ključne riječi: interdisciplinarnost, iskustveno učenje, prirodna bojila, održivost

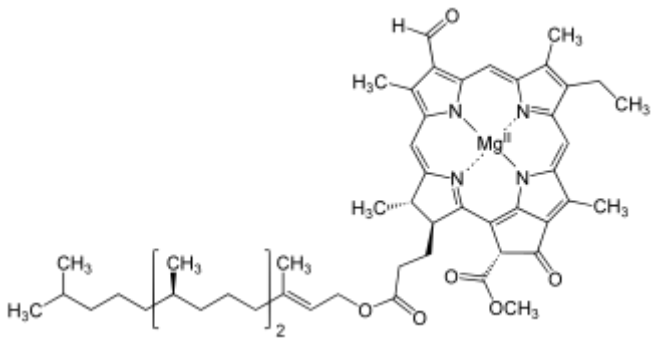
1.Uvod

Suvremeni odgojno-obrazovni procesi sve više naglašavaju potrebu za interdisciplinarnim pristupom poučavanju, osobito u području prirodoslovlja. Biologija i kemija često se percipiraju kao apstraktni predmeti, no njihova se prava vrijednost očituje kada se povežu s konkretnim iskustvima iz svakodnevnog života.

U ovom radu prikazana je aktivnost u kojoj učenici kroz praktičan rad istražuju prirodne procese koristeći biljni materijal. Poseban naglasak stavljen je na održivi razvoj i suradnju učenika dviju škola, čime se dodatno potiče razmjena znanja, iskustava i razvoj socijalnih vještina.

2.Priroda kao laboratorij: biološka i kemijska osnova

Biljni organizmi sadrže različite skupine pigmenata koji imaju specifične biološke funkcije i kemijska svojstva. Među najvažnijima su klorofili (slika br.1), karotenoidi i antocijani. Klorofil je zeleni pigment smješten u kloroplastima i ključan je za proces fotosinteze, pri čemu apsorbira svjetlosnu energiju i omogućuje sintezu organskih spojeva [1]. Karotenoidi djeluju kao pomoćni pigmenti i antioksidansi, dok antocijani pripadaju skupini flavonoida i odgovorni su za crvene, ljubičaste i plave nijanse biljaka.



Slika 1. Struktura klorofila

Na staničnoj razini, biljno tkivo građeno je od stanica omeđenih staničnom stijenkom i membranom. Mehaničkim djelovanjem dolazi do narušavanja integriteta stanične stijenke (celulozne strukture), čime se omogućuje oslobađanje vakuolarnog sadržaja bogatog pigmentima. Oslobođene molekule zatim dolaze u kontakt s podlogom.

S kemijskog stajališta, proces prijenosa pigmenata uključuje više ključnih pojava. Difuzija omogućuje spontano gibanje molekula iz područja veće koncentracije prema području manje koncentracije [2]. Topljivost pigmenata u vodi i njihov afinitet prema tekstilnim vlaknima određuju intenzitet i trajnost otiska. Prirodna vlakna poput pamuka, koja su građena od celuloze, omogućuju vezanje pigmenata putem vodikovih veza i drugih međumolekulskih interakcija.

Posebno važan kemijski čimbenik je pH vrijednost, koja značajno utječe na strukturu i boju antocijana. U kiselim uvjetima oni poprimaju crvene nijanse, dok u lužnatim prelaze u plave ili zelene tonove. Ova pojava omogućuje učenicima vizualno praćenje kemijskih promjena, čime se apstraktni pojmovi pretvaraju u konkretno iskustvo.

3.Tehnika izrade i estetska vrijednost prirodnog otiska

Proces izrade temelji se na jednostavnoj tehnici prijenosa biljnih pigmenata na tkaninu ili papir. Svježe biljke polažu se na podlogu, prekrivaju zaštitnim slojem te se mehaničkim pritiskom potiče oslobađanje pigmenata iz stanica (slika br. 2).



Slika br. 2 Postupak prijenosa biljnih pigmenata na tekstilnu podlogu

Pigmenti se zatim upijaju u vlakna materijala i stvaraju trajne uzorke (slika br. 3)



Slika br. 3 Prikaz otisnute torbe s biljnim pigmentima

Rezultati ove tehnike ističu se svojom autentičnošću i estetskom vrijednošću. Svaki otisak je jedinstven jer ovisi o vrsti biljke, količini pigmenta, strukturi tkiva i jačini pritiska. Učenici su mogli uočiti fine detalje poput lisnih žila i prijelaza boja, što dodatno naglašava povezanost znanosti i umjetnosti.

Tijekom aktivnosti učenici su spontano povezali opažene procese s iskustvima iz djetinjstva. Prisjetili su se kako bi nakon igre na travi na odjeći ostajali zeleni tragovi koje je bilo teško ukloniti. Kroz ovu aktivnost shvatili su da je riječ o istom procesu, oslobađanju klorofila i drugih pigmenata te njihovom vezanju za tekstilna vlakna. Ova poveznica između svakodnevnog iskustva i znanstvenog objašnjenja značajno je doprinijela razumijevanju i trajnosti usvojenog znanja.

4.Učenička iskustva i doživljaj procesa stvaranja

Boravak u prirodi predstavljao je prvi i iznimno važan korak u cijelom procesu. Učenici su s velikim zanimanjem i radoznalošću prikupljali različite biljne vrste i dijelove kao što su listove, cvjetove i travke, pritom spontano uočavajući razlike u bojama, teksturama i građi biljaka, ali povezuju oblik biljke s nazivom. Takvo neposredno iskustvo omogućilo im je razvoj osjetljivosti prema prirodi, ali i aktivno promatranje biološke raznolikosti.

Sam čin prikupljanja bio je prožet istraživačkim pristupom, učenici su birali biljke intenzivnih boja, mekših tkiva ili izraženih žila, pretpostavljajući kako bi upravo takve mogle ostaviti najzanimljivije otiske. Time su intuitivno povezivali vizualna svojstva biljaka s njihovim potencijalnim kemijskim sastavom i količinom pigmenata.

Posebno snažan dojam ostavio je trenutak prijenosa biljnih otisaka na tkaninu. Kada su učenici uklonili biljni materijal i ugledali rezultate, reakcije su bile obilježene oduševljenjem, iznenađenjem i ponosom. Svaki dobiveni uzorak bio je jedinstven, što je dodatno pojačalo osjećaj osobnog doprinosa i kreativnosti. Učenici su s interesom uspoređivali svoje radove, analizirali razlike u intenzitetu boja i jasnoći otisaka te raspravljali o uzrocima tih razlika.

Posebnu vrijednost imala je mogućnost primjene dobivenih otisaka na vlastitoj odjeći. Učenici su donosili majice, torbe ili druge tekstilne predmete koje su već dugo koristili, a koji su ovom aktivnošću dobili potpuno novu estetsku i funkcionalnu dimenziju. Taj proces „oživljavanja“ starih predmeta izazvao je snažan osjećaj zadovoljstva jer su učenici prepoznali kako vlastitim radom mogu stvoriti nešto novo i vrijedno.

Kroz ovu aktivnost učenici su također povezali novo iskustvo s poznatim situacijama iz svakodnevnog života. Prisjetili su se kako su kao mlađi, nakon igre na travi, na odjeći često imali zelene tragove koje je bilo teško ukloniti. Sada su razumjeli da se radi o istom procesu odnosno prijenosu biljnih pigmenata i njihovom vezanju za tekstilna vlakna. Ova spoznaja dodatno je osnažila njihovo razumijevanje i pokazala kako znanost objašnjava pojave koje svakodnevno doživljavamo.

Ukupno gledano, aktivnost je kod učenika potaknula osjećaj povezanosti s prirodom, razvila kreativnost i povećala motivaciju za učenje, dok je istovremeno ojačala svijest o važnosti ponovne uporabe i održivog načina života.

5.Održivi razvoj u praksi

Aktivnost se temelji na načelima održivog razvoja, osobito na ponovnoj uporabi materijala i smanjenju otpada. Učenici koriste stare tekstilne predmete i daju im novu vrijednost, čime izravno primjenjuju koncept kružnog gospodarstva [4].

Tekstilna industrija jedan je od značajnih izvora onečišćenja, posebice zbog uporabe sintetičkih bojila i kemikalija koje mogu biti štetne za okoliš [3]. Korištenjem prirodnih pigmenata učenici uočavaju mogućnosti održivijih alternativa te razvijaju svijest o odgovornom korištenju resursa.

6.Suradničko i interdisciplinarno učenje

Poseban doprinos aktivnosti očituje se u suradnji učenika dviju škola. Kroz razmjenu biljnih materijala, usporedbu rezultata i zajedničke rasprave učenici razvijaju komunikacijske i socijalne vještine.

Interdisciplinarni pristup omogućuje povezivanje:

- biologije (građa i funkcija biljaka)
- kemije (sastav tvari i kemijski procesi)
- ekologije (održivi razvoj i zaštita okoliša)

Takav način rada potiče aktivno učenje, istraživački pristup i dublje razumijevanje sadržaja.

7.Prednost i nedostaci

Prirodna bojila i pigmenti imaju niz značajnih prednosti, među kojima se posebno ističu obnovljivost resursa i njihova biorazgradivost. Većina prirodnih bojila je netoksična, što ih čini sigurnijima za okoliš i ljudsko zdravlje, a dodatno mogu posjedovati funkcionalna svojstva poput UV-zaštite i antibakterijskog djelovanja. Istraživanja također pokazuju da njihova primjena može smanjiti potrošnju vode u procesima bojanja tekstila te doprinijeti smanjenju emisija CO_2. Unatoč tome, uporaba prirodnih bojila suočava se s brojnim izazovima. Jedan od ključnih problema je nekonzistentnost i otežana reproducibilnost, budući da svojstva prirodnih pigmenata ovise o čimbenicima poput klime, vrste tla i vrste tekstilnog vlakna, što otežava postizanje ujednačenih nijansi potrebnih za industrijsku proizvodnju. Dodatno, visoki troškovi proizvodnje predstavljaju značajnu prepreku, jer je proces ekstrakcije skup i često rezultira niskim prinosima, zbog čega prirodna bojila teško mogu konkurirati sintetičkima. Uz to, uzgoj biljaka za dobivanje bojila zahtijeva značajne resurse i može konkurirati proizvodnji hrane. Još jedan nedostatak odnosi se na slabiju postojanost boje, osobito pri izlaganju svjetlu i pranju, dok tradicionalna sredstva za fiksiranje, poput aluminija, kositra i kroma, iako poboljšavaju vezivanje boje, mogu biti toksična i zahtijevaju dodatne procese poput rudarenja.

8.Zaključak

Prikazana aktivnost potvrđuje kako se integracijom biologije, kemije i održivog razvoja može ostvariti kvalitetno i smisleno učenje koje nadilazi tradicionalne nastavne metode. Učenici kroz praktičan rad ne usvajaju samo teorijska znanja, već ih razumiju kroz neposredno iskustvo, povezujući znanstvene pojmove s konkretnim pojavama iz svakodnevnog života.

Razumijevanje procesa poput difuzije, topljivosti, strukture biljnih stanica i utjecaja pH vrijednosti postaje znatno dublje kada se učenici s njima susretnu kroz vlastiti rad. Posebno je vrijedno što su učenici uspjeli povezati svoja ranija iskustva s novim znanjima, čime je učenje postalo osobno i trajno.

Suradnja učenika dviju škola dodatno je obogatila proces učenja. Razmjenom ideja, usporedbom rezultata i zajedničkim promišljanjem razvijene su ne samo znanstvene, već i socijalne kompetencije. Takav oblik učenja potiče otvorenost, suradnju i osjećaj zajedničke odgovornosti.

Osim obrazovne vrijednosti, aktivnost ima snažan odgojni učinak. Učenici razvijaju svijest o važnosti očuvanja okoliša, razumiju posljedice prekomjerne potrošnje i prepoznaju važnost održivih rješenja. Kroz ponovnu uporabu materijala i korištenje prirodnih resursa aktivno sudjeluju u izgradnji održivijeg načina života.

Uporaba prirodnih bojila u tekstilnoj industriji danas predstavlja važan model održivosti, koji objedinjuje tradiciju, suvremene tehnološke napretke i sve izraženiju ekološku osviještenost potrošača. Iako nude jasne ekološke i funkcionalne prednosti, njihov daljnji razvoj ovisi o uspješnom prevladavanju izazova poput konzistentnosti, postojanosti i skalabilnosti proizvodnje. Uz odgovarajuće poticaje i usmjeren, kontroliran razvoj, prirodna bojila imaju potencijal postati ključan element budućnosti tekstilne industrije, sposoban zadovoljiti i estetske i ekološke zahtjeve modernih potrošača.

Zaključno, ovakav pristup poučavanju doprinosi razvoju cjelovitih kompetencija učenika – znanstvenih, ekoloških i društvenih, te ih osnažuje da postanu aktivni sudionici pozitivnih promjena u svojoj zajednici.

9.LITERATURA

[1.] Campbell NA, Urry LA, Cain ML, Wasserman SA, Minorsky PV, Reece JB. *Biology*. 11th ed. New York: Pearson; 2017.

[2.] Chang R, Goldsby K. *Chemistry*. 12th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2016.

[3.] Fletcher K. *Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys*. London: Routledge; 2014.

[4.] Geissdoerfer M, Savaget P, Bocken NMP, Hultink EJ. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *J Clean Prod*. 2017;143:757–768.