

SECȚIA 15

PROBLEME ACTUALE ALE DIDACTICII GEOGRAFIEI. ABORDĂRI INTERDISCIPLINARE ÎN PREDAREA ȘI ÎNVĂȚAREA DISCIPLINELOR BIOLOGICE ȘI CHIMICE

FORMAREA ECOVALEOLOGICĂ A TINERILOR SPECIALIȘTI ÎN CADRUL CURSULUI DE CHIMIE ECOLOGICĂ: ABORDAREA SUBIECTULUI INTERACȚIUNILOR ANTIOXIDANTE

ECOVALEOLOGICAL TRAINING OF YOUNG SPECIALISTS IN THE FRAMEWORK OF THE ECOLOGICAL CHEMISTRY COURSE: APPROACHING THE SUBJECT OF ANTIOXIDANT INTERACTIONS

Crina VICOL, doctorandă, cercetător științific
Institutul de Chimie al Universității de Stat din Moldova
ORCID: 0000-0002-3466-0803
crina.vicol@ichem.md

Gheorghe DUCA, dr. hab., prof. univ., acad.,
Institutul de Chimie al Universității de Stat din Moldova
ORCID: 0000-0001-7265-6293

Crina VICOL, PhD student, scientific researcher
Institute of Chemistry of the State University of Moldova
Gheorghe DUCA, Doctor Habilitatus, University Professor, Academician,
Institute of Chemistry of the State University of Moldova

CZU: 159.942.52

DOI: 10.46727/c.v4.21-22-03-2024.p158-168

Abstract. The study is dedicated to popularizing the concept of ecovaleology and familiarizing young specialists with the principles of this scientific direction, by addressing the topic of antioxidant interactions between natural compounds in the Ecological Chemistry course. The integration of the concept of ecovaleology in the course of Ecological Chemistry was achieved by explaining and constantly mentioning the way some compounds or environmental conditions can affect human health. The accumulated data demonstrate that the lesson, in which the experimental results obtained on the topic of antioxidant interactions were discussed and analysed, had a positive impact on the understanding of the advantages and risks of antioxidant consumption, contributing to the shaping of certain opinions regarding the appropriate sources, importance, effects, mechanisms of antioxidant and prooxidant action of the given compounds, the type of antioxidant interactions, as well as the negative effect of pollutants and radical species on health. The results attest to the effectiveness of the didactic process in popularizing the ecovaleological principles and emphasize the importance of capitalizing on this concept as a sustainable and feasible way of training healthy and ecological skills among young people.

Keywords: ecovaleology, ecological chemistry, antioxidants, antioxidant interactions, free radicals, prooxidant character

Introducere

Educația și formarea orientărilor ecologice și ecovaleologice în instituțiile de învățământ sunt o metodă sustenabilă de popularizare a deprinderilor sănatoase și durabile în rândul tinerilor. Conform lui Corcoran B., marea provocare a învățământului superior este de a crea instituții universitare reorientate spre ecologie și sustenabilitate într-o societate non-sustenabilă [1]. Prin urmare, comunitatea din învățământul superior este chemată să răspundă vremurilor de crize de mediu dezastruoase, sistemelor politice eșuate, intoleranței religioase și dezvoltării economice non-sustenabile și inechitabile [1]. Potrivit Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă stabilite în 2015 de statele membre ale Națiunilor Unite [2], abordarea în cadrul instituțiilor de învățământ a problemelor și subiectelor cu conținut ecologic, asociate sustenabilității, este una dintre soluțiile propuse pentru a spori conștientizarea, cunoștințele, abilitățile și valorile necesare pentru a crea un viitor echitabil și durabil [3]. În ultimii ani, se încearcă tot mai intens integrarea în învățământul superior a subiectelor și practicilor sustenabile cu caracter ecologic, social și cultural, economic și instituțional, educațional și politic, prin activități de predare, cercetare, operațiuni din campus, sensibilizare comunitară și activități de evaluare și raportare [4].

Ecovaleologia este direcția științifică care studiază influența factorilor naturali și a consecințelor schimbărilor antropice din natură asupra sănătății umane, investighează și determină natura comportamentului uman în diferite condiții de mediu cu scopul menținerii sănătății [5, 6]. Conceptul de ecovaleologie are multiple laturi tangențiale cu conceptele de ecologie și chimie ecologică. Prin definiție, ecologia este studiul relațiilor dintre organismele vii și mediul lor, interacțiunile organismelor între ele și modelele și cauzele abundenței și distribuției organismelor în natură [7]. Pe de altă parte, chimia ecologică este știința ce studiază procese chimice și interacțiunile în ecosferă, determină compoziția și proprietățile chimice ale mediului ambiant, adecvat valorii biologice de abitare [8]. Dacă ecologia și chimia ecologică studiază interacțiunile organismelor vii cu mediul ambiant, atunci ecovaleologia își concentrează studiul asupra interacțiunilor omului cu mediul și asupra modului în care aceste interacțiuni afectează sănătatea individului și starea sa de bine. Totodată, sustenabilitatea, ca un proces socio-ecologic, cuprinde mai multe dimensiuni de dezvoltare, în special cel al protecției mediului, și nu exclude sub nicio formă principiile ecovaleologiei, întrucât ambele: sustenabilitatea și ecovaleologia, sunt axate pe studiul interacțiunilor dintre om și mediul înconjurător. Prin urmare, educația ecovaleologică a tinerilor presupune formarea priceperilor, deprinderilor și atitudinii conștiente față de sănătate în coraport cu sensibilitatea personalității față de starea ecologică a mediului [9].

Intervenția omului în dezvoltarea și evoluția firească a naturii creează contradicții tot mai profunde între mediul înconjurător și corpul uman, produs al evoluției naturale și biologice. În ultimele decenii, oamenii și mediul înconjurător au fost (și sunt) expuși tot mai mult consecințelor negative ale urbanizării intense, transportului, industriei, agriculturii intensive etc. Aceste schimbări la nivel calitativ, survenite în mediul înconjurător, afectează direct sănătatea omului, care folosește elementele din natură pentru a se hrăni, a respira și pentru a-și întreține viața și sănătatea.

Antioxidanții naturali sunt o clasă de nutrienți indispensabili menținerii sănătății umane datorită capacității lor de a ceda electroni și de a anihila speciile radicalice ce pătrund sau se formează în organism [10]. Menținerea echilibrului antioxidant – prooxidant în organismul

uman depinde de concentrația compușilor reducători, prin urmare, insuficiența acestora se poate solda cu starea de stres oxidativ [11], iar conținutul ridicat de antioxidanți poate provoca stres reductiv [12]. Riscul manifestării caracterului prooxidant – proprietatea antioxidanților de a deteriora substratul oxidabil asemeni speciilor radicalice – crește în cazul consumului concentrațiilor mari de antioxidanți, spre exemplu, la administrarea suplimentelor alimentare cu concentrații mari de vitamine persoanelor bolnave [12]. Contrar faptului dat, consumul antioxidanților din surse naturale precum fructe și legume nu doar că nu are efecte adverse și nu manifestă nocivitate sau toxicitate, dar și se remarcă prin prezența interacțiunilor antioxidante dintre compușii constituenți. Conform literaturii, interacțiunile antioxidante pot fi sinergice, aditive și antagoniste [13], cele sinergice fiind avantajoase și de interes datorită amplificării activității antioxidante totale a amestecului și potențialului sporit de aplicare în industrie [14]. Actualmente, interacțiunile antioxidante dintre compușii naturali sunt cercetate în raport cu problema caracterului prooxidant al antioxidanților [15]. Astfel, combinarea antioxidanților în raporturi de concentrație similare celor din fructe și legume este sugerată drept o soluție optimă pentru contracararea toxicității și nocivității concentrațiilor mari de antioxidanți [16, 17].

Scopul lucrării date este de popularizare a conceptului de ecovaleologie și de formare a orientărilor ecovaleologice în rândul tinerilor chimiști, prin studierea avantajelor și riscurilor consumului antioxidanților și prin înțelegerea beneficiilor interacțiunilor antioxidante existente între compușii antioxidanți și non-antioxidanți din sursele naturale. De asemenea, în cadrul acestui studiu, sunt oferite unele soluții fezabile privind modul de integrare a principiilor ecovaleologiei în cursul de Chimie Ecologică.

Materiale și metode

Pentru promovarea și familiarizarea studenților cu conceptului de ecovaleologie au fost prezentate mai multe lecții în cadrul Universității de Stat din Moldova, la cursul de „Chimie Ecologică”, condus de acad. Gh. Duca. Lecția intitulată „Chimia alimentară și asigurarea calității alimentelor. Antioxidanții” a fost prezentată patru ani consecutivi studenților de la specialitățile Tehnologia produselor cosmetice și medicinale, Chimie, Chimie biofarmaceutică și Tehnologia chimică industrială.

Pentru prezentarea lecției a fost utilizat Programul Microsoft PowerPoint, care a permis ilustrarea materialului didactic, a schemelor de reacție, a diagramelor, imaginilor reprezentative și utile subiectului discutat. Lecția a fost abordată dintr-o perspectivă preponderent chimică, fiind utilizate și puse în discuții multiple reacții chimice cu implicarea nutrienților, antioxidanților, poluanților, radicalilor liberi etc. Studenții au fost implicați în discuții prin intermediul multiplelor studii de caz, plasate strategic în prezentarea PPT, care ilustrează exemple de produse alimentare, situații actuale și relevante.

Subiectul ecovaleologiei a fost tratat într-un mod subtil, dar insistent la fiecare subiect-obiectiv al lecției, accentuându-se importanța nutrienților pentru menținerea sănătății umane, influența negativă asupra sănătății a poluanților și a radicalilor liberi generați de poluanți, efectul benefic sau nociv al antioxidanților dependent de concentrația acestora etc. Atenție deosebită a fost acordată interacțiunilor dintre antioxidanți – subiect care a fost exemplificat prin expunerea rezultatelor actuale raportate în literatura de specialitate și a datelor experimentale obținute în cadrul Laboratorului de Chimie Fizică și Cuantică din cadrul Institutului de Chimie al Universității de Stat din Moldova.

Pentru evaluarea impactului pe care l-a avut lecția intitulată „Chimia alimentară și asigurarea calității alimentelor. Antioxidanții” asupra interpretării materialului predat și asupra formării unor opinii referitoare la conceptul de antioxidanți și radicali liberi, precum și referitor la consumul de antioxidanți, a fost elaborat un chestionar format din 18 întrebări la subiectul dat (Anexa 1). Fiecare student (30 persoane) a completat chestionarul din Anexa 1, bifând una sau mai multe variante de răspuns. Chestionarul a fost completat de două ori de aceiași studenți – I-a dată înainte de lecție și a II-a oară după lecție, pentru o estimare obiectivă a efectului produs de materialul didactic expus.

Rezultate și discuții

Educația ecovaleologică a tinerilor presupune formarea priceperilor, deprinderilor și atitudinii conștiente față de sănătate în raport cu sensibilitatea personalității față de starea ecologică a mediului [9]. În scopul familiarizării studenților cu conceptul de ecovaleologie, în conținutul lecției intitulată „Chimia alimentară și asigurarea calității alimentelor. Antioxidanții”, au fost introduse și puse în discuție noțiuni și idei relevante subiectului dat, menite să sensibilizeze tinerii și să le provoace gândirea și cugetarea asupra relației dintre sănătate, un stil de viață echilibrat și calitatea/siguranța produselor alimentare, precum și analizarea efectului pozitiv și/sau negativ al antioxidanților asupra stării de sănătate.

Studiul interacțiunilor antioxidante dintre compușii naturali rezonează atât cu subiectele chimiei ecologice, cât și cu principiile ecovaleologiei. Problema caracterul prooxidant al antioxidanților vizează ambele discipline din cauza nocivității și pericolului acestui fenomen pentru sănătatea indivizilor. Totodată, combinarea antioxidanților și influența concentrațiilor oportune pentru diminuarea riscului manifestării caracterului prooxidant reprezintă soluția, studiul căreia intră în capacitatea chimiei ecologice și a ecovaleologiei. Prin urmare, pentru argumentarea și consolidarea relației date, în cadrul lecției au fost prezentate, explicate și discutate rezultatele experimentale obținute de echipa de cercetare din Laboratorul de Chimie Fizică și Cuantică din cadrul Institutului de Chimie al Universității de Stat din Moldova, privind interacțiunile antioxidante dintre compușii naturali din struguri. În mod special, au fost accentuate datele privind interacțiunile antioxidante dintre: compușii fenolici din struguri și acizii organici [18] acizii ascorbic și dihidroxifumaric [19], acidul ascorbic și resveratrol [20], a fost menționat efectul sinergic dintre preparatul ENOXIL și acidul ascorbic [21], precum și rezultate științifice obținute și raportate de alți autori [22–24].

Formarea ecovaleologică și ecovaleologică poate fi abordată la orice disciplină academică. Totuși, tratarea subiectului dat la disciplinele ce vizează ecologia și protecția mediului facilitează această sarcină, datorită similitudinilor dintre conceptele de ecologie, chimie ecologică și ecovaleologie. Conform datelor literare, metoda cea mai eficientă de familiarizare a tinerilor cu noțiunea de ecovaleologie și de formare și dezvoltare a orientărilor ecovaleologice este de a integra și include conținut teoretic și practic cu caracter ecovaleologic în programul de studiu [9], recurgând la metodele didactice cunoscute. Ecovaleologia, ca direcție interștiințifică, are ca scop studiul și cunoașterea sănătății umane, a modalităților de asigurare, formare și conservare a acesteia în condiții specifice de viață [5, 6]. Prin urmare, crearea legăturii cauzale dintre problemele de mediu existente la care răspunde chimia ecologică și subiectele ce vizează ecovaleologia – importanța menținerii ecologiei mediului ambiant pentru sănătatea și bunăstarea oamenilor, efectul poluanților asupra sănătății umane, riscurile pentru sănătate a consumului produselor alimentare tratate intensiv cu pesticide etc., reprezintă o metodă

eficientă de integrare a conceptului de ecovaleologie. Spre exemplu, în cadrul lecției intitulate „Chimia alimentară și asigurarea calității alimentelor. Antioxidanții”, au fost combinate subiectele ecologice și ecovaleologice, după cum este indicat în Tabelul 1.

Conform Tabelului 1, o importanță deosebită pentru integrarea conceptului de ecovaleologie în conținutul didactic al lecției „Chimia alimentară și asigurarea calității alimentelor. Antioxidanții” o are menționarea efectului anumitor probleme, factori, situații asupra sănătății indivizilor. Astfel, îmbinarea subiectelor cu aspect ecologic și ecovaleologic a fost realizată după principiul cauză – efect: identificarea problemei și enumerarea riscurilor sau a beneficiilor pentru starea de sănătate a oamenilor.

Tabelul 1. Enumerarea subiectelor cu aspect ecologic și ecovaleologic tratate în cadrul lecției „Chimia alimentară și asigurarea calității alimentelor. Antioxidanții”

Subiecte cu aspect ecologic	Subiecte cu aspect ecovaleologic
<ul style="list-style-type: none"> - constituenții de bază – macro- și micro-nutrienții, din produselor alimentare; - clasele de nutrienți – carbohidrați, proteine, lipide, vitamine, minerale, și structurile chimice ale reprezentărilor acestora; - conținutul de nutrienți în produsele alimentare; - studiul și analiza comparativă a valorii calorice și nutriționale a produselor; - poluarea și contaminarea mediului și a produselor alimentare; - tipurile de aditivi alimentari utilizați în industria alimentară; - nivelul de contaminare a alimentelor cu pesticide, îngrășăminte, metale, biostimulatori, toxine etc. în Republica Moldova; - poluanții - ca sursă de radicali liberi; - antioxidanții din produsele alimentare; - reacțiile redox dintre antioxidanți și specii radicalice și mecanismele de acțiune antioxidantă; - efectele sinergice, aditive, antagoniste și mecanismele de interacțiune antioxidantă; 	<ul style="list-style-type: none"> - importanța și rolul nutrienților pentru sănătatea umană; - aportul nutrițional și caloric al produselor alimentare și influența asupra sănătății; - impactul poluării mediului asupra calității produselor alimentare și asupra sănătății indivizilor; - riscurile consumului de produse alimentare cu un conținut ridicat de aditivi alimentari; - maladiile și afecțiunile produse de expunerea la diferiți poluanți din produsele alimentare; - stresul oxidativ și maladiile generate de radicalii liberi; - efectul protectiv al antioxidanților din produsele alimentare; - caracterul antioxidant-prooxidant al compușilor dependent de concentrația și combinația acestora și căile de afectare a sănătății; - pericolul pentru sănătate a concentrației mari de antioxidanți din suplimentele alimentare; - beneficiul pentru organism a consumului de antioxidanți din surse naturale.

Spre exemplu, în cadrul lecției, după stabilirea faptului că poluanții generează specii radicalice, au fost enumerate tipurile de afecțiuni care pot fi cauzate de o concentrație mare de radicali liberi în organism. Prin acesta, s-a făcut legătura logică și firească dintre subiectul ecologic (legat de poluanți) cu ecovaleologia (privind afectarea sănătății). De asemenea, analizând, pe de o parte, capacitatea antioxidantă a vitaminelor și compușilor naturali reducători, mecanismele de acțiune a acestora, interacțiunile antioxidante existente dintre compușii antioxidanți, și, pe de altă parte, efectul benefic al antioxidanților în reglarea balanței antioxidant – prooxidant în organismul uman, abilitatea de captare a speciilor radicalice distructive, reducerea stresului oxidativ etc., a fost pus în discuție efectul pozitiv al antioxidanților asupra sănătății, accentuându-se aspectul ecovaleologic al lecției.

Analiza răspunsurilor la chestionarului elaborat (Anexa 1) și completat în mod repetat – înainte de lecție și după predarea acesteia, de studenții de la Universitatea de Stat din

Moldova confirmă impactul pozitiv al lecției și importanța integrării conceptului de ecovaleologie în structura acesteia. Chestionarul format din 18 întrebări (Anexa 1) tratează subiectul antioxidanților și efectul pe care îl pot avea aceștia consumați în concentrații și combinații diferite, sursele acestora etc. (Anexa 1). Conform Figurii 1, părerea studenților a fost diferită înainte și după lecția predată.

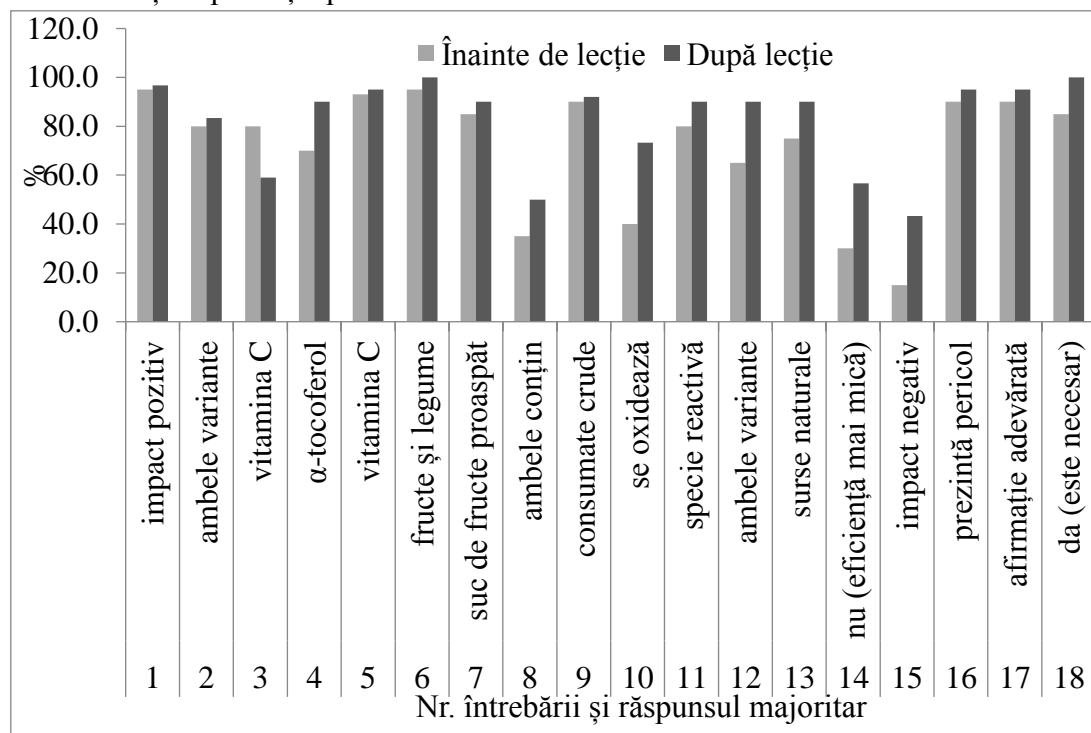


Fig. 1. Dinamica evoluției (în %) a cunoștințelor despre antioxidanți ale studenților prezenți la lecție. Reprezentarea răspunsurilor care au fost alese de majoritatea studenților. Numerele 1 – 18 reprezintă numărul întrebării (Anexa 1)

Poate fi remarcat faptul că la întrebările 1, 2, 5, 6, 7, 9, 16 și 17, care au avut un caracter mai general, majoritatea studenților au oferit, la prima completare a chestionarului, răspunsuri satisfăcătoare, iar după lecție, numărul răspunsurilor de același fel a crescut nesemnificativ, cu maximum 5% (Figura 1). Faptul dat este un indicator bun care demonstrează un grad înalt de informare a tinerilor și o atitudine pozitivă față de consumul de antioxidanți, în special ai celor din fructele și legumele crude. La întrebările 3, 4, 8 și 12 (Figura 1), care se referă la unele cunoștințe/fapte concrete despre antioxidanți, studenții au oferit mai multe răspunsuri corecte după predarea lecției. Spre exemplu, răspunsul „vitamina C” de la întrebarea 3 – *Care dintre acestea este o substanță antioxidantă?* (Anexa 1), a fost ales de 59% dintre tineri după predarea lecției, comparativ cu 80% obținute inițial; la a doua completare a formularului, studenții au bifat atât varianta „vitamina C”, cât și varianta „β-caroten” (53%), odată ce ambii compuși sunt antioxidanți (Figura 2). Similar, varianta corectă „α-tocoferyl” de la întrebarea 4 (Anexa 1) a fost bifată de majoritatea studenților (90%) după prezentarea lecției (Figura 2). Întrebarea 8 referitoare la conținutul de antioxidanți în unele produse alimentare și întrebarea 12 cu privire la sursele de radicali liberi (Anexa 1) au obținut răspunsuri corecte după predarea lecției în raport de 50% și, respectiv, 90%.

Figura 2 reprezintă mai detaliat răspunsurile la întrebările 3, 10 – 16, asociate studiului interacțiunilor antioxidante și a ecovaleologiei. Se observă un grad mai mare de înțelegere a semnificației reacțiilor redox după analiza răspunsurilor la întrebarea 10 – *Într-o reacție redox,*

ce schimbări suferă un antioxidant? (Anexa 1), varianta corectă „se oxidează” fiind aleasă de 73% dintre studenți după prezentarea lecției, comparativ cu 40% dinainte de lecție (Figura 2).

Referitor la natura radicalilor liberi, datele (Figura 2) arată că studenții posedau o înțelegere relativ bună a conceptului de radicali liberi, aceștia alegând varianta corectă – „o specie reactivă” atât înainte de lecție (80%), cât și după predare (90%) (Figura 2). Conform Figurii 2 (întrebarea 12), originea și cauzele formării speciilor radicalice reprezentau un subiect de confuzie pentru studenți înainte de predarea lecției, odată ce varianta „fumul de țigară” nu a fost bifată de nimeni.

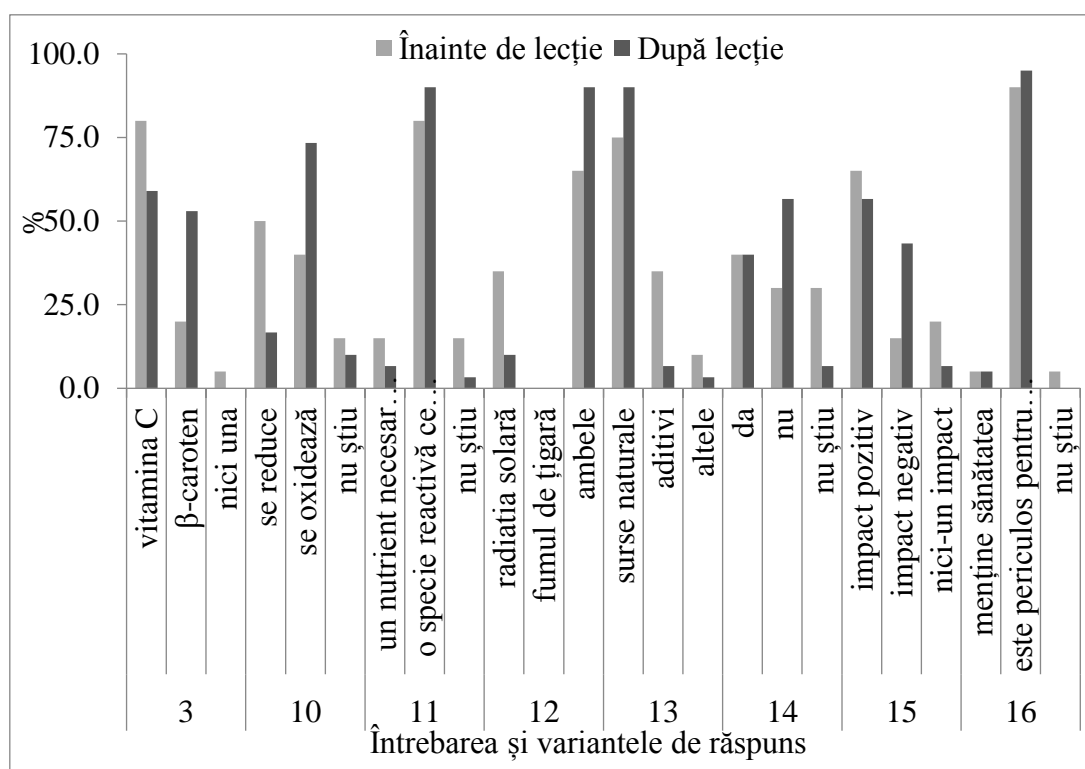


Fig. 2. Dinamica evoluției (în %) a cunoștințelor despre antioxidanți ale studenților prezenți la lecție. Reprezentarea răspunsurilor asociate cu subiectul interacțiunilor antioxidante. Numerele 3, 10 – 16 reprezintă numărul întrebării (Anexa 1)

Totuși, după prezentarea materialului didactic referitor la poluanții din aer care pot genera specii radicalice, 90% dintre studenți au ales varianta „ambele”, care este cea corectă. Îmbucurătoare sunt răspunsurile tinerilor oferite la întrebarea 13 din chestionar referitoare la preferințele individuale privind sursele de antioxidanți/vitamine pentru consum. Majoritatea studenților, 75% până la predarea lecției și 90% după predare, au pledat pentru consumul antioxidanților din surse naturale. Varianta „aditivi” alimentari a fost aleasă, inițial, de 35%, iar după lecție doar de 6.7% dintre studenți. Această schimbare s-ar putea datora tratării, în cadrul lecției, a subiectului caracterului antioxidant – prooxidant dependent de concentrația și combinația compușilor, precum și a beneficiului efectului sinergic dintre antioxidanți. Totuși, relativ mulți studenți consideră că antioxidanții consumați sub formă de pastile și suplimente alimentare sunt eficienți (40%), după cum arată răspunsurile la întrebarea 14 din Figura 2. În același timp, este promițător faptul că după predarea lecției 56.7% dintre studenți au bifat varianta „nu”, adică nu consideră consumul antioxidanților sub formă de pastile a fi mai eficient, comparativ cu rezultatele dinainte de lecție, când doar 30% din studenți au ales

răspunsul „nu”. Multiple studii demonstrează efectul controversat al concentrațiilor mari de antioxidanți din suplimentele alimentare [12], iar enumerarea acestora și exemplificarea efectelor adverse și a riscurilor posibile au fost un exercițiu eficient și educativ, după cum demonstrează rezultatele chestionarului expuse în Figura 2. Similar întrebării 14, răspunsurile la întrebarea 15 – *Care considerați că este impactul consumului de suplimente alimentare?* (Anexa 1), demonstrează schimbarea părerii tinerilor, care, inițial, au ales răspunsul „impact pozitiv” (65%) , iar după lecție, studenții au bifat atât varianta „impact pozitiv”, cât și varianta „impact negativ” în proporții asemănătoare de 56% și, respectiv, 43%, fapt care reflectă părerea studenților, dar și adevărul privind caracterul antioxidant-prooxidant al compușilor reducători. Întrebarea 16 referitoare la efectul consumului unei concentrații mari de un singur antioxidant, majoritatea studenților au ales răspunsul „este periculos pentru sănătate” atât înainte de lecție (90%), cât și după prezentarea acesteia (95%) (Figura 2).

Rezultatele prezentate în Figurile 1 și 2 dovedesc eficiența lecției și a metodelor utilizate pentru expunerea clară și convingătoare a materialului didactic. Pe parcursul lecției au fost observate anumite instrumente și metode didactice la care studenții au prezentat cel mai mare interes și au manifestat implicare deosebită. Spre exemplu, studenții au fost receptivi la analiza studiilor de caz plasate strategic în prezentarea PPT, care se bazează pe exemple actuale și bine cunoscute de produse alimentare din comerț și pe analiza și compararea nutrienților, aditivilor alimentari pe care le conțin acestea, cu ulterioara exprimare a opiniilor referitor la efectul pozitiv sau negativ pe care îl pot avea asupra sănătății oamenilor. Interes sporit din partea tinerilor a fost remarcat la analiza schemelor de reacție și a mecanismelor de reacție dintre antioxidanți și radicali liberi. La acest subiect, la inițiativa studenților, s-a demarat o serie de întrebări și răspunsuri, în special legate de acțiunea antioxidantă a vitaminei C și a β -carotenului. Schemele date au fost analizate detaliat, studenții fiind atenți la modificările structurale pe care le suferă un antioxidant în reacția redox. Datele statistice actuale și reprezentative Republicii Moldova au trezit, de asemenea, interesul studenților, aici fiind enumerate datele privind preferințele alimentare ale moldovenilor [25], cantitatea de fertilizanți și pesticide utilizate pe teritoriul țării [26] etc. Prezentarea datelor experimentale obținute de echipa de cercetare din Laboratorul de Chimie Fizică și Cuantică din cadrul Institutului de Chimie al Universității de Stat din Moldova, privind interacțiunile antioxidante dintre compușii naturali din struguri, a reprezentat o noutate pentru tineri, subiectul dat generând discuții și păreri contradictorii între studenți, care, gestionate corespunzător, au servit la familiarizarea și memorizarea conceptelor discutate.

Concluzie

Educația are un rol decisiv în formarea orientărilor ecovaleologice în rândul tinerilor specialiști. Introducerea conceptului de ecovaleologie în conținutul lecției „Chimia alimentară și asigurarea calității produselor. Antioxidanții” din cadrul cursului de Chimie Ecologică de la Universitatea de Stat din Moldova permite familiarizarea studenților cu avantajele și riscurile pentru sănătate a consumului antioxidanților, efectul concentrației compușilor asupra sănătății, argumentează beneficiul consumului antioxidanților din surse naturale, precum și orientarea studenților spre abordări ecologice, sănătoase și în rezonanță cu dezvoltarea durabilă a societății.

Chestionarul elaborat a demonstrat că lecția prezentată a avut impact pozitiv asupra interpretării materialului predat și asupra formării unor opinii sănătoase privind consumul

antioxidanților, impactului concentrației compușilor dați și privind importanța antioxidantilor pentru sănătate.

ANEXA 1. Chestionarul la subiectul importanței antioxidantilor pentru sănătate

Chestionarul dat va fi utilizat pentru evaluarea cunoștințelor generale ale tinerilor asupra antioxidantilor și importanței acestora pentru sănătatea umană. **Pot fi bifate 1, 2 sau 3 variante de răspuns.**

1. Care considerați că este impactul consumului regulat de vitamine/antioxidanți?		
<input type="checkbox"/> pozitiv	<input type="checkbox"/> negativ	<input type="checkbox"/> nu cunosc
2. Antioxidanții sunt obținuți din produsele alimentare sau sunt produși în organismul uman?		
<input type="checkbox"/> sunt obținuți din produsele alimentare	<input type="checkbox"/> sunt produși în organismul uman	<input type="checkbox"/> ambele variante sunt corecte
3. Care dintre acestea este o substanța antioxidantă?		
<input type="checkbox"/> vitamina C	<input type="checkbox"/> <i>beta</i> -carotenul	<input type="checkbox"/> nici una
4. Cum mai este numită vitamina E?		
<input type="checkbox"/> <i>alfa</i> -tocoferol	<input type="checkbox"/> <i>beta</i> -caroten	<input type="checkbox"/> acid folic
5. Care antioxidant se conține în cantități mari în lămâie?		
<input type="checkbox"/> vitamina C	<input type="checkbox"/> vitamina E	<input type="checkbox"/> vitamina B
6. Care sunt alimentele consumate zilnic cu cel mai mare aport de antioxidanți?		
<input type="checkbox"/> laptele și produsele lactate	<input type="checkbox"/> fructe și legume	<input type="checkbox"/> produsele de panificație
7. Care din următoarele băuturi au cel mai mare conținut de antioxidanți?		
<input type="checkbox"/> apa	<input type="checkbox"/> suc de fructe proaspăt stors	<input type="checkbox"/> ceaiul
8. Care din următoarele produse alimentare nu conțin antioxidanți?		
<input type="checkbox"/> produsele de panificație	<input type="checkbox"/> nucile și produsele de nuci	<input type="checkbox"/> ambele conțin
9. Care considerați că este cel mai bun mod de a consuma alimentele pentru a păstra cel mai mare conținut de antioxidanți?		
<input type="checkbox"/> consumate crude	<input type="checkbox"/> tratate la temperatură	<input type="checkbox"/> tratate cu microunde
10. Într-o reacție redox ce schimbări suferă un antioxidant?		
<input type="checkbox"/> se reduce	<input type="checkbox"/> se oxidează	<input type="checkbox"/> nu știu
11. Ce este un radical liber?		
<input type="checkbox"/> un nutrient necesar organismelor vii	<input type="checkbox"/> o specie reactivă ce provoacă daune	<input type="checkbox"/> nu știu
12. Care considerați că sunt cauzele formării radicalilor liberi în organism?		
<input type="checkbox"/> radiația solară	<input type="checkbox"/> fumul de țigară	<input type="checkbox"/> ambele
13. Preferați să consumați vitamine/antioxidanți din surse naturale (fructe, legume, condimente etc.) sau din comerț (aditivi alimentari, vitamine comercializate în farmacii)?		
<input type="checkbox"/> surse naturale	<input type="checkbox"/> aditivi	<input type="checkbox"/> altele
14. Este mai eficient de a consuma antioxidanți sub formă de pastile și suplimente alimentare?		
<input type="checkbox"/> da	<input type="checkbox"/> nu	<input type="checkbox"/> nu știu
15. Care considerați că este impactul consumului de suplimente alimentare?		
<input type="checkbox"/> pozitiv	<input type="checkbox"/> negativ	<input type="checkbox"/> nici unul

16. Care considerați că este efectul consumului unei concentrații mari de un singur antioxidant/vitamină?		
<input type="checkbox"/> menține sănătatea	<input type="checkbox"/> este periculos pentru sănătate	<input type="checkbox"/> nu știu
17. Afirmăția: „Antioxidanții joaca un rol important în încetinirea procesului de îmbătrânire” este adevărata sau falsă?		
<input type="checkbox"/> adevărat	<input type="checkbox"/> fals	<input type="checkbox"/> nu știu
18. Considerați că este necesară studierea antioxidantilor și a influenței acestora asupra stării de sănătate a omului?		
<input type="checkbox"/> da	<input type="checkbox"/> nu	<input type="checkbox"/> nu știu

BIBLIOGRAFIE

- CORCORAN, P. B., WALSH, A. E. The problematics of sustainability in higher education: an introduction. In: *Higher Education and the Challenge of Sustainability: Problematics, Promise, and Practice*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2004, pp. 3-6. ISBN 978-0-306-48515-2.
- The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition. Disponibil: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- CORTESE, A. D. Education for an environmentally sustainable future. *Environmental Science & Technology*. 1992, 26(6), pp. 1108-1114. ISSN 0013-936X.
- ALEIXO, A. M., AZEITEIRO, U., LEAL, S. The implementation of sustainability practices in Portuguese higher education institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 2018, nr. 19(1), pp. 146-178. ISSN 1467-6370.
- VAINER, A. N. *Valeologia. Ucebnik dlea vuzov*. Moscova: Flinta: Nauka, 2001, 416 p. ISBN 5-89349-329-X, ISBN 5-02-013095-8.
- Brehman, I. I. *Valeologia - nauka o zdorovie*. Moscova: Fizicultura i sport, 1990. 206 p. ISBN 5-278-00214-X:80к.
- SCHEINER, S. M., WILLIG, M. R. A general theory of ecology. In: *Theoretical ecology*. 2008, nr. 1, pp. 21-28. ISSN 1874-1746.
- DUCA, G. Ecological & Environmental Chemistry. In: *Proceedings of the 6th International Conference Ecological and Environmental Chemistry, 2-3 March 2017, Chisinau, Republic of Moldova*. pp. 11-20. ISBN 978-9975-51-810-9.
- CALMUȚCHI, L., FILIPENCO, T. Formarea orientărilor eco-valeologice a personalității elevului în predarea chimiei organice. In: *Culegerile Conferinței "Probleme actuale ale didacticii științelor reale" consacrată aniversării a 80-a a profesorului universitar Ilie Lupu, 11-12 mai 2018, Chișinău, Republica Moldova*. pp. 48-53. Disponibil: https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/94707
- VILLAÑO, D., FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S., MOYÁ, M. L., TRONCOSO, A. M., GARCÍA-PARRILLA, M. C. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. In: *Talanta*. 2007, nr. 71(1), pp. 230-235. ISSN 1873-3573, ISSN 0039-9140.
- ZAHRA, K. F., LEFTER, R., ALI, A., ABDELLAH, E. C., TRUS, C., CIOBICA, A., TIMOFTE, D. The involvement of the oxidative stress status in cancer pathology: A double view on the role of the antioxidants. In: *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021, pp. 1-25. ISSN 1942-0900, ISSN 1942-0994.
- PÉREZ-TORRES, I., GUARNER-LANS, V., RUBIO-RUIZ, M. E. Reductive stress in inflammation-associated diseases and the pro-oxidant effect of antioxidant agents. In: *International Journal of Molecular Sciences*. 2017, nr. 18(10), pp. 1-26. ISSN 1422-0067.
- OLSZOWY-TOMCZYK, M. Synergistic, antagonistic and additive antioxidant effects in the binary mixtures. In: *Phytochemistry Reviews*. 2020, nr. 19, pp. 63-103. ISSN 1572-980X, ISSN 1568-7767.
- TSAO, R. Synergistic interactions between antioxidants used in food preservation. In: *Handbook of antioxidants for food preservation*. Woodhead Publishing, 2015, pp. 335-347. ISBN 978-1-78242-089-7.
- VICOL, C., DUCA, G. Synergistic, Additive, Antagonistic Effects and the Prooxidant Character of Antioxidants: Interactions in Natural Compounds. In: *Fundamental and Biomedical Aspects of*

- Redox Processes*. IGI Global, 2023, pp. 224-249. ISBN13 9781668471982, ISBN10 1668471981, ISBN13 9781668472002.
16. IACOPINI, P., BALDI, M., STORCHI, P., SEBASTIANI, L. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, in vitro antioxidant activity and interactions. In: *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008, nr. 21(8), pp. 589-598. ISSN 0889-1575, ISSN 1096-0481.
 17. FREEMAN, B. L., EGGETT, D. L., PARKER, T. L. Synergistic and antagonistic interactions of phenolic compounds found in navel oranges. In: *Journal of Food Science*. 2010, nr. 75(6), pp. 570-576. ISSN 1750-3841, ISSN 0022-1147.
 18. VICOL, C., DUCA, G. Synergistic, Additive and Antagonistic Interactions of Some Phenolic Compounds and Organic Acids Found in Grapes. In: *Acta Chimica Slovenica*. 2023, nr. 70(4), pp. 588-600. ISSN 1318-0207, ISSN 1580-3155.
 19. VICOL, C., CIMPOIU, C., DUCA, G. Investigation of synergic/anti-synergic interactions of dihydroxifumaric acid and ascorbic acid with DPPH. In: *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Chemia*. 2021, nr. 66(2), pp. 49-58. ISSN 1224-7154.
 20. VICOL C., GORINCIOI E., DUCA G. ¹³C NMR Investigations Of Radical Scavenging Activities Of Ascorbic Acid And Resveratrol Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. In: *Proceeding of the 23rd International Conference "New Cryogenic and Isotope Technologies For Energy and Environment,, - EnergEn 2021, 26-29 October 2021, Băile Govora, Romania*. pp. 312-316. ISSN 2810-3203, ISSN-L 2810-3203.
 21. VICOL, C., DUCA, G. Interacțiuni antioxidante dintre unii compuși naturali din struguri. In: *Procese redox cu transfer de electroni și protoni*. Chișinău: CEP USM, 2024, pp. 159-183.
 22. PIANG-SIONG, W., DE CARO, P., MARVILLIERS, A., CHASSERAY, X., PAYET, B., SING, A. S. C., ILLIEN, B. Contribution of trans-aconitic acid to DPPH scavenging ability in different media. In: *Food Chemistry*. 2017, nr. 214, pp. 447-452. ISSN 0308-8146, ISSN 1873-7072.
 23. QUIROGA, P. R., NEPOTE, V., BAUMGARTNER, M. T. Contribution of organic acids to α -terpinene antioxidant activity. In: *Food chemistry*. 2019, nr. 277, pp. 267-272. ISSN 0308-8146, ISSN 1873-7072.
 24. OLSZOWY, M., DAWIDOWICZ, A. L., JÓŹWIK-DOLEBA, M. Are mutual interactions between antioxidants the only factors responsible for antagonistic antioxidant effect of their mixtures? Additive and antagonistic antioxidant effects in mixtures of gallic, ferulic and caffeic acids. In: *European Food Research and Technology*. 2019, nr. 245, pp. 1473-1485. ISSN 1438-2385, ISSN 1438-2377.
 25. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. Disponibil: <https://statistica.gov.md/ro/banca-de-date-statistice-78.html>
 26. PÎNZARU, I., SÎRCU, R., ȚURCANU, G. Estimarea aplicării pesticidelor în Republica Moldova și a impactului lor asupra sănătății populației. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale*. 2017, nr. 53(1), pp. 132-136. ISSN 1857-0011.