

CZU: 374.1:581

DOI: 10.36120/2587-3636.v31i1.114-130

**STRATEGII DE ORGANIZARE ȘI REALIZARE A CERCULUI
„BOTANISTUL” PE TEMA „PIGMENTII VEGETALI - SUBSTANȚE
INDISPENSABILE PENTRU UNIVERS”**

Sofia GRIGORCEA, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-4948-6430>

Eugenia CHIRIAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-5935-0414>

Boris NEDBALIUC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-9116-4515>

Lilia BRÎNZĂ, PhD, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1936-4376>

Nicolai ALUCHI, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1874-8474>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În articol sunt reflectate activitățile realizate în cadrul ședinței cercului „Botanistul” cu tema: „Pigmenții vegetali - substanțe indispensabile pentru Univers”. În cadrul temei au fost abordate subiecte cu aspect teoretice, precum și activități practice ce implică realizarea experimentului biologic cu rol important în formarea specialiștilor din domeniul științelor naturale.

Cuvinte cheie: activități extracurriculare, cercul „Botanistul”, studenți, pigmenți.

**STRATEGIES FOR ORGANIZING AND ACHIEVING THE CIRCLE
„BOTANIST” ON THE THEME „PLANT PIGMENTS-SUBSTANCES
INDISPENSABLE FOR THE UNIVERSE”**

Abstract. In the article are reflected the activities carried out within the meeting of the „Botanist” circle with the theme: „Plant pigments - indispensable substances for the universe”. Within the theme were approached theoretical topics, as well as practical activities involving the realization of biological experiment with an important role in the training of specialists in the field of natural sciences.

Keywords: extracurricular activities, „Botanist” circle, students, pigments.

Introducere

Activitățile extracurriculare oferă oportunități pentru dezvoltarea unor competențe, în raport cu anumite obiective ce inspiră și provoacă interes, reprezentând un element prioritar în politicile educaționale întrucât manifestă un impact pozitiv asupra performanțelor, dezvoltării personalității și integrării sociale al educabililor [2, 5].

Una dintre cele mai importante categorii de activități extracurriculare o reprezintă activitățile de cerc. Acestea „se organizează în vederea dezvoltării aptitudinilor și exprimării creativității”, dar și pentru aprofundarea cunoștințelor într-un anumit domeniu [4]. Prin conținutul științific, caracterul atractiv și varietatea activităților desfășurate, cercul la biologie oferă largi posibilități de dezvoltare a inițiativei creatoare, a spiritului de observație, trezește dragostea pentru natură, dorința de a studia, de a cerceta, de a

descifra „misterele” viului. Influența pe care cercurile didactice o exercită asupra elevilor/studentilor poartă un caracter intelectual, dezvoltă sfera cognitivă a lor, contribuie la îmbogățirea volumului de noțiuni, cunoștințe și reprezentări. La fel de importante sunt și latura afectivă și cea volițională, care, în general, sunt mai puțin exploatate și motivate în cadrul activităților didactice. Munca în colectiv îi conferă educabilului posibilități numeroase de a se cunoaște mai bine pe el însuși, de a-și verifica anumite opinii, aptitudini, înclinații, de a le confrunța cu cele ale celorlalți colegi, de a se afirma și de a-și promova inițiativa. Relațiile în cadrul cercului au o însemnătate specială ajutând la restructurarea unor interese, la potențarea și afirmarea altora și la proliferarea anumitor trăsături de caracter [1].

Metodele și materialele aplicate

Cercul „BOTANISTUL” reprezintă o activitate extracurriculară organizată în cadrul catedrei de Biologie vegetală, Facultatea Biologie și chimie, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”. Acesta, reprezintă o activitate tradițională ce implică organizarea și realizarea a 4-5 ședințe permanente cu tematici diferite pe parcursul întregului an de studiu. Stabilirea tematicii implică aspecte ce sunt mai puțin studiate în cadrul unităților de curs din cadrul catedrei, astfel se pune accentul pe formare de noi competențe necesare pentru descoperirea în esență a misterului lumii vegetale. Planul de activitate pentru fiecare ședință este coordonat de biroul de organizare a cercului din componența căreia fac parte atât cadre didactice de la catedră, cât și studenții de la facultate, pasionați de lumea vegetală. Ulterior se elaborează avizul, de către șeful biroului de organizare, care include: data, ora, locul, tema și (subiectele care urmează să fie prezentate) în cadrul cercului (fig. 1).

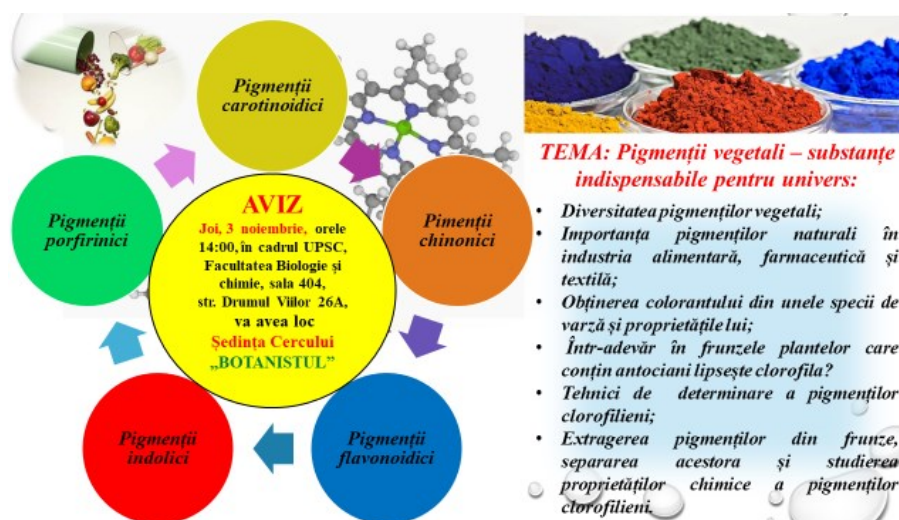


Figura 1. Avizul pentru ședința cercului „BOTANISTUL”

cu tema: *Pigmenții vegetali – substanțe indispensabile pentru univers*

În realizarea ședinței Cercului de Botanică cu tema: *Pigmenții vegetali – substanțe indispensabile pentru univers*, au fost implicați studenți din anii: I, II, III și IV de la

specialitățile Biologie și chimie, Biologie, Ecologie, Chimie și biologie, Geografie și biologie, precum și elevii pasionați de Botanică de la IPLT „Mihai Marinciuc” din municipiul Chișinău.

Rezultate obținute și discuții

- **Diversitatea pigmentilor vegetali** (fig. 2).

Printre substanțele sintetizate de plante cu o colosală importanță pentru univers sunt pigmentii. Sunt diferiți după culoarea pe care o dau: clorofila – verde, carotenul – roșu-oranj, xantofila – galbenă, flavonele – galbene, antocianii – pigmentii vacuolari ce variază de la roșu la albastru, după pH-ul acid sau bazic al sucului celular. Pe lângă rolul lor de coloranți naturali ai florilor, frunzelor, fructelor și ai țesuturilor plantelor, de atragere a insectelor polenizatoare, fotoreceptori în fotosinteză și fotoperiodism, aceștia prezintă importanță semnificativă și ca materii prime cu variate aplicații științifice, tehnologice și comerciale [3].



Figura 2. Secvențe de prezentare a materialului
pe tema: **Diversitatea pigmentilor vegetali**

În funcție de structura chimică, culoare, în general foarte variată, pigmentii vegetali pot fi împărțiți în mai multe grupe: pigmentii porfirinici, pigmenti carotenoidici, pigmentii chinonici, pigmenti flavonoidici, pigmenti indolici [3].

Pigmenții porfirinici. Foarte răspândiți în regnul vegetal sunt pigmentii clorofilieni, reprezentați prin clorofila-a, clorofila-b și derivații lor de oxidare (oxiclorofile). Aceștia dau culoarea verde și galben verzuie a frunzelor și tulpinilor și participă în procesul de fotosinteză.

Pigmenții carotenoidici sunt pigmenti colorați în galben, portocaliu, roșu, violet etc. Sunt răspândiți în toate organele plantelor cu sau fără clorofilă (frunze, fructe, tulpină, bulb, semințe etc.). Se împart în: hidrocarburi carotenoidice (fig.3) și derivați oxigenați ai hidrocarburilor carotenoidice.

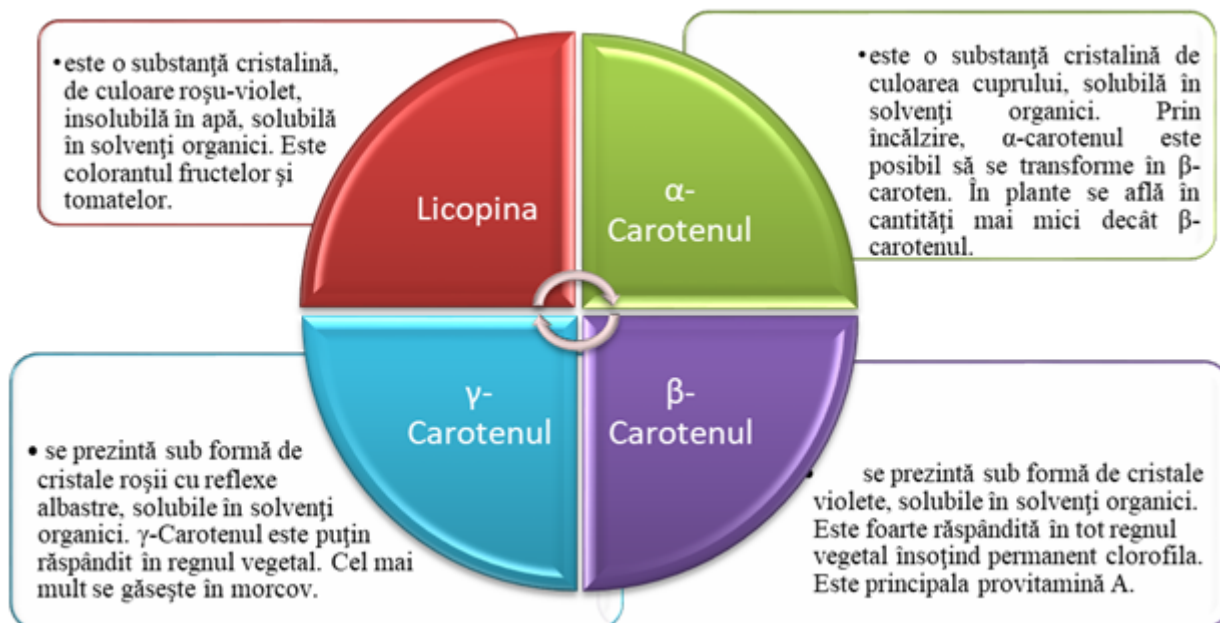
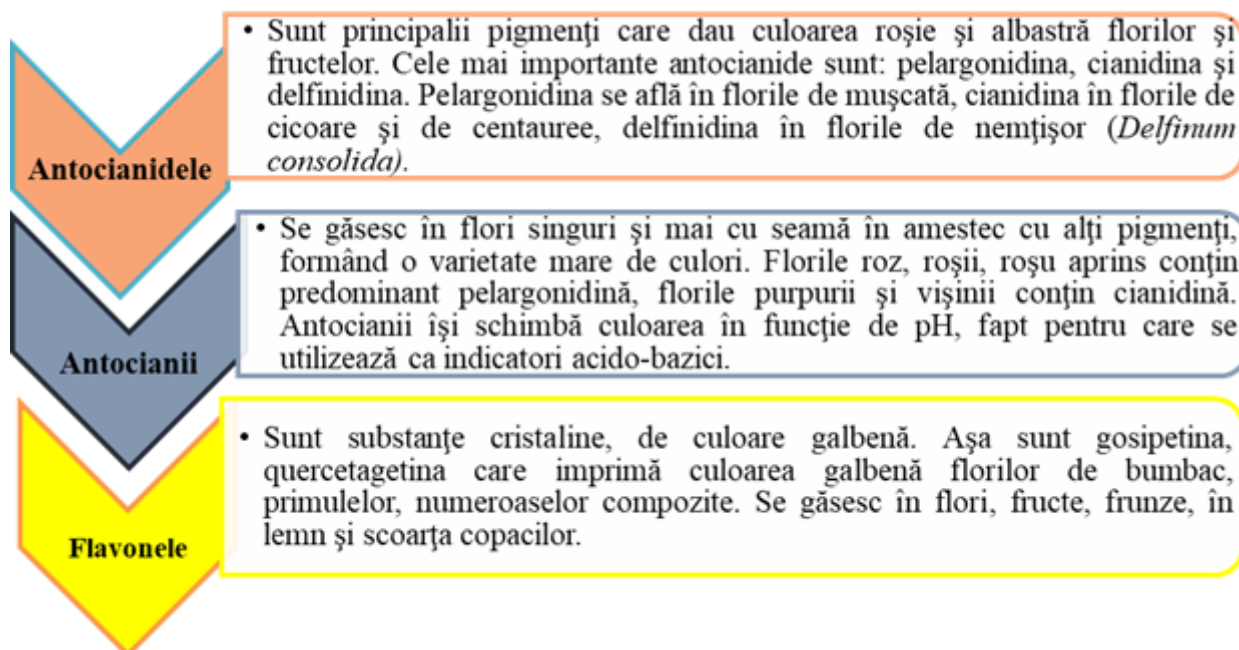


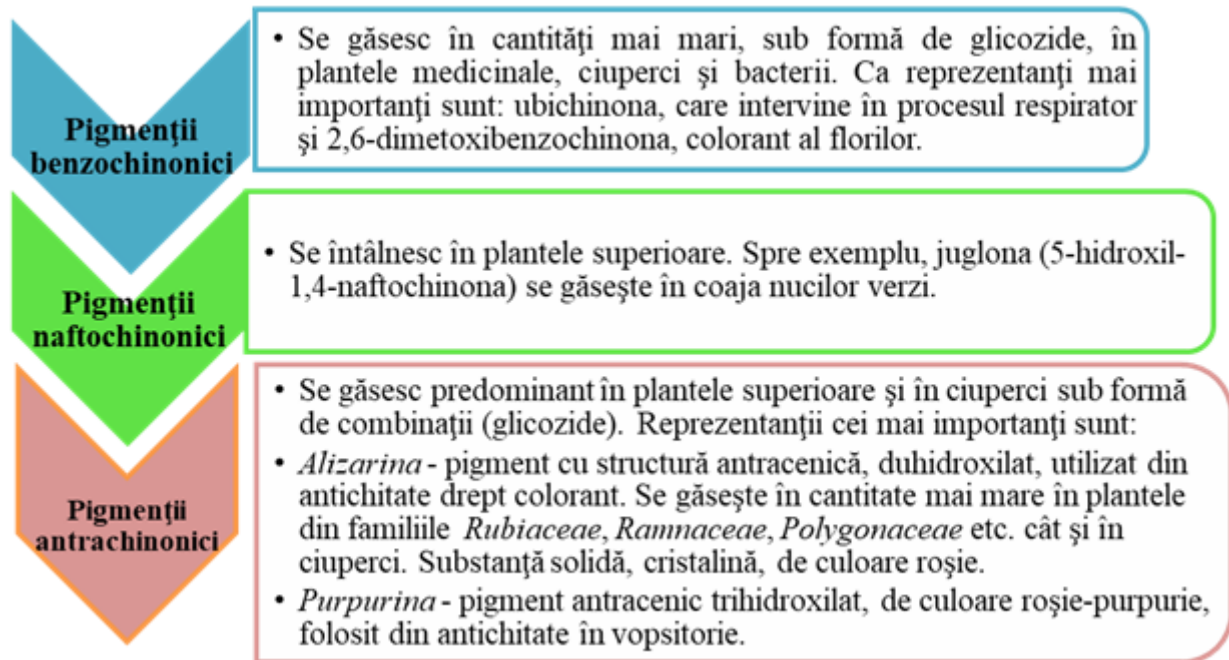
Figura 3. Varietatea hidrocarburilor cetonice

Flavonoidele sunt pigmenți vegetali care predomină în plantele superioare. Se găsesc în flori, fructe, frunze, tulpini, rădăcini, scoarța copacilor etc. În cantitate mică se găsesc în unele alge, în microorganisme și în unele insecte (flavone).



Pigmenții indolici. *Indigoul* este un pigment care se utilizează din antichitate ca și colorant. Se găsește sub formă de glicozid numit indican, în *Indigofera tinctoria*, plantă originară din India și în *Isatis tinctoria*, plantă cultivată în Europa. Prin macerarea plantelor în mediu apos, se produce hidroliza enzimatică a indicanului și se obține indoxilul, care prin autooxidare va forma indigoul.

Pigmenții chinonici intră în constituția unor enzime de oxido-reducere. Se disting următoarele varietăți: benzochinonici, naftochinonici și antrachinonici.



- **Importanța pigmentelor naturali în industria alimentară, farmaceutică și textilă** (fig. 4. A, B).

Culoarea naturală a alimentelor reprezintă o caracteristică importantă din punct de vedere tehnologic, comercial și nutritiv, jucând un rol important în aprecierea calității produselor alimentare. În context, au fost pregătite și prezentate preparate culinare multicolore, aromatice și foarte gustoase, având la bază, frunze de spanac, fructe de zmeură și vișine. (fig. 4. B).



A



B

Figura 4. Secvențe de prezentare a materialului pe tema: *Importanța pigmentelor naturali în industria alimentară* (A) și prezentare produselor culinare colorate pe bază de pigmenți naturali (B)

Clorofilele (A- verde-albăstruie; B- verde-gălbuie), sunt pigmenți verzi prezenți în toate plantele și algele de fotosinteză. Principalele surse folosite pentru producerea acestor coloranți naturali sunt lucerna, spanacul, urzicile etc. Acestea sunt de regulă uscate înainte de extracție. În calitate de solvent se utilizează uleiul vegetal, care este standardizat, care după extracție poate fi utilizat în calitate de colorant alimentar (fig. 5). [3].

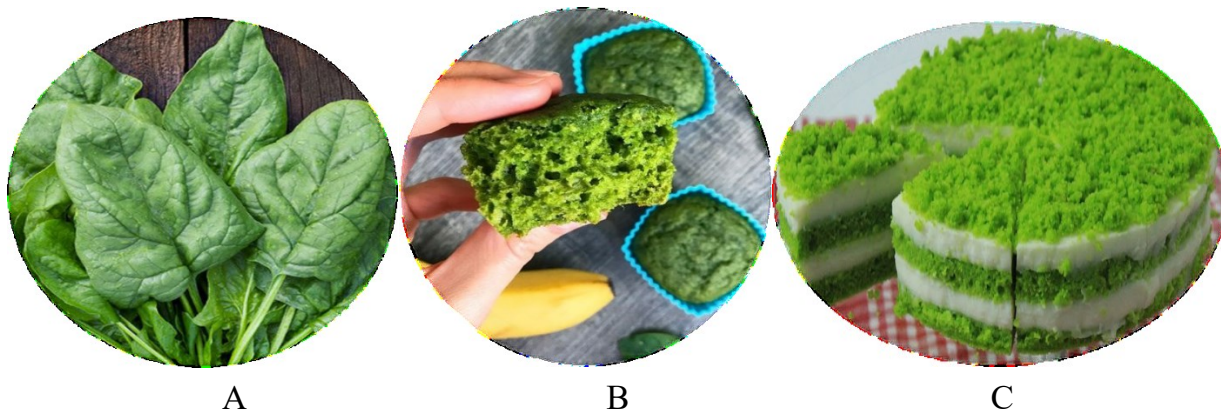


Figura 5. Frunze de spanac (A) și produse culinare (B, C) preparate pe baza pigmentului verde clorofila din spanac [6, 7]

Carotinoidele. Pigmenții α -carotenul și β -carotenul de culoare oranj, pot fi extrași dintr-un număr mare de surse, inclusiv alge, morcovi și ulei de palmier, sau produși prin fermentarea microorganismelor (fig. 6. A).

Licopenul se găsește în cantități mici în multe fructe și legume. Tomatele sunt principala sursă de acest pigment (fig. 6. B). Se pot produce nuanțe de culoare de la roșu la galben, în funcție de nivelul utilizat și aplicare în produsele alimentare.

Luteina este un pigment carotenoid de culoare galbenă găsit în concentrații mari în legume cu frunze verzi, lucernă și petalele de gălbenele (*Calendula officinalis L.*) (fig. 6. C).

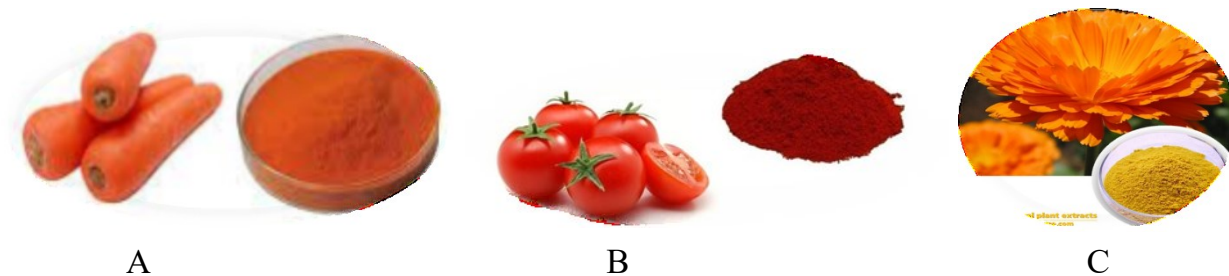


Figura 6. Pigmenții carotinoizi obținuți din morcov (A), tomate (B) și gălbenele (C), [8, 9, 10]

Antocianii (din greacă, „*anthos*” – floare, „*kyanose*” – albastru) sunt cel mai mare grup de pigmenți hidrosolubili în regnul vegetal, aparținând familiei de compuși, flavonoide. Antocianii sunt responsabili pentru nuanțele de roșu, violet și albastru în fructe, legume, flori și semințe. Culoarea antocianilor depinde de pH-ul disponibil al acestora. La schimbarea culorii antocianilor de la roșu spre albastru prin violet valoarea pH-ului crește. Deci, atunci când sunt utilizați antocianii este important să se cunoască pH-ul produsului alimentar pe care îl colorează (fig. 7).

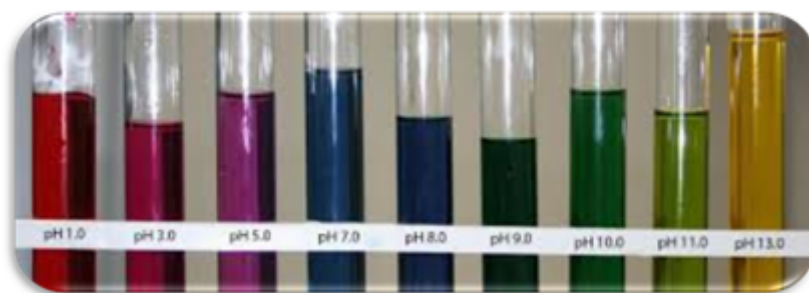


Figura 7. Variația culorii pigmentilor antociani în dependență de pH [11]

Betanina - nuanțe de culoare roz/roșu. Principala sursă comestibilă de betanină este sfecla roșie (fig. 8). Compoziția chimică a betaninei conține două grupe structurale: *betacianină* roșie-violet și *betaxantină* galbenă. Sucul de sfeclă roșie a fost adăugat la produsele alimentare pentru culoarea sa încă din secolul al XVIII-lea. Unele soiuri de sfeclă roșie sunt foarte bogate în acest pigment, care conține până la 200 mg/100 g de betacianină.



A



B

**Figura 8. Rădăcini de sfecla roșie (A) și pigmentul betadina (B)
extras din plantă [12, 13]**

- **Importanța pigmentilor naturali în industria farmaceutică** (fig. 9).

S-a remarcat faptul că în industria farmaceutică, culorile sunt folosite pentru a spori atracția vizuală, pentru a reprezenta o identitate și pentru a crea familiarizarea cu un produs. Culoarea joacă un rol fundamental din două motive simple: pentru efectul placebo care derivă din acesta și pentru funcționalitatea sa.

Albul este utilizat pentru antibiotice, pentru medicamente împotriva durerii, infecțiilor, hipertensiunii arteriale. Este sinonim cu igiena, puritatea.

Roșul este culoarea sângelui prin excelență. Se găsește în industria apei de gură, suplimente pe bază de fier, siropuri de tuse, medicamente legate de problemele de sânge. În nuanțe mai deschise, totuși, roșul devine sinonim cu dulceața, deci este folosit în special pentru siropurile pentru copii, deoarece amintește de gustul căpșunilor și zmeurii.

Verdele reprezintă utilizarea substanțelor naturale. De fapt, este posibil să găsiți această culoare în multe ambalaje bazate pe ierburi, extracte de plante, capsule naturale.

Albastrul este sinonim cu relaxarea și este foarte des folosit pentru medicamente împotriva insomniei sau tulburărilor de anxietate.

Galbenul și portocaliul sunt nuanțe calde și sunt folosite pentru tonice complexe, vitamine, suplimente.

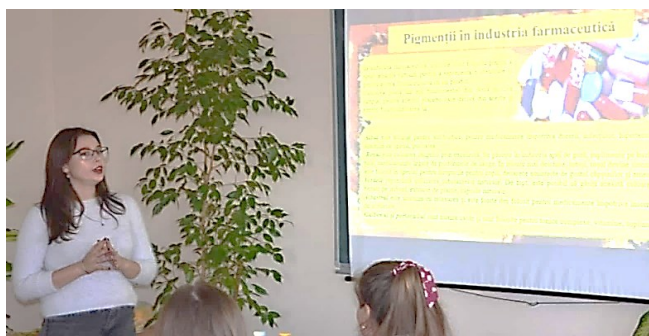
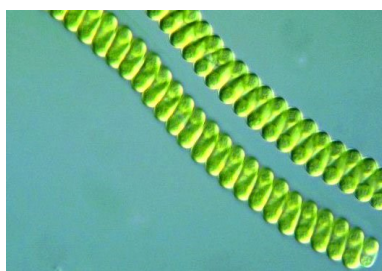


Figura 9. Secvențe de prezentare a materialului pe tema: *Importanța pigmentilor naturali în industria farmaceutică*

Pigmenții clorofilieni. Spirulina este o cianobacterie, consumată de secole pentru proprietățile sale, dar și pentru calitățile nutriționale deosebite (fig. 10). Este un superaliment provenit din algele albastre-verzi, care cresc în mod natural în lacurile sărate din climatul subtropical, dar și în ocean. Acesteia i se atribuie proprietăți precum accelerarea metabolismului, scăderea colesterolului, scăderea în greutate, dar și tratarea unor tulburări de natură psihică precum anxietatea, depresia ori deficitul de atenție.



A



B

Figura 10. Aspect microscopic al spirulinei (A) și produsul (B) derivat pe bază de pigment clorofila [14, 15]

β-carotenul este un pigment roșu-portocaliu găsit în plante și fructe, în special în compoziția morcovilor, dar și a altor legume colorate (fig. 11). Organismul uman transformă beta-carotenul în vitamina A (retinol), deci beta-carotenul este un precursor al vitaminei A. Organismul are nevoie de vitamina A pentru menținerea sănătății pielii, a mucoasei membranelor, pentru un sistem imunitar eficient și pentru menținerea sănătății vederii.



A



B

Figura 11. Alimente naturale cu conținut ridicat de caroten (A) și produsul farmaceutic (B) obținut din pigment [16, 17]

Licopenul este un colorant roșu, natural, anticancerigen, puternic antioxidant care se găsește în fructele și legumele roșii (fig. 12). Licopenul din fructele și legumele roșii are un rol esențial în prevenirea și chiar tratarea multor afecțiuni ale organismului cum ar fi cancerul de sân, cervical, de pancreas, de piele, de ovare, de stomac, deteriorarea vederii odată cu îmbătrânirea, cataracta, bolile cardiovasculare.



**Figura 12. Alimente naturale cu conținut ridicat de licopen (A)
și produsul de supliment alimentar pe bază de pigment (B), [18, 19]**

Luteina (fig. 13) se găsește în diverse suplimente alimentare, sub formă de capsule sau de tablete. Are proprietăți:

- **Antioxidante** – datorită puternicului efect antioxidant, luteina încetinește progresia unor boli degenerative ale ochiului – degenerescenta maculară – și cataracta – opacifierea cristalinului.
- **Antitumorale** – administrarea pe termen lung a suplimentelor alimentare ce conțin luteină poate reduce riscul apariției unor afecțiuni maligne: cancer de sân, de ovar, endometrial și de colon.
- **Afecțiuni cardiovasculare: ateroscleroza și afecțiuni ischemice** – studiile *in vivo* efectuate au demonstrat efectul antioxidant benefic al luteinei asupra nivelurilor plasmatiche de LDL-colesterol.



**Figura 13. Gălbenele (*Calendula officinalis L.*) (A)
și produsul farmaceutic obținut pe bază de pigment luteina (B), [20, 21]**

Fucoxantina (fig. 14) face parte din carotinoizi cu efecte antioxidante. Este un pigment ce se întâlnește în algele brune și diatomee. Este folosită pentru a menține

greutatea și pentru accelerarea metabolismului. De asemenea este un remediu natural pentru diabet, boli de inimă, tensiune crescută, colesterol crescut și obezitate.



A



B

Figura 14. *Fucus* sp. (A) și produsul obținut pe bază de pigment fucoxantina (B), [22, 23]

- **Importanța pigmentilor naturali în industria textilă** (fig. 15).

Coloranții naturali conținuți în organisme vii au reprezentat singura sursă de culoare pentru vopsirea firelor textile din cele mai vechi timpuri și până la sfârșitul secolului al XIX-lea, când au devenit disponibili coloranții de sinteză. De-a lungul istoriei, în diferite părți ale lumii oamenii s-au perfecționat în valorificarea resurselor locale și fixarea coloranților pe diferite suporturi textile.



Figura 15. Secvențe de prezentare a materialului pe tema: *Importanța pigmentilor naturali în industria textilă*

Vopsirea cu coloranți naturali se poate face după mai multe metode, în funcție de structura chimică a coloranților. Vopsirea directă implică simpla imersare a materialului textil în soluția colorată, la rece sau la cald. Cea mai cunoscută sursă biologică cu care se vopsește prin vopsire directă este turmericul (*Curcuma longa L.*), din a cărei rădăcină se extrage un colorant galben, considerat drept „cel mai popular colorant din lume” (fig. 16). Sub denumirea „E 100”, turmericul este un foarte cunoscut colorant alimentar, utilizat în margarină, brânză și pudra de curry.



Figura 16. Aspect plantă de turmenic (A), rădăcina de turmenic (B) și material textil colorat pe baza de pigment natural obținut din rădăcina plantei (C), [24]

O mulțime de plante din întreaga lume conțin precursori ai indigotinului – colorantul din sursele biologice denumite generic "indigo". Dintre acestea, cele mai semnificative în context istoric și geografic sunt indigo-ul comun (*Indigofera tinctoria* L.) (fig. 17) și drobușorul (*Isatis tinctoria* L.). Calitatea vopsirilor cu indigo și prețul ridicat al produselor vopsite cu acesta au făcut ca indigoul să fie considerat drept "*culoarea regilor și rege al culorilor*".



Figura 17. Fragment de lăstar al plantei de *Indigofera tinctoria* (A) și pigmentul obținut din ea, numit indigotină (B)

Verigariu (*Rhamnus cathartica* L.). Fructele conțin pigmenți ce oferă o culoare galben-verzui atunci când sunt utilizate cu mordant alaun, sau verde, când vopsirea se face pe un material albastru (vopsit anterior cu surse de indigo) (fig. 18).



Figura 18. Fragment de lăstar al plantei de *Rhamnus cathartica* (A), fructe uscate (B) și fibre colorate pe baza de pigment natural obținut din *Rhamus* sp. (C), [24]

Planta numită popular, Gaude (*Reseda luteola* L.) este cunoscută încă din antichitate și este considerată de romani ca cea mai rezistentă sursă de vopsire în galben, pentru care se utilizează planta întreagă (fig. 19).



Figura 19. Fragment de lăstar cu inflorescență al plantei de *Reseda luteola* (A), planta uscată mărunțită (B) și material textil colorat pe baza de pigment natural obținut din plantă (C), [24]

Drobița (*Genista tinctoria* L.). Utilizarea ei pentru vopsire este menționată începând cu Evul Mediu pentru culoarea galben, sau combinat cu surse de indigo pentru verde (fig. 20).



Figura 20. Aspectul morfologic al plantei *Genista tinctoria* (A), și material textil colorat pe baza de pigment natural obținut din plantă (B), [24]

Roiba (*Rubia tinctorum* L.) (fig. 21) este una dintre cele mai vechi surse de coloranți naturali, rădăcinile fiind utilizate pentru vopsire în Egipt, Mesopotamia, în Grecia antică și în Roma, în India și țările învecinate, în orientul apropiat și în Europa. Numărul mare de coloranți prezenți în rădăcini explică larga utilizare a acestei plante care poate oferi prin vopsire nuanțe de roșu/orange/brun/violet.



Figura 21. Fragment de lăstar al plantei de *Rubia tinctorum* (A), planta uscată și mărunțită (B), și material textil colorat pe baza de pigment natural obținut din plantă (C), [24]

- **Obținerea colorantului din unele specii de varză și proprietățile lui** (fig. 22).

Pentru extragerea pigmentului din mugurele de varză este nevoie de o varză violetă, vas rezistent termic, aragaz, apă potabilă. Procesul de obținere a pigmentilor din varză

contă în prelucrarea termică a acesteia prin fierbere, ca rezultat se obține o soluție de culoare violetă. Aceasta, se datorează faptului că în celulele mugurelui de varză sunt pigmentii antociani, (gr. „*anthos*” – floare, „*cyanos*” – albastru) care sunt responsabili de culorile roșu, violet și albastru.

Poate oare colorantul obținut din varză să-și schimbe culoarea?

Pentru a analiza această proprietate, se poate folosi colorantul propriu zis, extras din varză, apă potabilă, apă carbogazoasă, oțet, bicarbonat de sodiu, 5 pahare.

Într-un pahar se toarnă 100 ml de oțet; În următoarele 3 pahare se toarnă câte 100 ml de apă; În unul dintre aceste 3 pahare se adaugă o lingură de masă cu bicarbonat de sodiu și se agită; În al doilea pahar se toarnă o lingură de masă cu oțet, iar în al treilea pahar ½ lingură de oțet; În al cincilea pahar se toarnă 100 ml apă minerală; În fiecare pahar se adaugă câte 10 ml de suc de varză colorată și se agită.

Ce se întâmplă?

În paharul cu oțet sucul de varză se colorează în roșu-aprins, în paharul cu bicarbonat – în culoare albastră, iar în paharul cu apă minerală – la început se colorează în roșu, apoi devine albastru. Pigmentul colorant, din frunzele de varză colorată, reprezintă un acid, care-și schimbă culoarea când nimerește în mediu acid, devine roșie, în soluții bazice, albastru-violet, iar în mediu alcalin, variază de la albastru la verde-de-smarald. Culoarea albastră-verzuie se formează din antociani cu alți pigmenți coloranți, cum ar fi flavonoidele, care se întâlnesc în varza colorată, care în lichidele bazice capătă culoarea galbenă. În apa minerală, sucul de varză la început este de culoare roșie, care treptat se transformă în albastru.

În acest context se poate concluziona următoarele însușiri ale plantei studiate: Dacă varza colorată crește pe soluri acide, frunzele ei, care conțin antociani au culoarea roșie, iar plantele de varză colorată care cresc pe solurile bazice – culoarea albastră-violet. De aceea în unele regiuni, varza colorată se numește roșie, iar în altele – albastră.

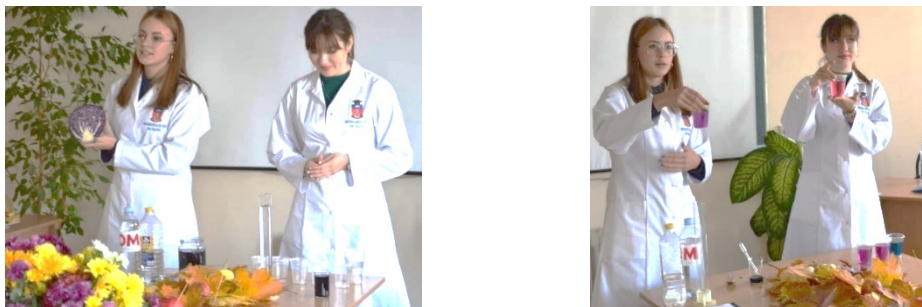


Figura 22. Secvențe de realizare a experimentului

Obținerea colorantului din unele specii de varză și proprietățile lui

- ***Tehnicile de determinare a pigmentilor clorofilieni*** (fig. 23).

Determinarea conținutului de clorofilă s-a realizat cu ajutorul clorofilometrului SPAD-502. Aparatul permite măsurarea rapidă și ușoară a conținutului de clorofilă din frunzele plantei, fără a deteriora frunza. Este ideal pentru măsurările în teren.

Pentru determinarea conținutului de clorofilă au fost folosite două plante de fasole, dintre care, una a fost menținută în întuneric timp de 24 de ore, cea de a doua plantă a fost ținută la lumină. Poziționând clorofilometrul pe frunza plantei ținută anterior la întuneric s-a constatat că cantitatea de clorofilă este de 32,5 iar în frunza plantei ținută la lumină, aceasta a fost de 35,9. Astfel s-a constatat că sub influența luminii se produce o cantitate mai mare de clorofilă.



A

B

**Figura 23. Secvențe de prezentare (A) și realizare a experimentului (B)
*Determinarea conținutului de clorofilă***

- ***Extragerea pigmentilor din frunze, separarea acestora și studierea proprietăților chimice a pigmentilor clorofilieni*** (fig. 24).

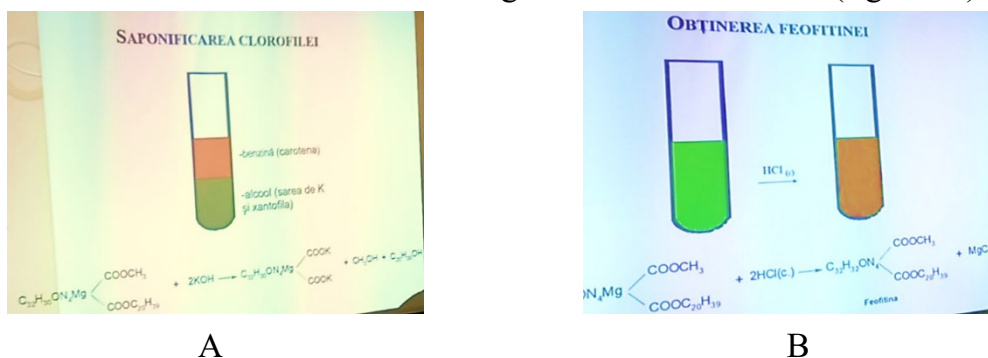


Figura 24. Secvențe de realizare a experimentului *Extragerea pigmentilor din frunze, separarea acestora și studierea proprietăților chimice a pigmentilor clorofilieni*

Pentru ca lumina să poată acționa asupra organismului vegetal și să fie utilizată în fotosinteză este necesar, ca aceasta să fie captată de fotoreceptori – pigmentii. Pigmenții clorofilieni se află în cloroplaste în stare legată cu proteinele și lipidele și pentru extragerea lor este necesar distrugerea frunzelor prin mărunțire. Procesul de obținere a extractului de pigmenți clorofilieni se realizează prin următoarea metoda: într-o piuliță se mărunțesc cu foarfeca frunzele de *Hibiscus rosa-sinensis*, ulterior se adăugă mici cantități de alcool etilic, se agită până se obține o masă omogenă, după care se filtrează produsul ce reprezintă extract de pigmenți clorofilieni și carotinoizi. Următoarea etapă constă în separarea extractului în două eprubete, în care se adăugă benzina și prin agitare se observă diferența

de schimb a substanțelor, ulterior se lasă să se limpezească, și astfel se constată separarea conținutului în două straturi, stratul de sus este benzina, stratul de jos este alcoolul. În stratul de sus cu benzină se află clorofila *a* și *b* și grupul de carotenoizi, în stratul de jos cu alcool s-a separat xantofila de culoare galbenă. Separarea xantofilei se face prin metoda lui Kraus. Pentru analiza proprietăților chimice, în eprubeta cu pigmenți se adaugă un cristal de KOH, se agită conținutul eprubetei până se dizolvă toată baza care va intra în reacție. O lășăm pentru 1-2 minute, astfel are loc reacția de saponificare a clorofilei (fig. 25 A). De la molecula clorofilei se desprinde alcoolul etilic iar sarea de potasiu a acidului clorofilic se depune în stratul de jos împreună cu xantofila. Ca rezultat se observă că în stratul de sus care anterior era de culoare verde s-a transformat în galben-verzui (solvenții nu se schimbă cu locul sus a rămas benzina, jos-alcoolul), clorofilele din stratul de sus au reacționat cu KOH și au format o sare de K de culoare verde întunecată și care se dizolvă mai bine în alcool trece în stratul de jos, iar în stratul de sus rămâne un pigment din grupa carotinoizilor – carotena care nu interacționează cu KOH și oferă culoarea respectivă stratului de sus.

În cea de a doua eprubetă adăugăm una-două picături de HCl concentrat, și se observă că conținutul de culoare verde a devenit de culoare brună. Aceasta se datorează faptului că atomul central din molecula de clorofilă – Mg a fost substituit cu Fe (fig. 25 B).



**Figura 25. Reacția de saponificare a clorofilei (A)
și reacția de obținere a feofitinei (B)**



**Figura 26. Membrii biroului de organizare al cercului „Botanist”
și unii participanți la ședință care au fost apreciați cu diplome de excelență
și de participare**

Apare întrebarea, este posibil de restabilit legăturile metal-organice în molecula de clorofilă? Pentru aceasta este necesar de adăugat în eprubetă câteva cristale de acetat de cupru și sub acțiunea temperaturii se desfășoară reacția ce asigură restabilirea culorii verzi. Dacă în componența acestei structuri introducem din nou un metal, în cazul dat Cuprul, are loc restabilirea legăturilor metal organice.

Participanții la cerc au fost captivați de momentele petrecute în cadrul ședinței, exprimându-și dorința de a mai participa la asemenea activități (fig. 26).

Concluzii

1. În cadrul ședinței cercului „Botanistul” pe tema „*Pigmenții vegetali - substanțe indispensabile pentru Univers*” au fost abordate subiecte cu aspect teoretice, precum și activități practice ce implică realizarea experimentului biologic.
2. Activitățile din cadrul cercului au contribuit la extinderea procesului de cunoaștere a fenomenelor biologice specifice conținutului de subiecte variate din cadrul tematicii.
3. Strategiile de organizare și realizare a cercului „Botanistul”, implică activități de cercetare, prin muncă independentă, stimulând dezvoltarea interesului pentru cunoașterea fenomenelor biologice, dezvoltarea creativității, cultivarea spiritului de responsabilitate și formarea unor deprinderi de lucru specifice biologiei vegetale, precum și dezvoltarea capacităților de interacțiune și integrare în mediul academic și social.

Studiul a fost realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Impactul antropic și ecologic asupra diversității vegetale și aspectul interdisciplinar în pregătirea viitorilor specialiști în Biologie”, din cadrul catedrei Biologie vegetală, facultatea de Biologie și chimie, și al proiectului de cercetare „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău.

Bibliografie

1. COSMA, C. V. *Cercul de biologie- sursă de stimulare a capacității creatoare și mijloc de inițiere a elevilor în activitatea de cercetare*. Liceul de Artă „Ioan Sima” Zalău. <https://ru.scribd.com/document/356559025/CERCUL-DE-BIOLOGIE-docx#>
2. COTOS, L. *Impactul activităților extracurriculare asupra dezvoltării capacităților creatoare la copii cu cerințe educaționale speciale*. Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți, Republica Moldova. p. 98-101.
3. MOȚA, C.; ROȘU, A.; CÂMPEANU, GH. *Compuși bioactivi de origine vegetală. Abordări biotehnologice*. Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București, Facultatea de Biotehnologii, p. 99-126.

4. ȚÎRU, C. M. *Pedagogia activităților extracurriculare*. Suport de curs. Cluj-Napoca, 2007, 682 p.
5. UNGUREANU, M. *Rolul activităților extrașcolare în dezvoltarea personalității elevilor*. Școala Gimnazială Dârmănești, 2015. <http://www.scoalaargeseana.ro/didactica-magna/983-rolul-activitatilor-extrascolare-in-dezvoltarea-personalitatii-elevilor>
6. <https://www.seminte1.eu/spanac-de-iarna-cu-frunze-mari-100-gr-seminte-de-spanac-winter-giant-opal>;
7. <https://suntgospodina.net/tort-cu-spanac-si-crema-de-vanilie-un-desert-deosebit-cu-care-reusesti-sa-surprinzi-pe-oricine/>
8. <http://ro.gmp-factory.com/herbal-supplements/enhance-immunity-/beta-carotene.html>;
9. https://www.alibaba.com/product-detail/Pure-Natural-Tomato-Extract-Powder-Lycopene_1600393657491.html;
10. <http://ro.gmp-factory.com/herbal-medicine/anti-tumor/marigold-extract-lutein-zeaxanthin.html>
11. <https://ingredex.ro/produse/coloranti-alimentari/coloranti-naturali>
12. <https://minuneanaturii.ro/blog/sfecla-rosie-rosie-ca-sangele>;
13. <https://lataifas.ro/alimentatie-sanatoasa/110787/cum-sa-faci-pudra-de-sfecla-rosie-utilizari/>
14. <https://espirulinartesanal.com/es-una-planta-es-un-alga-es-un-avion-pero-que-es-la-espirulina/>
15. <https://www.doc.ro/sanatate/spirulina-superalimentul-cu-proprietati-vindecatoare>
16. <https://www.drmax.ro/articole/beta-carotenul-surse-si-rolul-sau-in-organism>
17. <https://comenzi.farmaciatei.ro/vitamine-si-suplimente/stil-de-viata/beauty/bio-caroten-e-60-capsule-pharma-nord-p354740>
18. <https://www.doc.ro/dieta-si-sport/licopenul-ce-beneficii-are-pentru-sanatate>
19. <https://herbacom.ro/super-licopen/>
20. <https://www.lumeasatului.ro/articole-revista/agrotehnica/7099-cultura-galbenelelor-calendula-officinalis.html>
21. <https://www.amazon.com/Solaray-Lutein-Eyes-Advanced-capsules/dp/B000I4DOC4>
22. https://www.freepik.es/fotos-premium/algas-fucus-aisladas-sobre-fondo-blanco-mar-baltico-letonia_23394680.htm
23. <https://drnaturis.ro/produs/fucoxanthin-30cps-secom/>
24. <https://www.facebook.com/39dha2020/> Coloranți naturali în arta textilă contemporană
25. <https://ru.scribd.com/presentation/514599863/CURS-VIII-1>