

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
FACULTATEA TEHNOLOGIA ALIMENTELOR
DEPARTAMENTUL ALIMENTAȚIE ȘI NUTRIȚIE**

Nina MIJA

INSTRUIRE ȘTIINȚIFICĂ

Note de curs

**Chișinău
Editura Tehnica-UTM
2019**

CZU 378:663/664(075.8)

M 71

Notele de curs sunt destinate studenților specializării *541.1 Tehnologia și managementul produselor alimentației publice*. Teoria domeniilor de cercetare, inovare și creare a produselor alimentare noi sau fortificate poate fi un subiect de interes și pentru studenții specialității *1010.1 Servicii publice de nutriție*, dar și pentru masteranzii profilului *Managementul restaurantelor și serviciilor de catering*.

Autor: conf. univ., dr. Nina MIJA

Consultant: inginer Oficiul Resurse Electronice, Valentina NASTAS

Recenzent: conf. univ., dr. Dan ZGARDAN

Coordonator: conf. univ., dr. Vladislav REȘITCA

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII

Nija, Nina

Înstruire științifică: Note de curs/ Nina Mija; coord. : Vladislav Reșitca; consultant Valentina Nastas; Univ. Tehn. a Moldovei, Fac. Tehnologia Alimentelor, Dep. Alimentație și Nutriție. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2019. – 104 p.

Bibliogr.: p. 73-76 (67 titl.) – 60 ex.

ISBN 987-9975-45-03-6

378:663/664(075.8)

M 71

Redactor: E. BALAN

ISBN 987-9975-45-03-6

©UTM, 2019

*Când ai conștientizat că există o soluție
mai bună, nu rata, găsești-o.*

Thomas Edison, inventator

INTRODUCERE

Cercetarea științifică reprezintă motorul dezvoltării societății contemporane, este factorul care asigură progresul și bunăstarea acesteia. Cercetarea științifică generează cunoștințe. Cercetarea științifică este furnizorul de cunoaștere, cea care condiționează dezvoltarea, creează continuu noi oportunități. Dezvoltarea înseamnă inovare, sugerează precondiții pentru creșterea nivelului de cunoștințe, determină apariția de noi valori intelectuale și materiale, contribuie la deschiderea unor orizonturi de cooperare și internaționalizare avansate.

Activitățile de cercetare și dezvoltare tehnologică sunt strâns legate de generarea, promovarea, difuzarea și aplicarea cunoștințelor științifice și tehnologice pe diverse segmente ale sectoarelor de proiectare, producere, testare și distribuire a producției culinare. Laboratoarele performante ale lumii științifice își focusează eforturile și asupra domeniului de identificare a calităților structurale, nutritive, salubre ale produselor și ingredientelor alimentare.

În urma formării competențelor de gândire științifică cercetătorul excelează în activitățile sale datorită abilităților dobândite (imagine de sine, încredere în sine, comunicabilitate, motivare, creativitate etc.).

În formarea specialistului în domeniul științei și tehnologiei produselor alimentare, inclusiv a preparatelor culinare și cofetare din sfera serviciilor de alimentație publică comună sau curativă, o importanță mare are formarea de aptitudini și capacități de cunoaștere și aplicare a tehnicilor de explorare și cercetare a produsului alimentar, de perfecționare a condițiilor de derulare a procesului tehnologic.

Notele de curs prezente au caracter integrativ și sunt destinate studenților, care tind să exploreze multiplele domenii de cunoaștere și dezvoltare a conceptelor de *produs alimentar, tehnologie de prelucrare a produsului alimentar* în corespundere cu practica și experiența laboratoarelor mondene de cercetare.

TEMA 1. INFORMAȚIE, SURSE DE INFORMAȚIE, VALORIFICAREA INFORMAȚIEI

1.1. Noțiuni de informație

Pentru a activa într-o întreprindere sunt necesare anumite cunoștințe fundamentale din domeniu, dar și abilități de a selecta și utiliza corect anumite date sau un termen utilizat mai recent, informații.

Termenul *informație* este preluat din limba latină, *informatio*, care semnifică o sugestie, o știre, un mesaj. Sinonimele actuale ale acestui termen sunt date, idei, afirmații.

În descrierea internațională DIKW (date, information, knowledge, wisdom) acești patru termeni formează o ierarhie informațională, unde fiecare nivel adaugă proprietăți noi celui din nivelul premărgător. Astfel, datele stau la nivelul de bază, informația adaugă context la date, cunoștințele adaugă mecanismul utilizării (răspuns la întrebarea „*cum*”), înțelepciunea adaugă condițiile de utilizare (răspuns la întrebarea „*când*”), fig. 1.

Def. Informația este un ansamblu de date ordonate, care se referă la un anumit obiect sau fenomen, proces.

Calitatea informației este definită prin câțiva indicatori – încărcătură semantică, vârstă, importanță, grad de noutate, utilitate, autenticitate etc.

Încărcătura semantică reflectă proprietatea unui bloc de informație nouă: să confirme; să infirme; să completeze sau să modifice ceea ce a fost cunoscut despre un obiect sau fenomen până în prezent.

Vârsta informației indică intervalul de timp asociat unor perioade de referință. În rezultatul cercetării și apariției unor tehnologii alternative viteza de îmbătrânire a unor blocuri de informație este în creștere. Dacă viteza de îmbătrânire a informației în anii precedenți constituia sute de secole, atunci în ultimii ani ea sa redus până la câteva decenii, ani.

Ex.: Vârsta informației despre utilizarea curentului electric în utilaje tehnologice la tratarea termică a bucatelor este de 150 de ani, utilizarea câmpului de frecvență înaltă în aparate cu microunde – de câteva decenii.

Cantitatea de informație este exprimată în pagini (pag.) pentru un document pe suport de hârtie sau în cifre binare, respectiv în B (biiți), KB, MB, GB, TB, PB, EB, ZB etc. pentru un document pe suport electronic.

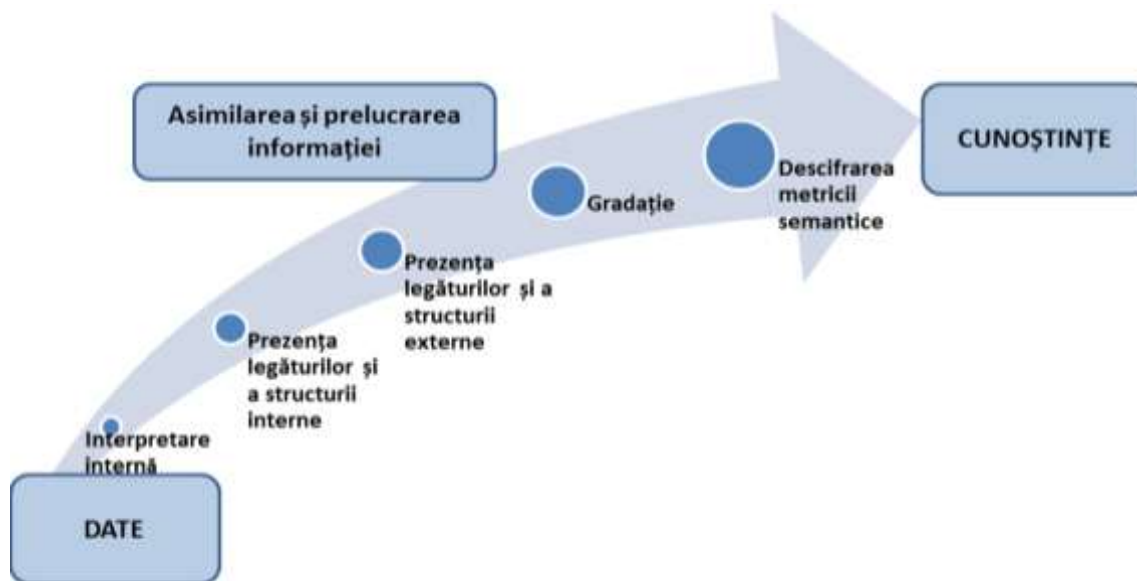


Fig. 1. Etape de asimilare și prelucrare a informației

Pentru ca informația dintr-un anumit domeniu să fie cunoscută se folosesc anumite mijloace de difuzare a informației. Există surse de informatizare aleatorii și organizate (tab. 1).

Tabelul 1. Surse de stocare, prelucrare și difuzare a informației

Surse aleatorii		Surse organizate		
Manifestări științifice	Presă	Biblioteci specializate (ex.:	Institutul Național de Cercetări Economice (ince.md),	Instituții de învățământ (universități, colegii)
Expoziții	Radio	Biblioteca tehnică republicană),	viniti.ru,	
	Televiziune	biblioteci universitare	elsevier.com	

Modalitățile de transmitere a informației sunt diverse, și sunt definite ca verbale, vizuale sau audio-vizuale (fig. 2).



Fig. 2. Căi de comunicare și transfer de informații

1.2. Noțiune de document

Pentru a putea fi utilizată, informația trebuie să fie fixată pe un suport material adecvat (hârtie, peliculă, disc, dischetă etc.). Astfel se constituie documentul.

Def. Documentul conține un lot de informație fixat pe un mediu corespunzător.

Documentele sunt necesare pentru fixarea, păstrarea și utilizarea informației.

Documentele științifice, tehnice și economice se împart în clase, cum ar fi:

Documente primare:

- reviste de specialitate;
- studii, cărți, broșuri, monografiile, dicționare, enciclopedii, îndrumare;
- lucrări ale conferințelor, simpozioanelor, congreselor;
- brevete de invenții;
- standarde.

Ex.: Reviste în domeniul alimentației publice și nutriției sunt: ro.aliment, Food Science, Food Science and Tehnology Today, Food control, International Journal og Gastronomy and Food Science, Nahrung etc. Reviste universitare editate la UTM – Journal of Engineering Sciences (jes.utm.md), Journal of Social Sciences (jss.utm.md).

Identificarea unui document (carte, articol, imagine, schemă) aflat în spațiul online se face prin intermediul sistemului de codificare DOI (anexele 4-6).

Documente secundare:

- buletine bibliografice, buletine de achiziții noi;
- cronică presei, adnotații;
- reviste de referate;
- preimprimante, traduceri, lucrări analitice.

În activitatea tehnologică specialiștii se folosesc de următoarele tipuri de raporturi:

- rapoarte despre tehnologiile noi;
- rapoarte de la expoziții;
- rapoarte de cercetare și dezvoltare;
- lucrări de comparare cu nivelul mondial.

1.3. Sisteme de clasificare a documentelor tehnico-științifice

Numărul documentelor fiind impunător au fost elaborate mai multe modalități de clasificare a documentelor. Clasificarea zecimală universală (CZU) împarte toate domeniile cunoașterii umane în zece clase:

0. Generalități
1. Filosofie
2. Religie
3. Științe sociale
4. Rezerve
5. Matematică. Științe ale naturii
6. Științe aplicate. Medicină. Tehnică
7. Artă. Arhitectură. Fotografie
8. Limbi. Lingvistică. Literatură, beletristică.
9. Geografie. Istorie.

În continuare se folosesc subdiviziuni compuse din 3 cifre.

Ex.: 001 – Știință, cercetare

- 612 – Fiziologie
- 613 – Igienă
- 620 – Merceologie
- 637 – Industria cărnii
- 638 – Industria laptelui
- 641 – Alimente și prepararea lor
- 613.2 – Igiena alimentației
- 613.5 – Igiena încăperilor obștești

Cifra care indică diviziunea și subdiviziunea se numește cota publicației.

Alt model de clasificare a documentelor este Clasificarea Bibliotecar Bibliografică (BBC). Sistemele de clasificare sunt necesare la alcătuirea cataloagelor sistematic, alfabetic și pe subiecte.

International Standart Book Number (ISBN) – este un indicator numeric pentru identificarea bibliografică și comercială a cărților. Sistemul ISBN a fost creat în Regatul Unit al Marii Britanii în 1966 de către vânzătorul de carte Smith W. H. și se prezenta ca un cod standard de numărare a cărților din 9 cifre. Din 1974 a fost aprobat ca standard internațional cu numărul ISO 2108. În prezent, Agenția internațională ISBN cu sediul la Londra coordonează centrele naționale ISBN. Are rolul de a stabili regulile-cadru de acordare a codurilor ISBN, protocolul de înființare și funcționare a centrelor naționale, de promovare și coordonare a sistemului ISBN la nivel mondial. Începând cu 01.01.2007, ISBN este format din 13 cifre, fiind compatibil cu formatul de coduri de bare EAN-13.

Sistemul de codificare *International Standard Serial Number (ISSN)* se referă la publicațiile în serie (reviste, ziare, ediții ale congreselor, conferințelor publicate cu o anumită regularitate). Sistemul ISSN a fost elaborat pentru prima dată ca standard internațional al Organizației Internaționale de Standardizare (ISO) în 1971 și publicat ca ISO 3297 în 1975.

Un număr de serie a standardului internațional (ISSN) este un număr de serie de opt cifre folosit pentru a identifica în mod unic o publicație de serie cum ar fi o revistă.

Ex.: Revista Journal of Engineering Sciences, publicată de către UTM are codul ISSN 2587-5474 (versia pe hârtie) și eISSN 2587-5482 (versia electronică). Alte reviste de importanță majoră pentru un specialist în tehnologii alimentare sunt: Food Chemistry, UK (ISSN 0308-8146),

European Food Research and Technology, Germany (ISSN 1438-2377), International Journal of Gastronomy and Food Science (ISSN 1878-450X), LWT – Food Science and Technology, USA (ISSN 0021-8561), Journal of Chromatography, USA (ISSN 0021-9673), Food Hydrocolloids, UK (ISSN 0268-005X), Journal of Food Science and Nutrition, USA (ISSN 2048-7177), Food Control, UK (ISSN 0956-7135).

Clasificarea ISSN este utilă în special pentru a face distincția între seriilele cu același titlu. ISSN sunt utilizate în ordonarea, catalogarea, împrumuturile interbibliotecare și alte practici în legătură cu literatura de serie.

Actualmente, inovarea tehnologică a bibliotecilor a contribuit la formarea unui model hibrid de difuzare a cunoștințelor. Acest model îmbină atât platforma tipărită, cât și cea digitală de fixare a informației, unele surse sunt disponibile în formatul digital în rețea, altele, numai în forma tipărită, sunt accesibile doar în bibliotecă. Pe viitor practica e-cercetărilor și e-comunicărilor se va extinde tot mai rapid.

1.4. Valorificarea informației. Rețele de calculatoare

Modelul științific de creare și conștientizare a datelor științifice include câteva etape. Datele științifice noi obținute în laboratoare nu constituie informația propriu-zisă, mai exact alcătuiesc materialul brut al informației. În schimb, datele științifice ordonate de inteligența umană constituie *informația propriu-zisă*. O matrice de informație poate deveni *cunoaștere*. Cunoașterea nu generează în mod spontan *înțelegerea*. Pentru ca să apară înțelegerea este necesară *înțelepciunea*. Astfel se creează o relație continuă care începe de la datele reale, se ridică până la informație și cunoaștere ca să formeze în sfârșit rafinamentul cunoașterii.

Datele științifice sau de altă natură pe care le posedă o persoană pe parcursul activității ca specialist se acumulează în cantități mari, dar ele sunt specifice. Informația poate fi ușor pierdută în dezordine. Omenirea dispune de cantități enorme de informație despre natură și om în comparație cu generațiile precedente, dar există puține semne că inteligența umană a progresat considerabil în ultimii 5000 ani.

Sistemele de inteligență umană întâlnesc dificultăți determinate de următoarele:

- funcționarea unui număr mare de laboratoare și instituții de cercetare;

- dispersarea rezultatelor cercetării într-un număr mare de publicații;
- selectarea neeficientă a destinatarilor informației;
- viteza lentă de difuzare a informației.

În acest context, s-a impus necesitatea creării unor sisteme de informatizare și valorificare net superior celor existente, sisteme de prelucrare a bazelor de date gestionate prin mecanisme de inteligență artificială. Cu atât mai mult că diverse categorii de beneficiari solicită tipuri de informație cu domenii și grade de generalizare și complexitate diferite (fig. 3).

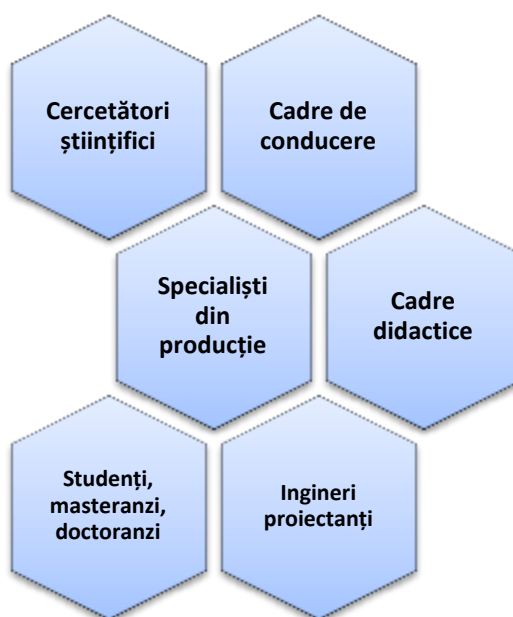


Fig. 3. Categoriile de beneficiari ai informației

Un inginer-tehnolog valorifică informația specifică domeniului său de cercetare în diferite etape ale procesului de concepție și fabricație (tab. 2).

Tabelul 2. Necesarul de informație la diverse etape ale procesului de fabricație

Etapele procesului de producție	Informație utilă
Concepere	Se informează din documentele tehnice ale produselor și tehnologiilor, din documentele primare și secundare. Găsește și elaborează idei și soluții noi.
Experiment	Soluțiile le încercă în condiții reale de funcționare, în laborator sau prin experiment modelat.
Calcul, estimări	Utilizează metode de calcul, de estimare a structurii și a proprietăților obiectelor, componentelor lor, legăturilor dintre ele, modificărilor specifice.
Verificări	Verifică exactitatea atingerii scopului, utilizează metode de verificare, comparare.

Cunoștințe generice și de debut în domeniul științelor și tehnologiilor alimentare pot fi obținute, studiind aprofundat informația care se conține în cărțile și revistele ce se referă la discipline fundamentale și de specialitate (anexa 7).

Disponibilitatea informației. Rețele de difuzare a informației. Eficiența informației depinde de disponibilitatea și de viteza de difuzare a ei. Aceste calități le posedă rețelele de calculatoare. Inițial au apărut rețele comerciale, care îndeplineau diferite tranzacții de mărfuri.

Una dintre cele mai vaste rețele de calculatoare utilizate în prezent este Internetul. La Internet fix sau mobil sunt conectați utilizatori din peste 186 țări. Internetul ca structură informațională a fost format în 1971.

Internetul reprezintă o rețea de mii de calculatoare conectate împreună și alcătuită din:

- calculatoare guvernamentale;
- calculatoare ale centrelor de informație, biblioteci, arhive;
- calculatoare ale diferitor universități, instituții de cercetare;
- sisteme aparținând marilor corporații ca IBM și Microsoft;
- calculatoare ale unor întreprinderi comerciale etc.

Internetul dispune de:

- milioane de fișiere și baze de date din cele mai diverse domenii (politică, sociologie, filosofie, științe teoretice, științe tehnice, artă, cultură etc.);
- soft-uri, mijloace de calcul, păstrare și transport de date.

Internetul oferă o gamă largă de servicii:

- teleconversația electronică care permite discutarea în comun de către mai multe persoane aflate la distanță a unor chestiuni, subiecte urgente, aplicații gen *Scype*;
- poșta electronică prin intermediul căreia o informație poate fi transportată în orice colț al globului pământesc în câteva secunde;
- în prezent există ziare, reviste, biblioteci și centre electronice dotate cu catalog *on-line* și aplicații *Find-eR*. etc.;
- difuzarea periodică a informației specializate utilizatorilor organizați în grupe tematice (newsgrups) pe domenii de interes;
- teleconectarea și execuția de programe aplicative la alte calculatoare și servicii de căutare a informațiilor;

- efectuarea unor excursii virtuale la diverse expoziții și muzee electronice;
- seminare și traininguri web;
- este permis accesul la mii de arhive informaționale din întreaga lume prin intermediul unor servere specializate în gestiunea și servirea cererilor de interogare, vizualizarea și expedierea componentelor acestor arhive.

Rețeaua globală Internet dispune de motoare de căutare Google Scholar, Yandex etc., sunt oferite pachete de servicii care se acordă începătorilor și pachete de servicii pentru cei avansați. Informația științifică poate fi regăsită pe platforme ale bazelor de date științifice și repozitoriile instituționale.

1.5. e-Resurse. Baze de date. Platforme de selectare a informației științifice

Pentru a avea acces la tendințele actuale în diverse domenii ale cercetării și în conformitate cu criteriul de acces deschis la informație, în prezent este posibilă navigarea pe diverse platforme de prelucrare și furnizare a informației.

Platforma de cercetare *Elsevier* www.elsevier.com reprezintă o resursă informațională academică cuprinzând reviste și cărți publicate de grupul editorial Elsevier cu o istorie de peste 200 ani. În prezent este și o bază de date online cu o arie de acoperire globală, sediul căreia se află în Amsterdam.

Dispune de platformele *Science Direct* (cu funcții de căutare pe subiecte de interese) <https://www.sciencedirect.com>, (fig. 4), *Mendeley* (cu funcții de înregistrare a citărilor bibliografice) <https://www.mendeley.com>, *Elsevier Scopus* <https://www.scopus.com> (cu funcții de promovare a profilului cercetătorului, generare a citărilor). Platforma *Science Direct* oferă acces în text integral la reviste științifice de cercetare în format online, cărți academice, serii de cărți și enciclopedii online. Peste 20% din informația apărută la nivel global în domeniile științe exacte și științe umanistice este publicată pe platforma *Elsevier Science Direct* (anexa 6).

Elsevier Scopus oferă acces la rezumatele articolelor științifice publicate în peste 5000 de edituri internaționale, 21 500 reviste științifice, 113 000 cărți. Utilizează ca instrument de evaluare a cercetătorilor indicele Hirsch, calculat ca raportul dintre numărul de articole publicate și numărul de citări primare.

The screenshot shows the ScienceDirect homepage with a search bar containing 'Food Industry'. Below the search bar, there are 'Suggested publications' with five book covers. On the left, it displays '464,803 results' and a 'Refine by: Years' filter. On the right, there are options to 'Download selected articles' and 'Export', and the results are 'sorted by relevance | date'. A specific article is highlighted: 'Recent trends and applications of cellulose nanocrystals in food industry' from 'Trends in Food Science & Technology, Volume 93, November 2019, Pages 130-144' by authors including Ruojun Mu, Xin Hong, Yongsheng Ni, Yuanzhao Li, and Yafeng Zheng.

Fig. 4. Pagina de start a platformei Science direct

Springer Link www.springer.com este o bază de date online cu sediul în SUA fondată în 1950. Include o colecție vastă de reviste științifice, tehnologice și medicale, cărți și lucrări de referință (fig. 5).

The screenshot shows the Springer Link search results for 'meat'. The search bar contains 'meat' and shows '6,204 Result(s) for 'meat' within Chemistry and Agriculture'. The results are sorted by 'Date Published'. Two articles are visible:

- Article 1:** 'The detection of chicken meat in meat products by means of the anserine/carnosine ratio'. A distinctive difference was found between the ratio of the anserine and carnosine contents (a/c ratio) in beef or pork and of that in chicken/meat. The a/c ratio for beef varies ... between 0.02-0.1 but for chic... B. J. Tinbergen, P. Slump in *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* (1976)
- Article 2:** 'A rapid method for determination of the origin of meat and meat products based on the extracted fat spectra by using of Raman spectroscopy and chemometric method'. Raman spectroscopy and the principal component analysis (PCA) were successfully applied to differentiate the origin of the meat and meat products based on their extracted fat samples ... extracted fat samples tha... Ismail Hakki Boyaci, Reyhan Selin Uysal... in *European Food Research and Technology* (2014)

On the left, there are filters for 'Content Type' (Article: 5,836; Chapter: 368; Conference Paper: 7), 'Discipline' (Chemistry), and 'Subdiscipline' (Agriculture: 6,071; Food Science: 6,071; Biotechnology: 5,888; Biomaterials: 3,156; Industrial Chemistry/Chemical Engineering: 3,078).

Fig. 5. Rezultatul afisat al căutării în sistemul Springer Link

Web of Science www.webofknowledge.com este o platformă de căutare a informației fondată în baza ISI (Institute for Science Information, SUA). *Web of Science* analizează și distribuie materiale despre natură, tehnică, științe sociale și umanistice, artă. Platforma generează date bibliografice și bibliometrice în format online, oferă acces la rezumatele articolelor din reviste științifice și din materialele conferințelor științifice din diverse domenii de cercetare.

Kopernio <https://kopernio.com> este o platformă științifică fondată în 2017 în Anglia, care în comun cu *Mendeley* și *Web of Science* le permite utilizatorilor din bibliotecile universitare să acceseze și să citească articole din reviste abonate de bibliotecă, chiar și atunci când utilizatorul se găsește în afara campusului. *Kopernio* dispune de un instrument gratuit (plugin) care permite utilizatorului accesarea articolului științific în format PDF, citirea sau descărcarea acestuia (fig. 6 și anexa 3).



Fig. 6. Pagina de intercomunicare a platformei Kopernio

ВИНИТИ РАН <http://www.viniti.ru> este o bază de date online și pe hârtie fondată în 1950 cu sediul la Moscova, Rusia. Firnizează informații sub formă de reviste de referate clasificate pe diverse domenii (ex.: 19P. Химия и технология пищевых продуктов).

Criteriile care caracterizează o bază de date sunt: volumul informației și acoperirea domeniilor de interes științific, facilitățile de interogare, timpul de acces, grafica ecranului.

Prin intermediul site-ului Bibliotecii UTM <http://www.library.utm.md> pot fi realizate conectări la aceste baze de date, precum și la cataloagele electronice ale unor biblioteci și centre universitare de top (ex.: Cambridge University Press, Oxford Reference). Biblioteca universitară oferă de asemenea servicii de acces la unele biblioteci electronice (IPR books, Rusia) și baze de date (elsevier.com etc., anexele 1-3, 7).

Tema 2. ȘTIINȚĂ ȘI INOVARE, INVESTIGAȚII ȘTIINȚIFICE

2.1. Știință, generalități

Există două motive principale care favorizează dezvoltarea științei. Primul motiv îl constituie simpla curiozitate și dorința de a înțelege tainele naturii și ale lumii înconjurătoare. Al doilea motiv este tendința de a ușura munca, de a o face mai productivă, mai rentabilă.

Știința poate fi definită ca formă de activitate inovațională și comunicare socială a omului și de asemenea, ca un sistem de cunoștințe.

Def. 1. *Știința* este o formă de acumulare, depozitare, valorificare a cunoștințelor umane orientată spre cunoașterea și transformarea realității.

Ca rezultat al cercetărilor științifice sunt acumulate cunoștințe noi sau create obiecte materiale – mașini, materiale, tehnologii. În prezent, produse alimentare inovaționale sunt considerate produsele funcționale, produsele fortificate cu anumiți nutrienți; tehnologii inovaționale – tehnologia prelucrării termice a produselor proteice (carne, pește, ouă) la temperaturi moderate *sous-vide*, prepararea emulsiilor cu utilizarea ultrasunetelor etc.

Def. 2. *Știința* este un sistem de cunoștințe obiective despre natură, societate, gândire.

Natura o formează obiectele și fenomenele ce ne înconjoară (ex.: obiecte de studiu științific pot fi produsele alimentare, utilajele tehnologice, încăperile și spațiile de producere etc.; în categoria fenomene în particular pot fi incluse diferite transformări

cum ar fi denaturarea, hidratarea sau scindarea biopolimerilor, transferul de masă, energie, temperatură, diverse procese și operații tehnologice).

Societatea reprezintă o colectivitate, un grup social de persoane. Gândirea – idei, teorii pe care conștiința umană le-a formulat despre natură și societate. Sistemul de cunoștințe presupune un anumit grad de aranjament.

Orice știință deja maturizată operează cu anumiți termeni, definiții, idei, teorii, legi, concepte, criterii, principii, modele etc. Teoria este considerată o formă superioară de exprimare și argumentare a cunoștințelor.

Cum poate fi exprimată corelația dintre lege și teorie? Conform definiției, legea exprimă un raport, o legătură, o corelație relativ stabilă și repetabilă în anumite condiții între obiectele și fenomenele realității (ex.: la temperaturi mai mari de 50 °C se produce denaturarea termică a proteinelor produselor alimentare. Acest fenomen este o legitate obiectivă).

Teoria, spre deosebire de lege, este o categorie mai vastă și reprezintă un sistem de idei, legi, explicații, modele, date despre un obiect sau fenomen (ex.: teoria procesului de denaturare termică a proteinelor produselor alimentare include mai multe legități și modele de argumentare a denaturării termice a proteinelor globulare (albumine, globuline) și fibrilare (colagen, extensină)).

2.2. Evoluția cunoștințelor umane

Atâta timp cât există, omul posedă proprietatea de a gândi, a acumula, a modifica și a transmite cunoștințe.

În plan istoric, existența omului numără circa 40 mii de ani. În acest răstimp s-au succedat aproximativ 900 generații. Primele 830-850 generații au locuit în peșteri, următoarele 80-100 au avut un mod de viață mai civilizată.

Evoluția umană este însoțită de evoluția cunoștințelor. Atunci când apare o anumită cunoștință, apare și necesitatea de a o înregistra, de a o comunica. Despre caracterul cunoștințelor pe care le posedau oamenii pe parcursul mai multor perioade istorice putem vorbi, analizând formele de comunicare și înregistrare ale acestora.

Prima etapă a evoluției umane ține de formarea vorbirii articulate (nu se cunoaște perioada când a apărut). A doua perioadă – de apariția scrisului. Inițial, în scop de

comunicare s-a folosit pictograma (desenul), ideografia (simboluri, scheme), apoi au apărut litere sau ieroglife. Copierea manuală a fost treptat substituită de tipografie.

Prima carte tipărită a apărut în Germania și a fost o variantă a Bibliei. În România, cartea tipărită a apărut în 1508, primul tipograf român fiind Macarie din Târgoviște (la fel, prima carte a fost Biblia). În domeniul artei culinare, prima carte tipărită a fost cartea apărută la Iași, 1848 cu titlul „Rețete cercate de bucate, prăjituri și alte trebi gospodărești”.

Știința ca un ansamblu, ca un sistem de cunoștințe a apărut în a doua jumătate a sec. XV, când s-au dezvoltat mecanica, astronomia, geometria, chimia, matematica. Treptat a avut loc diferențierea științelor. Începând cu sec. XVIII-XIX, succese remarcabile se obțin în domeniul termodinamicii, electrodinamicii, fiziologiei umane și alimentare.

Ex.: savantul german Theodor Schwann în anul 1836 a descoperit fermentul digestiv pepsina, care se conține în sucul gastric și în condiții optime ($\text{pH}=1,5\dots2,0$) contribuie la scindarea proteinelor alimentare în peptide. Un secol mai târziu, biochimistul american John Northrop a efectuat separarea și obținerea în formă cristalică a fermentilor pepsina (1930) și tripsina (1932).

În sec. XX sunt înregistrate descoperiri epocale:

- cuantificarea energiei (Max Planck);
- structura spațiului și a timpului (Albert Einstein);
- structura atomului (Niels Bohr);
- procese nucleare (Maria și Pierre Curie).

Conform viziunii academice actualizate, știința este un sistem complex format din mai multe subsisteme:

- istoria și filosofia științei;
- politica și conducerea științei (prevederea, decizia, organizarea, comanda, coordonarea, îndrumarea și controlul);
- structura pe plan orizontal o formează diferite discipline și corelațiile dintre ele;

- structura pe plan vertical o formează disciplina științifică - cercetologia.

Investigarea evoluției sistemului științei revine științelor (sau științelor).

Se consideră, ca cca 75% din numărul total de cunoștințe umane au fost acumulate în ultimii 30 de ani. Volumul și complexitatea cunoștințelor umane se dezvoltă conform unor legități exponențiale.

2.3. Clasificarea științelor. Tendințe de dezvoltare a științelor contemporane

Există diferite clasificări ale științei. Luând în considerație numărul și volumul cunoștințelor, multitudine și relațiile dintre ele, e greu de elaborat o astfel de clasificare.

Domeniile științifice pot fi clasificate în *științe generale* (filosofia, logica, dialectica etc.) și *particulare (științele naturii /tehnice)* și *științele sociale* (istoria, sociologia, culturologia etc.).

La rândul lor științele naturii pot fi divizate (uneori convențional) în științe teoretice (ex.: matematica, fizica, chimia, biologie moleculară etc.) și științe tehnice, aplicate (biotehnologia, radioelectronica etc.). Dezvoltându-se, o știință aparte se poate separa în știință teoretică și știință tehnică (ex.: electrofizica și electrotehnica).

În prezent, *Tehnologia produselor alimentației publice* este o disciplină tehnică unitară. Dar, dezvoltându-se, ea s-ar putea ramifica în *Bazele teoretice ale tehnologiei culinare* și *Tehnologii culinare*, prima cu caracter teoretic, a doua cu caracter aplicativ.

Simbolic, schema de clasificare a științelor reprezintă un arbore. Convențional, la început, la origine au fost delimitate câteva științe ca matematica, fizica, chimia, biologia, astronomia, care s-au ramificat și s-au diferențiat în mai multe științe. Regina tuturor științelor este considerată matematica.

În dezvoltarea științelor contemporane pot fi observate următoarele tendințe:

1. Este caracteristic un *mod de gândire sintetic, integrativ*. Această tendință se manifestă prin constituirea unor discipline de frontieră – chimie fizică, biochimie, biofizică, astrobiologie etc.

Ex.: Discipline academice noi sunt *Fiziologia cibernetică*, care are ca domeniu de studiu cercetarea modelelor de dezvoltare a plantelor sau a altor obiecte biologice prin intermediul calculatorului; *Biotehnologii*

alimentare – studierea tehnologiilor de utilizare a microorganismelor vii în scopul obținerii de produse alimentare cu calități preconșionate.

2. Crește *nivelul de generalizare a cunoștințelor*. Dacă până acum era suficientă aplicarea unor metode de determinare a conținutului de nitrați în produsele alimentare și diminuare a acestui conținut, acum se merge mai departe și se studiază relația dintre conținutul de nitrați în produsele alimentare în rația alimentară și starea de sănătate, se elaborează tehnologii agricole, alimentare care ar diminua efectele nocive ale nitraților în fiecare etapă a lanțului alimentar de procesare. Se elaborează strategii naționale mondene, care au ca scop îmbunătățirea sănătății și asigurarea securității alimentare a diferitor categorii de populație.

3. Crește *rolul gândirii teoretice* în cunoaștere. Nu ne interesează numai calitățile, proprietățile unor obiecte, fenomene, dar și esența lor. Cunoașterea științifică se concentrează atât în jurul unor date, clasificări particulare, cât în jurul unor teorii, modele argumentate. Dacă până în prezent se limita la elaborarea unor rețete, tehnologii noi sau optimizarea tehnologiilor tradiționale, astăzi centrul cercetărilor se deplasează spre explicarea proceselor de denaturare, hidratare, deshidratare, scindare, caramelizare, gelificare, fermentare etc., spre modelarea și optimizarea tehnologiilor alimentare.

4. Crește *rolul tehnologiilor avansate*. Știința contemporană devine tot mai tehnologizată, iar tehnologiile tot mai argumentate științific (termenul *tehnologie* provine din greacă; *teho-* în traducere din greacă, înseamnă artă, măiestrie, *logos-* știință, legitate). În zilele noastre, când buna stare a societății, nivelul ei de dezvoltare depind în mare măsură de tehnologia producerii, administrării și informatizării, rolul tehnologiilor de producere crește. Savantul american F. Daison afirma că „tehnologia este mama civilizației, artei, științei”.

Urmărind structura sortimentului de produse alimentare din ultimele decenii, putem observa că crește ponderea produselor cu proprietăți condiționate, a produselor ecologice. În structura tehnologiilor predomină tehnologiile avansate, inovaționale, biotehnologiile.

Dacă în decurs de secole în tehnologia preparării bucatelor se foloseau în special metodele termice, acum se implementează pe larg tehnologiile complexe (tratarea produselor în câmpuri cu microunde, radiații infraroșii, procese de fermentare etc.).

Sperăm că tehnologiile tradiționale nu vor fi pe deplin uitate și nu vor fi înlocuite cu altele prea sofisticate, astfel încât nu va veni degrabă timpul despre care C. Negruzzi scria în „Istoria unei plăcinte”, că „civilizația a omorât plăcintarul”.

5. Se observă o intervenție sporită a logicii, metodologiei științifice, filosofiei în interpretarea rezultatelor investigației științifice.

Termenul *logică* își are rădăcinile în Grecia Antică. La greci el semnifică măiestria, iscusința de a gândi. De la greci acest termen a fost preluat de către romani, care îl întrebuițau în sens de „artă de a coordona mișcările forțelor armate și aprovizionarea lor cu alimente”. Interpretarea modernă – știință despre corelații, știința adevărului.

În viața de toate zilele folosim intuitiv legile logicii (logistica), dar de fapt aceste legi sunt fundamentate științific. Ar trebui să le cunoaștem și să le folosim conștient.

Atingerea scopului unei investigații științifice depinde în mare măsură de metoda de investigare aleasă. Sunt metode care într-o situație concretă ne apropie de adevăr, dar sunt metode, care ne înșală. Este necesar să știm a alege o metodă adecvată și această alegere să fie argumentată științific.

La fel e și cu cunoștințele filosofice. Fără a cunoaște esența filosofică a noțiunilor *obiect și fenomen, nivel de structură, grad de generalizare, cauză și efect* e greu de conceput o activitate științifică cât de simplă.

6. Are loc *matematizarea științelor*. Metodele și modelele matematice se întrebuițează tot mai des în cunoașterea științifică. Se spune că o știință s-a maturizat atunci, când folosește pe larg metodele matematice. Matematica, după merit, este considerată regina tuturor științelor. În prezent, concomitent cu metodele clasice, tradiționale de abstractizare etc., se folosesc și metodele caracteristice unor domenii relativ tinere ale matematicii, ca teoria informației, statistica matematică, combinatorica.

7. Crește influența *tehnicii de calcul* asupra gândirii științifice. Calculatoarele electronice se folosesc la toate fazele cercetării științifice: căutare, măsurare, aplicare etc.

Pentru a procesa datele spectrale se utilizează soft-ul *SPAM – Spectral Proccesing and Math Library* (Sursa: www.oceanoptics.com), care suplimentar la înregistrarea informației spectrale primare (absorbantă × lungime de undă), dispune de biblioteci de date spectrale și matematice cu

posibilități de post-testare, cum ar fi: determinarea picurilor, calculul regresiei lineare, separarea spectrelor îmbinate, estimarea modificărilor Raman etc.

2.4. Investigații științifice. Investigații fundamentale și aplicate

Investigația științifică presupune o activitate de cercetare, de cunoaștere. Există mai multe criterii de clasificare a investigațiilor științifice, cum ar fi:

- a) după gradul de importanță în dezvoltarea societății:
 - fundamentale;
 - derivate /aplicate.
- b) în funcție de nivelul instituției științifice, unde se îndeplinește cercetarea:
 - academie de științe;
 - instituție științifică;
 - instituție departamentală;
 - universitate.
- c) în funcție de sursa de finanțare:
 - finanțate din bugetul național;
 - granturi internaționale;
 - programe de cercetare;
 - pe bază de contract.
- d) în funcție de durata de executare:
 - de lungă durată (câțiva ani 3-5 ani);
 - de scurtă durată (câteva luni);
 - nedefinite în timp.

Cercetarea fundamentală este centrată pe cunoașterea esenței obiectelor sau fenomenelor, fiind de o complexitate superioară. Acest tip de cercetare se realizează la bariera dintre cunoscut și necunoscut, macro- și microlume, contribuie la extinderea limitelor de cercetare, deseori este posibilă modificarea ipotezelor anunțate anterior.

Cercetarea fundamentală este practică în instituții academice sau specializate de cercetare, uneori de persoane aparte și se caracterizează prin următoarele:

- delimitarea problemelor nu poate fi făcută cu precizie;

- nu pot fi planificate în raport temporal durată, la fel și rezultatele;
- realizările ei nu pot fi contabilizate, adică exprimate financiar-valoric.

Numai 10 % din temele fundamentale ajung să fie realizate cu succes, dar odată fiind atins rezultatul, acesta poate genera numeroase aplicații în diferite domenii interdisciplinare.

Exemplu de temă de cercetare științifică fundamentală îndeplinită la nivel academic este „Sinteză orientată a vitaminei A cu ajutorul microorganismelor” elaborată în cadrul Academiei de Științe; temă de cercetare științifică aplicată – „Potențialul de nitrați conținut în rația zilnică a populației R. Moldova” studiată în cadrul Ministerului Sănătății.

Cercetarea derivată (aplicativă) are următoarele trăsături:

- este axată pe verificarea și completarea cunoștințelor deja existente;
- este preponderent îndeplinită de instituții de cercetare departamentale și are drept scop rezolvarea problemelor bine delimitate, cerute de societate, economie, tehnică;
- rezolvarea poate fi planificată sub raport temporal și este efectuată într-un timp relativ scurt;
- metodele acceptate în cercetare sunt bine cunoscute, pentru acumularea datelor se folosesc precizări suplimentare;
- este posibil transferul tehnologic;
- rezultatele pot fi contabilizate.

Cercetarea derivată deseori are ca finalitate diverse forme de inovare managerială sau tehnologică, transfer tehnologic, contribuie la elaborarea unor sisteme de certificare și asigurarea calității produselor și serviciilor.

2.5. Finanțarea investigațiilor științifice

Finanțarea academică. Sursele de finanțare a științei sunt sursele bugetare (compartimentul știință, cercetare și inovare), investițiile departamentale, investițiile agenților economici etc. În țările cu economie dezvoltată, pentru știință se alocă cca 2...8% din valoarea produsului intern brut. În prezent, cercetătorii sunt atrași în diverse

proiecte naționale și internaționale, care au ca sursă de finanțare investiții guvernamentale, instituționale etc.

Aceste investiții sunt orientate spre următoarele:

- formarea bazei tehnico-materiale a domeniului (laboratoare, centre de testare, instalații și dispozitive de laborator, instalații pilot etc.);
- finanțarea cercetărilor propriu-zise;
- prezentarea și promovarea rezultatelor obținute;
- formarea și întreținerea unei pătri sociale de cercetători consacrați.

În prezent, Uniunea Europeană a dezvoltat și desfășoară câteva programe de cercetare la nivel european: *Horizon Europe (2014-2020)*, *Horizon Europe (2021-2027)*, *Digital Europe Programme* etc. (fig. 7).

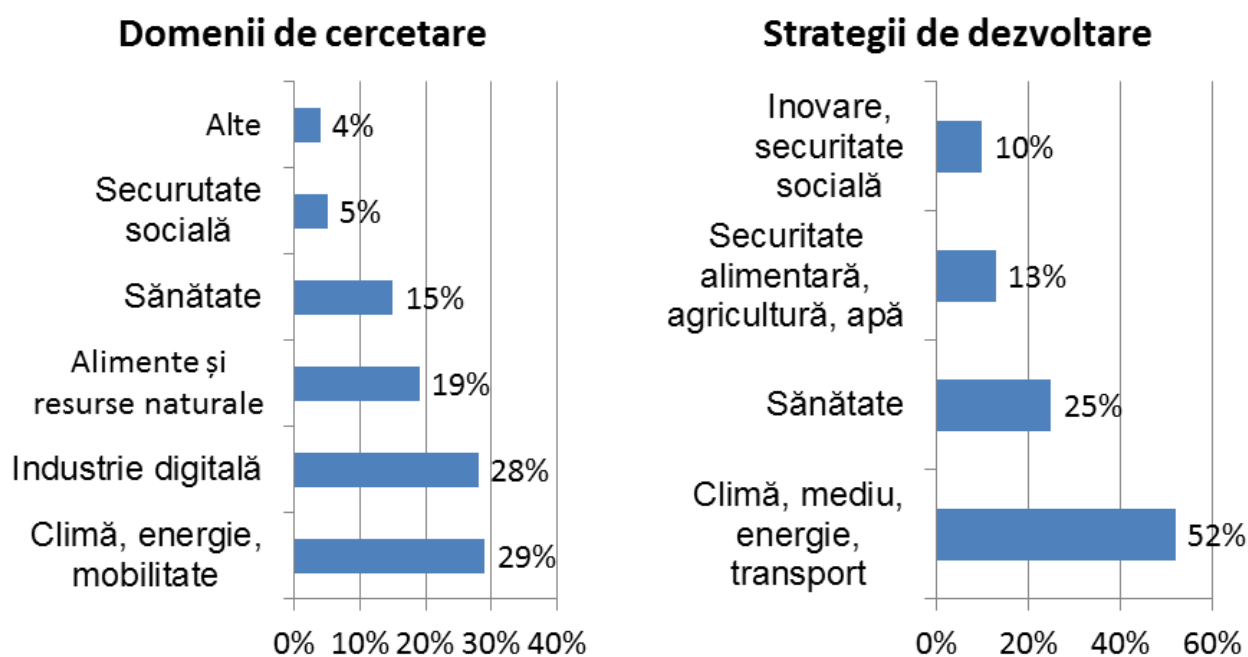


Fig. 7. Bugetul Programului UE de cercetare *Horizon Europe* pentru perioada 2021-2027: a – strategii de dezvoltare, suma investițiilor – 29,7 bilioane. €; b – domenii de cercetare, suma investițiilor – 52,7 bilioane €. Sursa: <https://cen.acs.org/policy/research-funding/Europes-science-budget-set-grow/96/i30>

Finanțarea universitară. În conformitate cu prevederile Legii Educației (2014), universitățile beneficiază de autonomie universitară. Finanțarea bugetară este acordată în

conformitate cu numărul de studenți instruiți și profilul de studiu (inginerie, medicină, cultură, agricultură etc.), de asemenea în funcție de *aspectul* cercetării științifice.

În anii 1993-2010, activitatea de cercetare universitară a fost susținută prin intermediul programului european TEMPUS. 20 universități din R. Moldova au obținut suport financiar în sumă de 13 mln. €. Un alt program UE de cercetare FP7 (2007-2013) a fost utilizat de către universități pentru a absorbi fonduri europene orientate spre promovarea cercetării universitare.

Surse suplimentare de finanțare sunt activitățile de antreprenariat, pregătirea prin contract a specialiștilor, fie în etapa de pregătire inițială, fie în etapa de formare continuă, diverse donații.

2.6. Instituții științifice naționale și internaționale. Estimarea rezultatelor științifice

În plan internațional sunt fondate instituții *internaționale*, care se preocupă de problemele științei și cercetării, cum ar fi:

UNESCO – instituție specializată a ONU pentru educație, știință și cultură. A fost înființată în 1945 la Conferința de la Londra cu sediul la Paris.

OMS – Organizația Mondială a Sănătății, instituție specializată a ONU, care abordează problemele sănătății, siguranței alimentelor. A fost fondată la Conferința de la New York, 1946 cu sediul la Paris.

FAO – instituție specializată a ONU pentru alimentație și agricultură. A fost fondată în 1945 la Conferința de la Quebec cu sediul la Roma.

În R. Moldova activează Academia de Științe a Moldovei, care elaborează și promovează strategia dezvoltării științei și inovării pe plan național, coordonează activitățile de interacțiune cu organisme internaționale.

Cercetări științifice în domeniul procesării produselor alimentare și estimării calității acestora se efectuează în Institutul Științifico-Practic de Horticultură și Tehnologii Alimentare, Institutul Național al Viei și Vinului, departamentele specializate ale universităților – UTM, ASEM, USM, UAM etc.

Modalități de apreciere a rezultatelor cercetării științifice. Pentru oamenii de știință, recunoașterea profesională este foarte importantă, deoarece constituie o recompensă majoră pentru realizarea științifică.

Cel mai prestigios premiu în știință este considerat Premiul Nobel, premiul internațional instituit în memoria inginerului suedez Alfred Nobel (1833-1896). Premiul se acordă anual de către Academia de Științe din Suedia pentru realizări remarcabile în domeniul fizicii, chimiei, fiziologiei, medicinei, economiei, literaturii și pentru activitatea de promovare a păcii.

În R. Moldova este instituit Premiul național în domeniul științei care se acordă anual celor mai de prestigiu cercetători pentru rezultate remarcabile în cercetare și inovare.

2.7. Contribuția savanților moldoveni la dezvoltarea științelor

Activitatea științifică în R. Moldova se desfășoară în conformitate cu Legea R. Moldova nr. 259 din 15.07.2004 cu privire la știință și inovare.

Nume notorii în dezvoltarea științelor în R. Moldova sunt:

Acad. Sergiu Rădăuțanu – fizica materialelor semiconductoare (laureat al Premiului de stat pentru știință și tehnică în 1983 și 1998).

Acad. Ion Bostan – fizician, domeniul de cercetare – transmisiuni planetare, precesionale și armonice (laureat al Premiului de stat pentru știință și tehnică în 1977 și 1998).

Acad. Valeriu Canțer – fizician, domeniul de cercetare – supraconductibilitate și nanotehnologii (laureat al Premiului de stat pentru știință și tehnică în 2004).

Acad. Ion Dediu – biolog, specializat în ecologia mediului, autor al monografiei „Enciclopedie ecologică”, 1994.

Acad. Boris Matienco – biolog, specializat în microscopie celulară, a elaborat teoria evoluției fiziologice a fructelor (laureat al Premiului de stat pentru știință și tehnică în 2004).

Doctor habilitat în științe tehnice Oleg Lupan – inginer, specializat în invenții nanotehnologice (Premiul Național pentru știință, 2018).

Tema 3. METODE, MODELE ȘI ALGORITMI DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ

3.1. Cercetare științifică, noțiuni generale

Cercetarea științifică reprezintă un proces sistematic de colectare și analiză a informației și, în final, de apreciere a rezultatelor realizat cu scopul îmbunătățirii înțelegerii noastre integrate și exhaustive asupra unui subiect sau fenomen.

Def. Cercetarea este o acțiune întreprinsă în scopul cunoașterii și (sau) utilizării cunoștințelor teoretice, științifice.

Problemele cercetării științifice au servit drept obiect de discuție atât a savanților, cât și a celor mai mari filosofi ai lumii. În acest sens, un interes deosebit îl prezintă lucrările lui K. Popper „Logica cercetării” (1960) și A. Lacatos „Falsificarea și metodologia programelor de cercetare științifică” (1970). Se afirmă că raportul cercetare științifică /metodologie științifică e cu mult mai mare în favoarea primei.

Majoritatea cercetărilor științifice (în trecut și în prezent) se îndeplinesc conform unor teorii și metodologii slab argumentate. Teoria și metodologia cercetării științifice alcătuiesc obiectul unei științe slab conturate în prezent cum este *cercetologia*.

Actualmente, cercetările științifice (în fazele de alegere a temei, problemelor, metodelor de investigare) deseori se aseamănă mai mult cu o artă, care se bazează pe intuiție, improvizație decât cu o cercetare științifică, care se bazează pe raționament, logică (K. Popper). Cu o metodologie „improvizată” datele și rezultatele obținute sunt la fel de „improvizate” și departe de adevăr.

E necesar ca cercetologia să facă pasul de la „arta cercetării” în expresia lui W. Beveridge (1960) la știința cercetării.

În același timp, nu pot fi neglijate complet aspectele creative ale cercetării.

Cercetologia și creatologia sunt două discipline complementare.

Cercetologia este axată pe aspectul extracerebral al cercetării (strategia și metodologia cercetării, ipoteza, teoria, observația, experimentul etc.).

Creatologia se interesează predominant de aspectul intracerebral al cercetării (ponderea proceselor psihologice în creativitate, etapele creativității, mecanismele psihofiziologice ale creativității, metodele și tehnicile de stimulare a creativității etc.).

Pentru obținerea unor rezultate remarcabile în știință este necesară o viziune sistemică asupra fenomenelor extra- și intracerebrale, o conexiune a teoriilor și metodologiilor cercetologiei și creatologiei.

3.2. Fazele (etapele) unei cercetări științifice

În evoluția unei cercetări științifice pot fi evidențiate mai multe faze, cum ar fi:

- alegerea temei;
- formularea problemei (problemelor) și a scopului;
- studiul teoretic prealabil;
- cercetarea experimentală;
- tratarea (prelucrarea statistică și interpretarea datelor empirice);
- verificarea rezultatelor experimentale;
- formularea concluziilor.

Consecutivitatea fazelor, obiectivele și sarcinile cercetării, finalitățile cercetării sunt prezentate în anexa 8.

În *alegerea temei de cercetare* se verifică respectarea următoarelor criterii: (a) actualitatea, (b) necesitatea, (c) importanța și (d) gradul de inovare a acesteia.

Actualitatea temei este argumentată prin nivelul și caracterul cercetărilor, care trebuie să corespundă timpului actual sau să fie orientate spre viitor.

Necesitatea este determinată de anumite cerințe materiale, energetice, sociale, teoretice etc.

Importanța este dictată de efectul teoretic, economic, social etc. obținut prin utilizarea rezultatelor cercetării.

Gradul de inovare. Noul se află la bariera dintre necunoscut și cunoscut. Gradul de inovare depinde de măsura în care cercetătorul s-a apropiat sau a depășit această barieră.

Sistemul metodologic *al fazei de formulare a problemei* include acumularea materialului teoretic și experimental din diferite surse, determinarea „petelor albe” și a verigilor principale care lipsesc, formularea problemei, determinarea, argumentarea actualității, necesității, importanței și gradului de inovare a cercetării, fixarea scopului investigației.

Sistemul metodologic *al studiului teoretic prealabil* include modelarea matematică, imagină și cu ajutorul calculatorului a variantelor posibile de rezolvare a problemei, încercarea de a rezolva întrebări principale, legate de probleme la nivel abstractiv, inclusiv filosofic, construirea ipotezelor de lucru, căutarea ideilor sistematizatoare în istoria problemelor analoge, descompunerea problemei în subprobleme, trecerea de la cunoștințele generale la cele particulare, selectarea prealabilă a metodelor de investigare.

Expunem câteva citate.

J.J. Thomson (1892-1907). *Din toate serviciile care pot fi aduse științei cel mai mare e de a introduce în uzul ei noi idei.*

J.W. Goete (1749-1832). *Ipotezele sunt similar schelelor ce se construiesc în jurul clădirii și care sunt desfăcute atunci, când casa este gata. Ele sunt necesare pentru lucrător. Acesta nu trebuie să confunde schelele cu clădirea.*

K.E. Țiolcovski (1857-1935). *Oricât de dubioase ar fi ipotezele, ele sunt totuși folositoare, dacă dau posibilitatea de a uni fenomenele cunoscute și a le prognoștica pe cele noi.*

Sistemul metodologic *de tratare (prelucrare statistică) a datelor experimentale* obținute include metode de comparare, sistematizare, generalizare, prelucrare statistică, alcătuirea tabelelor, graficelor, diagramelor, modelelor etc.

Sistemul metodologic *de interpretare a datelor obținute* constă în fundamentarea și teoretizarea datelor obținute, interpretarea datelor obținute în lumina esenței problemei și ipotezelor de lucru.

Sistemul metodologic *de verificare a datelor experimentale* include compararea datelor obținute cu cele deja existente, interpretarea rezultatelor empirice în lumina unor teorii generale, încadrarea cunoștințelor noi obținute în structura cunoștințelor vechi sau lărgirea acestor cunoștințe.

Cunoștințele noi obținute se verifică prin practică (stand experimental, instalație pilot, loturi industriale experimentale) după care urmează etapa de implementare a inovației în industrie (fig. 8).

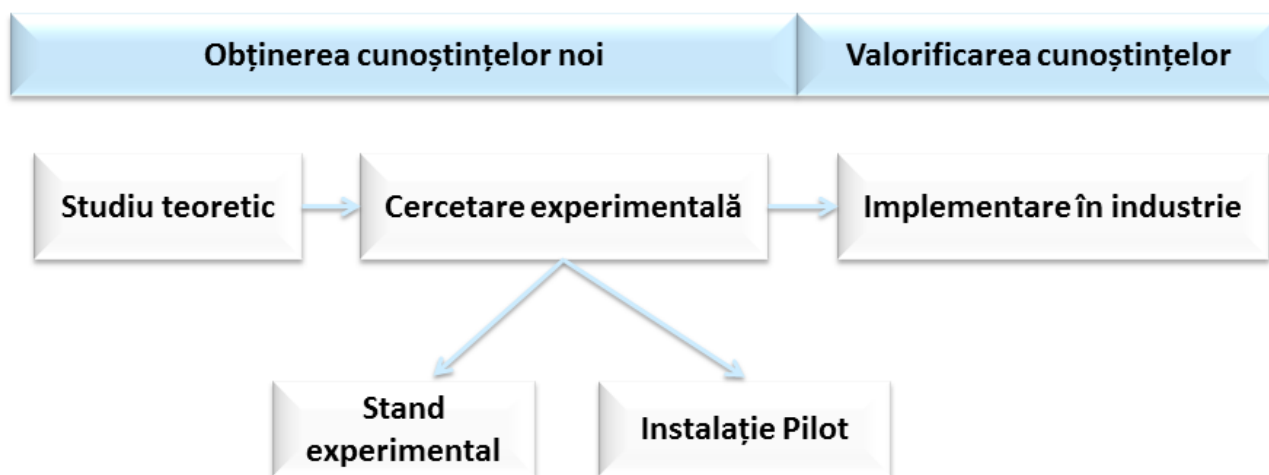


Fig. 8. Fazele unei cercetări științifice

În unele cazuri, pentru a găsi soluții mai perfecte, sunt posibile *feed back* - uri între fazele de cercetare.

3.3. Metodologie științifică, noțiuni generale

În traducere din limba greacă *methodos* înseamnă *calea spre ceva*, generic – *mod de atingere a scopului*.

Filosoful francez R. Descartes (1596-1650) afirma: „E mai bine a renunța la căutarea adevărului, decât a face acest lucru fără a avea o anumită metodă.

Savantul rus I. Pavlov (1849-1936) menționa că de metodă, de modul de acțiune depinde toată seriozitatea investigației. Chiar și un om nu prea talentat, folosind o metodă bună, poate obține rezultate înalte. Iar utilizarea unei metode nereușite chiar de un savant genial nu va da rezultate de valoare.

Dacă metoda este o noțiune particulară, atunci *metodologia* este o noțiune generală și definește o știință, care formează baza teoretică a metodelor de investigație.

3.3.1. Criterii diferențiale metodologice

Metodologia științifică este strâns legată de filosofie. Fără de cunoașterea esenței filosofice a noțiunilor *cauză și efect*, *nivel de structură*, *grad de generalizare* etc. a obiectelor și fenomenelor studiate e greu de conceput o activitate științifică cât de simplă.

Metoda de cercetare acceptată trebuie să corespundă întocmai scopului.

Ex.: Alegând metoda de determinare a componentei A, să nu fie determinate: $(A+B+C)$ (1) sau $(A-D-E)$ (2) etc., componente în loc de A.

Există câteva criterii metodologice generale de selectare a metodei de cercetare. În etapa de selectare a metodei de cercetare a produsului alimentar se verifică mai multe și se alege între:

- o metodă calitativă sau cantitativă;
- o metodă directă sau indirectă;
- o metodă absolută sau relativă;
- o metodă extensivă sau intensivă.

Se verifică respectarea gradului de generalizare sau a nivelului de structură a obiectului sau fenomenului cercetat.

Criteriul de selectare, *metodă calitativă sau cantitativă*, presupune alegerea între o metodă bazată pe descriere și o metodă bazată pe cifră. Ar părea paradoxal, dar nu întotdeauna metodele cantitative sunt cele mai potrivite.

Ex.: Prospețimea cărnii poate fi verificată corect și exact, folosind ca primare metodele senzoriale (descriptive) și ca suplimentare – metodele cantitative (cantitate de ammiac emanat, imaginistică instrumentală etc.).

Criteriul de selectare, *metodă directă sau indirectă*, presupune alegerea între o metodă care vă va duce direct spre indicele determinat și o metodă, care, prin indicatori complementari, ar caracteriza obiectiv starea obiectului sau fenomenului studiat.

În cazul fermentării aluatului dospit, intensitatea procesului de fermentare nu poate fi ușor măsurată printr-o metodă directă (activitatea drojdiilor în procesul de fermentare sau viteza reacțiilor biochimice). Se recurge la metode indirecte (cantități eliminate de CO_2 și alcool etilic, creșterea volumului aluatului), care pot fi aplicate cu ușurință și pot furniza date concludente privind modul în care decurge fermentarea.

Criteriul de selectare, *metodă relativă sau absolută*, presupune alegerea între o metodă care furnizează date cu valoare relativă sau absolută.

Ex.: Atunci cînd este necesară studierea evoluției acizilor grași din componența grăsimilor într-un proces tehnologic (prăjire, afumare etc.) compararea datelor relative (început-sfârșit) ar conduce la o eroare (tab. 3).

Tabelul 3. Evoluția acizilor grași din componența uleiului de floarea soarelui la prăjirea fry

Acizi grași	Până la prăjire	După prăjire	Modificare
<i>Conținut relativ, %</i>			
Oleic C _{18:1}	33,01	35,22	+2,21
Linoleic C _{18:2}	34,92	29,73	-5,19
Alți acizi	31,98	35,05	+3,07
<i>Conținut absolut, g/100g grăsimi</i>			
Oleic C _{18:1}	46,03	44,51	-1,52
Linoleic C _{18:2}	30,70	22,83	-7,87
Alți acizi	18,57	16,41	-2,16

Analizând datele din tabelul 3 s-ar părea, că conținutul de acid oleic după prăjire este în creștere, iar de acid linoleic – în descreștere. Această afirmație de fapt este incorectă. Când prin măsurări și calcule suplimentare se verifică datele absolute se observă o descreștere de facto a cantității la ambii aminoacizi, ceea ce corespunde tendinței de evoluție pe parcursul procesării a cantității de acizi grași (fig. 9, 10).

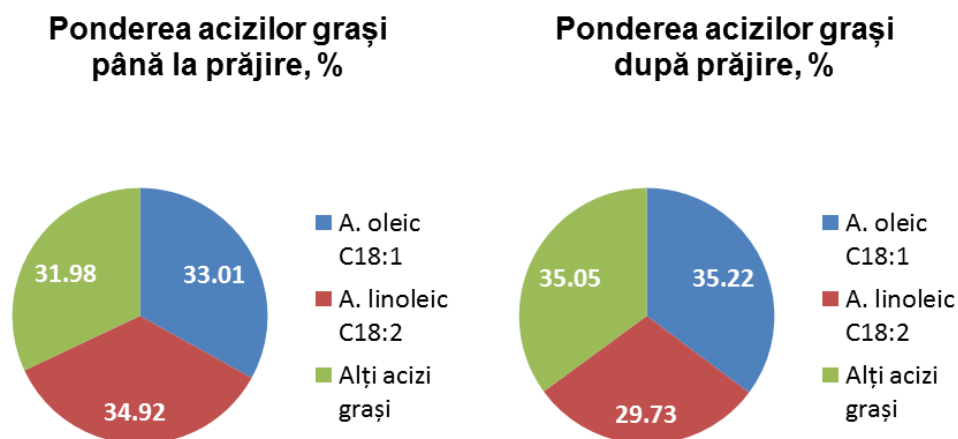


Fig. 9. Modificarea cantității de acizi grași pe parcursul procesării (date relative)

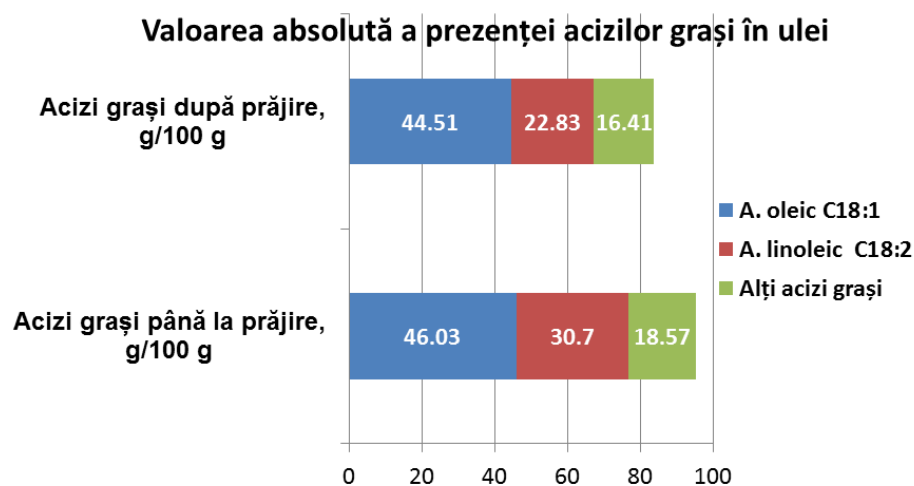


Fig. 10. Modificarea cantității de acizi grași pe parcursul procesării (date absolute)

Criteriul respectării *gradului de generalizare* presupune selectarea unei metode care ar corespunde formelor de prezență a componentului în structura nativă a obiectului studiat.

Metoda de determinare a cantității de vitamina C prin reacția de oxidare (cu 2,6-diclorfenolindifenol sau I_2) nu este perfectă, deoarece în acest caz se determină numai o parte de vitamina C – forma redusă, și nu se determină forma oxidată și legată a acesteia. În același timp, suplimentar sunt determinate și alte componente care, la fel, trec pragul de oxidare propus.

Criteriul respectării *nivelului de structură* presupune găsirea concordanței dintre nivelul de structură a obiectului sau fenomenului studiat și valoarea sau complexitatea indicelui determinat.

Ex.: Se cere a fi studiat procesul de oxidare a grăsimilor alimentare. Grăsimile sunt un obiect cu un nivel superior de structură în raport cu componentele particulare ale oxidării (peroxizi, alcooli, cetone, aldehide, acizi, polimeri etc.). De aceea, determinarea acestor componente particulare și intermediare în parte nu ne va furniza informație obiectivă referitor la măsura în care s-au oxidat grăsimile.

În acest caz, se va alege un indice cu un grad de generalizare adecvat obiectului integral – grăsimi – cum ar fi: conținutul de substanțe polare acumulate pe parcursul oxidării, conductibilitatea dielectrică a grăsimilor etc.

Pentru determinarea unor proprietăți generale (cum ar fi, de exemplu, calitatea produsului) trebuie respectată concordanța dintre mărimea eșantionului (numărul de probe cercetate) și profunzimea cercetării (numărul de metode aplicate).

3.3.2. Metode teoretice de cercetare

Sunt cunoscute și utilizate diverse metode de cercetare științifică de ordin teoretic.

Inducția (lat. *inductio* – aducere, introducere) este interpretată ca o metodă de trecere de la date izolate la teze generale.

Schema metodei de inducție:

Dacă S_1 este P
 S_2 este P
 S_3 este P

Atunci S_n este P.

Metoda inductivă este folosită mai des la etapa de generalizare, formulare a tendințelor, legităților.

Deducția (lat. *deductio* – deducere) este o metodă de trecere de la teze generale la date izolate. Este o metodă inversă inducției și corespunde următoarei scheme:

Dacă S_n este P

Atunci S_1 este P
 S_2 este P
 S_3 este P, etc.

Este cunoscută afirmația că vitaminele grupei B sunt hidrosolubile. Putem deduce că vitaminele B_1 , B_2 , B_6 , B_{12} etc. (fiecare în parte) sunt hidrosolubile (atenție sunt posibile excepții de la teza generală!).

Analiza este o metodă de descompunere (imaginară sau reală) a obiectului în părți componente, proprietăți delimitante și studierea fiecărui element în parte.

Sinteza urmează după analiză. Pornind de la caracteristicile fiecărei părți componente în parte se elaborează caracteristicile obiectului integral.

La efectuarea studiului documentar la tema „Factori alimentari implicați în absorbția Ca” se folosește metoda de analiză, când se separă componentele produsului alimentar implicate în absorbția Ca (proteine, glucide, grăsimi, acizi organici etc.) și se studiază influența fiecărui factor în parte. Apoi se folosește metoda de sinteză, atunci când cunoscând modul în care fiecare componentă în parte influențează absorbția Ca, se elaborează modelul de absorbție a acestui mineral pentru diverse produse alimentare.

Analogia (gr. *analogia* – corespundere) este metoda de cunoaștere prin care, în baza fixării asemănării obiectelor după unele proprietăți, caracteristici, se conchide că aceste obiecte au și alte proprietăți, caracteristici identice.

Schema metodei de analogie:

A posedă proprietățile a, b, c, d
B posedă proprietățile a, b, c

B posedă proprietățile a, b, c, d.

Ex.: (1). Prunele sunt fructe, au sâmburi cu miez, miezul conține substanțe cianurice cu calități toxice, sunt cunoscute metode de detoxicare.

(2). Caisele sunt fructe, au sâmburi cu miez, miezul conține substanțe cianurice toxice.

Prin analogie putem presupune că metoda de detoxicare utilizată pentru miezul de sâmbure de prune (tratate cu apă de var) poate fi folosită și pentru detoxicarea sâmburilor de caise.

Desigur, această ipoteză trebuie supusă verificării.

Abstractizarea este metoda de renunțare imaginară sau reală de la – (a) unele părți componente, (b) proprietăți și relații în schimbul evidențierii altora.

Astfel, făcând abstracție de la particular, evidențiem generalul, făcând abstracție de la unele părți componente ale obiectului evidențiem altele, făcând abstracție de la formă evidențiem conținutul, și invers. Făcând abstracție de cantitate, evidențiem calitatea, și invers, făcând abstracție de întâmplător, evidențiem necesarul, făcând abstracție de evoluția, transformarea obiectului, îl concepem în stare de repaos, făcând

abstracție de relațiile și interacțiunea dintre obiecte, le evidențiem pe acestea ca fiind separate etc.

Modelarea este un procedeu care constă din: (1) elaborarea unui model-substituent al obiectului studiat, (2) studierea modelului în detalii și extinderea informației acumulate asupra obiectului studiat (fig. 11).

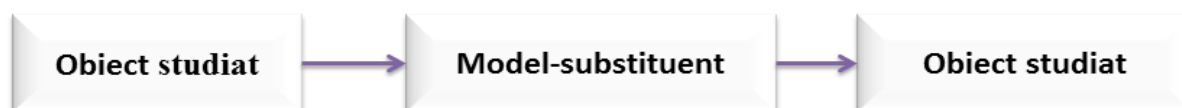


Fig. 11. Schema metodei de modelare

Schema metodei de modelare folosește în cazul când obiectul studiat este complex și nu poate fi supus cercetării prin metode cunoscute. De aceea, se recurge la o simplificare a acestuia.

Modelarea poate fi practică sau teoretică, obiectul de studiu poate fi înlocuit printr-un model natural sau artificial, material sau ideal.

Procesul de brunificare a produselor alimentare la expunerea la temperaturi (reacția Maillard) este foarte complex și destul de dificil în cercetare. În acest caz, se elaborează un model simplificat și în același timp natural „apă, glucoză, glicină” și se studiază condițiile și produsele rezultante în urma reacțiilor de transformare.

Formalizarea este metodă de reflectare a obiectului sau a fenomenului printr-un sistem de simboluri, limbă artificială (în matematică, chimie). Proprietățile obiectelor și fenomenelor se studiază cu ajutorul simbolurilor respective.

3.3.3. Metode empirice de cercetare

În lista metodelor experimentale de cunoaștere pot fi incluse observația, măsurarea, experimentul etc.

Observația este un procedeu de percepere organizată a obiectelor și fenomenelor naturii.

Observația poate fi înfăptuită senzorial sau cu ajutorul unor obiecte (de măsurare, mărire sau micșorare a imaginii, fotografiere).

Spre deosebire de experiment, în acest caz lipsește acțiunea predominantă a cercetătorului asupra obiectului sau fenomenului.

Observarea științifică este îndeplinită conștient, conform unui plan orientat spre verificarea unei idei, ipoteze.

Dacă ipoteza se confirmă, ea poate servi la elaborarea unei legi, teorii etc.

Măsurarea este un procedeu de determinare cantitativă a caracteristicilor, proprietăților unui obiect sau fenomen.

Atribute absolut necesare unei măsurări sunt unitățile de măsură (în conformitate cu sistemul internațional de unități de măsură, etaloane, dispozitive de măsurat).

În timpul măsurărilor trebuie să fim precauți. În cadrul legităților logice există caracteristici extensive, cum ar fi lungimea, masa, timpul, volumul etc., care pot fi sumate.

Ex.: Dacă la o probă de 2 g se adăugă o probă de 3 g, obținem o probă cu masa sumară de 5 g.

Dar există și caracteristici intensive, cum ar fi temperatura, când la mixarea probelor se obțin valori intermediare.

Ex.: La amestecarea în proporții egale a unui volum de apă cu $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ și a unui volum de apă cu $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, nu se obțin 2 volume de apă cu $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$, ci doar 2 volume de apă cu $t=40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Experimentul presupune o intervenție activă a cercetătorului în structura obiectului sau fenomenului cercetat.

Orice experiment începe cu planificarea acestuia. Se evidențiază factorii esențiali și neesențiali care influențează caracteristicile și proprietățile obiectului de studiu, condițiile experimentului. Conform planului, se fac observații, măsurări.

Sunt cazuri când se modelează obiectul (în loc de obiect se folosește modelul) și sunt cazuri când se modelează condițiile experimentului (mediu modelat).

În afară de metodele de investigare expuse mai sus există metode de prognozare, metode de optimizare etc. de complexitate superioară.

3.4. Planificarea matematică prealabilă a experimentului. Experiment factorial complet

În laboratoarele tehnologice de proiectare sau în laboratoarele academice de cercetare se folosesc metode de optimizare a rețetei de preparare a bucatelor, băuturilor sau a preparatelor de cofetărie. În acest caz, sunt utile modele matematice de planificare și estimare a rezultatului preconizat.

O altă sarcină, care poate fi rezolvată în laborator prin planificarea prealabilă a experimentului, constă în posibilitatea de a optimiza una sau câteva operații de prelucrare a produsului.

Rezultatul cercetării experimentale este exprimat, în funcție de caz, astfel:

- valoare organoleptică maximă a produsului procesat;
- valoare nutritivă maximă a acestuia;
- calități tehnologice optime ale semipreparatelor, produselor intermediare;
- condiții tehnologice optime de desfășurare a procesului tehnologic etc.

Exemple de variante de optimizare a indicilor cantitativi și calitativi ai produsului sau procesului tehnologic sunt multiple:

- acumularea de creatinină și de alte substanțe extractive la fierberea bulionului de oase sau carne;
- elasticitate maximă la aluatul pentru plăcinte;
- gust crocant la ardeiul marinat;
- porozitate și volum de creștere maximal la coacerea checurilor;
- termen de valabilitate sigur al zefirului pe bază de albuș de ou;
- capacitate de reținere maximală a apei la tocătura de carne etc.

Def. Modelul matematic este reprezentarea virtuală a obiectului sau fenomenului real prin intermediul limbajului algoritmic. Conform unei definiții laconice, modelul este o ecuație, care reflectă realitatea. Modelarea matematică constă în elaborarea și cercetarea modelului urmată de transferarea informației obținute pe obiectul real.

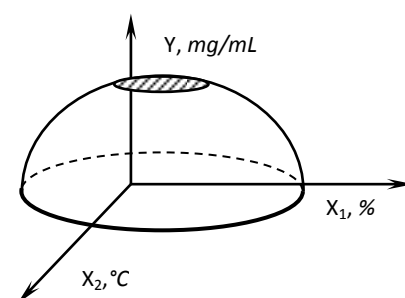


Fig. 12. Suprafață de replică

Experimentul activ presupune interacțiunea dintre cercetător și obiectul cercetării și are un scop bine definit, pentru realizarea căruia experimentatorul dirijează valorile factorilor de influență și înregistrează răspunsurile sistemului.

Răspunsul (parametrul de ieșire, replica) sistemului exprimă cantitativ efectul factorilor de influență asupra stării sistemului.

Sistemul factorial de coordonate este un sistem $(j+1)$ -dimensional de coordonate, generat de j factori de influență plus replica sistemului.

Suprafața de replică este totalitatea valorilor replicii sistemului generată de funcția $Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_j)$, în care $X_1 \dots X_j$ sunt factorii de influență, iar Y – replica (fig. 12).

Determinarea maximului/minimului suprafeței de replică, cărora le corespund valorile optime ale factorilor de influență, reprezintă obiectivul-cadru standard în metoda realizării experimentului activ.

Deducerea expresiei analitice a funcției $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_j)$ este o formă finită de realizare a acestui obiectiv. Este însă o problemă deloc ușoară, îndeosebi pentru suprafețele de răspuns generate de mai mulți factori de influență. Pentru a calcula valorile replicii Y în întregul spațiu factorial, va fi nevoie de un număr infinit de experiențe.

Pentru a micșora numărul de experiențe, fără a pierde substanțial din precizia determinărilor, reproductibilitatea rezultatelor și corectitudinea interpretărilor se utilizează *Experimentul Factorial Complet* (EFC). Metoda dată presupune cercetarea influenței factorilor “independenți”, stabilirea interacțiunilor lor și elaborarea unui model matematic algoritmat al sistemului numit *ecuație de regresie*.

În cadrul metodei EFC se postulează că spațiul factorial real cu o mulțime infinită de puncte poate fi substituit cu o matrice finită, discretă, care reflectă suficient de precis configurația suprafeței de replică în intervalul ales al spațiului factorial (fig. 13).

În cadrul EFC, numărul seturilor unice ale valorilor variabilelor de intrare (min., max. etc.), așa zis “numărul de rânduri”, se va calcula prin formula:

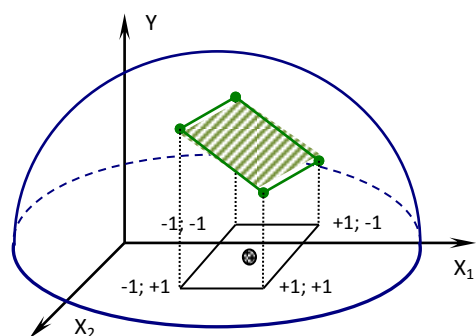


Fig. 13. Replica (■) în spațiul 3D

$$N = L^j,$$

unde: L – numărul de niveluri, j – numărul factorilor generatori.

Intervalul de variere (ΔX_j) a factorului de influență este intervalul dintre nivelul minim ($X_{j,min}$ sau $X_{j(-)}$) și maxim ($X_{j,max}$ sau $X_{j(+)}$) al factorului de influență cu numărul $j \in (1; j)$:

$$\Delta X_j = X_{j(+)} - X_{j(-)}.$$

Matricea de planificare reprezintă formalizarea matematică a planului experimentului.

Ecuatia de regresie este expresia analitică a funcției: $Y = f(X_1 \dots X_j)$, *replica* = $=f$ (*factori de influență*) reprezintă un polinom, care descrie suprafața de răspuns în spațiul $(j+1)$ -dimensional:

$$Y = \beta_0 X_0 + \sum_{i=1}^j \beta_i X_i + \sum_{i=1}^j \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^j \sum_{k=1}^j \beta_{ik} X_{ik} + \sum_{i=1}^j \beta_{iii} X_i^3 + \dots$$

unde: Y – răspunsul (replica) sistemului; β_0 – valoarea replicii sistemului în *centrul experimentului* – \bar{X}_j , coordonatele cărora corespund centrelor intervalelor de variere, $\Delta X_j = (X_{j(+)} + X_{j(-)})/2$; $\beta_1 \dots \beta_i$ – coeficienții de influență ai factorilor de intrare; $X_1 \dots X_i$ – factorii de influență în formă codificată; β_{jj} pe lângă X_j^2 – coeficienții de influență "pătratică" a factorilor respectiv X_j ; β_{jk} pe lângă X_{jk} – coeficienții de interacțiune a factorilor X_j și X_k ;

Pentru experimentul EFC 2^2 ecuația va avea aspectul, caracteristic metodei EFC, conținând **2** factori "independenți" și **1** de interacțiune:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_{12}.$$

Metoda modelării matematice, în general, și a EFC, în particular, nu impune restricții privind numărul replicilor parametrului Y , care pot fi studiate. În cadrul unui experiment pot fi înregistrate mai multe răspunsuri independente, obținându-se o informație amplă despre sistemul studiat. Cu alte cuvinte, sistemul poate fi caracterizat prin mai multe replici Y_I, Y_{II}, \dots, Y_n etc.

3.5. Optimizarea procesului tehnologic, rețetei și tehnologiei de preparare

În prezent, laboratoarele de cercetare dispun de utilaje moderne de prelucrare a produselor alimentare – plite cu suprafață de vitro-ceramică, cuptoare cu aburi și

convecție, grătare electrice, cuptoare cu microunde cu sisteme de programare digitalizată, care permit înregistrarea obiectivă a mai multor parametri ai operațiilor tehnologice de prelucrare.

Ex.: Se verifică condițiile optime de tratare termică a peștelui prin tehnologia *sous-vide*. Teoretic, în calitate de *factori decizionali* pot fi selectați parametrii de mediu, ingrediente din rețetă sau operații de prelucrare. Selectând numărul de niveluri ale factorilor decizionali egal cu 2 (valori minime și maxime), vom obține numărul de experimente necesare de 2^j . În experimentul 3-factorial (unde factori decizionali vor fi temperatura de tratare termică (X_1), durata tratării termice (X_2) și pH-ul mediului (X_3)) se vor utiliza $2^3 = 8$ experimente reale. Limitele de variație ale factorilor sunt indicate în tab. 4, matricea de planificare a experimentului este dată în tabelul 5. Parametrul scontat Y – proteine native, nedenate termic (%), valorile experimentale sunt incluse în tab. 5.

Tabelul 4. Intervale de variație a factorilor decizionali

Factori		Nivelul	
		-1	+1
Temperatura, °C	X_1	55	65
Durata tratării, h	X_2	6	12
pH	X_3	6	8

Tabelul 5. Matricea de planificare prealabilă a experimentului 3-factorial

Nr. experimentului	X_0	X_1	X_2	X_3	Y
1	+1	-1	-1	-1	88,40
2	+1	+1	-1	-1	78,12
3	+1	-1	+1	-1	90,28
4	+1	+1	+1	-1	80,15
5	+1	-1	-1	+1	81,23
6	+1	+1	-1	+1	91,09
7	+1	-1	+1	+1	85,33
8	+1	+1	+1	+1	84,27

Parametrul final Y poate avea valori obținute prin metode senzoriale, fizico-chimice, biochimice, microbiologice etc. Atunci când parametrul Y poate fi exprimat cantitativ, în formă de cifră, rezultatele experimentului pot fi prelucrate prin programul de calculator SPSS-Factorial ANOVA (anexa 9) și exprimate ca polinom trifactorial, reprezentând o combinație liniară a factorilor X_1 , X_2 și X_3 :

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_1 X_2 + b_4 X_1 X_2 X_3,$$

formula generală sau pentru cazul dat:

$$Y = 36,05 + 2,99 X_1 + 0,55 X_2 + 1,27 X_1 X_2 - 0,27 X_1 X_2 X_3.$$

Tema 4. TEHNICI DE LABORATOR DE TESTARE A PRODUSELOR ALIMENTARE

Cercetarea produselor alimentare este un domeniu vast investigat în prezent în scopul obținerii de date obiective referitoare la compoziția, structura, calitățile tehnologice și nutritive ale acestora.

Def. *Produsele alimentare* sunt materii de origine agroalimentară cu structură ierarhică multicompozițională, care include macrocompuși (apă, proteine, grăsimi, glucide, acizi organici etc.) și microcompuși (săruri minerale, vitamine, polifenoli, terpeni etc.), precum și structuri elementare biologice – enzime, hormoni, acizi nucleici etc.).

Proprietățile ingredientelor alimentare sunt diferite. Ei pot fi de origine minerală sau de sinteză organică, pot avea calități hidrofile sau hidrofobe, se pot conține în formă solubilă, concentrată sau structurată (Ex.: amidonul se conține în formă de granule în leucoplastele citoplasmei).

Prezența cantitativă a ingredientelor în compoziția produsului alimentar la fel diferă (tab. 6).

Tabelul 6. Clase de prezență cantitativă a ingredientului alimentar

Ponderea ingredientului/poluantului				
g/100g	mg/100g sau 10 ⁻³ g/100g	μg/100g sau 10 ⁻⁶ g/100g	ng/100g sau 10 ⁻⁹ g/100g	pg/100g sau 10 ⁻¹² g/100g
Apă, Proteine, Grăsimi, Glucide, Acizi organici	Ca, Mg, P, Cl, vitamine	Fe, I, Se, Antibiotice (sulfonamide)	Aflatoxine (compuși de poluare de origine microbiană)	Dioxine (compuși de poluare de origine chimică)

4.1. Direcții de cercetare și testare a produselor alimentare

Cercetarea științifică în domeniul alimentar îndeplinește mai multe funcții social-cognitive: stimulează inovarea și dezvoltarea tehnologiilor, asigură siguranța consumului

alimentar, contribuie la menținerea tradițiilor și obiceiurilor de consum, favorizează actul de conștientizare a informației științifice și tehnologice de către specialiștii din domeniu și populație.

Utilizarea metodelor instrumentale moderne de analiză permite efectuarea unui studiu complet și detaliat al structurii, compoziției și proprietăților produselor alimentare pentru o evaluare obiectivă a calității și inocuității acestora.

Domeniile de cercetare a produselor alimentare sunt multiple, de aceea pot fi delimitate câteva direcții de cercetare a produselor alimentare:

A. Studiarea *calităților tehnologice* ale produselor alimentare:

- a) cantitatea și elasticitatea glutenului;
- b) activitatea maltazică a drojdiilor;
- c) porozitatea și elasticitatea pandișpanului;
- d) calitățile reologice ale jeleului de fructe;
- e) capacitatea de absorbție a apei pentru carnea tocată.

A. Estimarea prezenței *compușilor naturali* în produsele alimentare:

- a) proteine (colagen în carne), aminoacizi (triptofan, metionină, alanină);
- b) grăsimi, fosfolipide, uleiuri eterice, colesterol, lecitină;
- c) glucide, fructoză, glucoză, lactoză, amidon, pectine;
- d) microcomponenți – fier, iod etc.

B. Determinarea *indicilor de calitate și a inocuității* produselor alimentare:

- a) criteriile de autenticitate a produselor alimentare;
- b) stare de prospețime a produselor;
- c) poluanți (nitrați, pesticide, dioxine, metale grele, hormoni de creștere);
- d) contaminanți (microorganisme patogene).

C. Elaborarea și cercetarea *produselor noi, țesuturilor și componentelor structurale*:

- a) produse modificate genetic;
- b) produse alimentare fortificate, cu caracteristici funcționale;
- c) țesuturile muscular, adipos, conjunctiv, osos al cărnii;

- d) produse alimentare restructurate (de carne, pește);
- e) produse alimentare cu adaos de hidrolizate proteice;
- f) produse alimentare fermentate etc.

4.2. Indici reglementari de determinare a valorii nutritive și inocuității produselor alimentare

Lista metodelor de testare a compoziției și calității produselor alimentare corespunde metodelor de testare conținute în standarde naționale (seria SM), internaționale (seria ISO) și culegeri de metode de testare a produselor alimentare (tab. 7).

Tabelul 7. Lista metodelor reglementare de testare a produselor alimentare

Metode de cercetare	Ingredientul determinat
Metoda Kieldall	Proteine totale
Metoda colorimetrică	Lizină accesibilă
Metoda Gerber	Grăsimi
Cromatografie cu gaze	Componența acizilor grași
Spectrometrie, cromatografie în strat subțire	Steroli
Metoda polarimetrică	Amidon, amiloză și amilopectină
Cromatografie cu gaze	Componența zaharurilor
Metodă de titrare (cu fericianură de potasiu)	Zaharuri reducătoare, zaharuri simple, zaharoză
Metoda cu utilizare de fermenți	Fibre alimentare solubile și insolubile
Cromatografie cu gaze	Componența acizilor organici
Cromatografie cu gaze de înaltă performanță	Vitaminele A, E, β -caroten
Metoda fluorimetrică	Tiamina (vitamina B ₁), riboflavina (vitamina B ₂)
Metode de titrimetrie, fotometrie, fluorimetrie	Vitamina C
Metoda spectrometrică de absorbție atomică	Na, K, Ca, Cd, Co, Ni, Cr
Metoda colorimetrică cu molibdat-vanadat de amoniu	Fosfor
Metoda de complexometrie	Ca, Mg
Fotometrie, ionometrie	Nitrați
Voltamperimetrie cu inversie	Pb, Cd
Cromatografie, metode optice	Carbohidrați aromatici

4.3. Tehnici instrumentale de cercetare și testare a produselor alimentare în laboratoare – academic, de proiectare tehnologică sau de producere


La testarea calității și proprietăților produselor alimentare sunt frecvent utilizate metodele instrumentale. Tehnicile instrumentale sunt utile și în controlul corectitudinii executării operațiilor tehnologice, determinările fiind uneori efectuate în regim real. La etapa de etichetare a produsului finit sunt determinați indicii de referință – valoarea nutrițională și mențiunile de sănătate a produsului.

În continuare sunt descrise grupele de metode instrumentale.

4.3.1. Tehnici potențimetrice, conductometrice

pH-metria (ionometria, potențimetria) este considerată o metodă expres de cercetare folosită în scopul determinării acidității sau a alcalinității produselor lichide și a extractelor de produse sau a formelor dissociate ale unor compuși.

Concentrația ionilor H^+ formulată ca aciditate activă (pH), sau concentrația ionilor respectivi (pCa, pMg, pK, pCu, pNO₃) este măsurată, utilizând un potențimetru cu scara de gradăție (de la 0 la 14). Măsurarea este mecanică sau automatizată. Modelul pH-150 dispune de modul electronic de afișare a datelor (fig. 14).

	<p>Indicatori de calitate ai produselor alimentare:</p> <ul style="list-style-type: none">• pH albuș proaspăt = 7.7• pH albuș vechi = 8.8• pH carne proaspătă = 5.6• pH carne alterată = 5.0
<p>Fig. 14. pH-metru, model pH-150</p>	

Element-senzor sunt 2 electrozi de natură electrochimică: un electrod de calomel numit electrod standard, de referință, al doilea, este electrod selectiv, de comparare, de cercetare.


Formula de calcul:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+],$$

unde: H^+ – reprezintă concentrația ionilor de hidrogen, g-echiv./l.


În tehnicile de analiză a proteinelor, enzimelor deseori este necesară ajustarea mediului de extragere la o valoare anumită a pH-ului.

Ionometrele au un spectru larg de determinare a cationilor și anionilor, fiind completați cu electrozi de diferită construcție și specializare (fig. 15). Ionometrele sunt frecvent utilizate pentru determinarea potențialului nutritiv al sucurilor de fructe și legume, diminuarea incidenței cazurilor de intoxicație cu nitrați etc.

	<p style="text-align: center;">Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none">determinarea selectivă a ionilor de NH_4^+, K^+, NO_3^-, Ca^{+2}, Ag^+, Cu^{+2}, Cd^{+2}, Pb^{+2}, F^-, Cl^-, Br^-, I^-, Li^+, Na^+
<p>Fig. 15. Electrozi ion-selectivi de cristal, cu membrană de plastic, de sticlă</p>	

Tehnicile conductometrice permit estimarea conductibilității specifice a materialului ($G = I/R$), perceperea modificărilor de compoziție și structură a produsului alimentar pe parcursul păstrării și procesării (ex.: la oxidarea grăsimii topite de porc se observă o corelație directă între intensitatea procesului de oxidare și calitățile electrice și dielectrice ale produsului – conductibilitate electrică, capacitate de polarizare ionică, moleculară, interfacială etc.).

Măsurările conductometrice pot fi realizate cu ajutorul unui electrod specializat sau a unei perechi de plastide, reacțiile chimice la nivel de electrod sau plastide nefiind obligatorii (fig. 16).

	<p><i>Aplicații:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • determinarea conductibilității specifice a produsului • determinarea capacității de polarizare ionică, moleculară sau interfacială a produsului
<p>Fig. 16. pH-metru și conductometru, model Metrohm 914</p>	

Unele modele de pH-metre și conductometre necesită etalonare la începutul fazei de lucru.

4.3.2. Tehnici spectrale

Metodele optice, spectrometrice de cercetare se bazează pe o proprietate comună a ingredientiiilor probelor și extractelor de produs alimentar – a absorbi, transmite sau reflecta lumina de o anumită lungime de undă (radiație electromagnetică), modelul fiind de tip molecular sau atomic (anexa 10).

Capacitatea de absorbție a ingredientului cercetat (conținut în extractul de produs) este proporțională cu concentrația acestuia. Ecuația de bază a absorbției luminii este expresia legii Bouguer-Lambert-Beer:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon \cdot l} \quad \text{sau} \quad \lg \frac{I}{I_0} = -\epsilon \cdot l,$$

unde: **I**, **I₀** – intensitatea, respectiv a fluxului de lumină incident și transmis prin celulă, lk; **ε** – coeficient de extincție al ingredientului alimentar, dL/g·cm sau l/mol·cm, **l** – lățimea ciuvetei optice, cm.

Parametrii optici înregistrați cu ajutorul spectrofotometrului sunt absorbbanța **A** și transmitența **T** (%):

$$A = \lg \frac{I_0}{I} \quad \text{și} \quad T = \frac{I}{I_0} \cdot 100,$$

unde: I , I_0 – intensitatea, respectiv a fluxului de lumină incident și transmis prin celulă, lk.

Valoarea absorbantei A corelează cu concentrația soluției de lucru:

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c,$$

unde, ε – coeficient de extincție al ingredientului alimentar, dL/g·cm sau l/mol·cm, în dependență de modul de exprimare a concentrației soluției; l – lățimea ciuvetei optice, cm; c – concentrația ingredientului identificat g/dL sau mol/l.

Coeficientul de extincție molară este de fapt mărimea absorbantei măsurată pentru o soluție în strat de 1 cm și cu concentrația de 1 mol/l. Coeficientul de extincție (exprimat ca extincție molară sau unități similare) este o constantă, care depinde de natura ingredientului, natura solventului, lungimea de undă a fluxului de lumină și nu depinde de concentrația ingredientului sau de grosimea celulei optice (tab. 8).

Tabelul 8. Valoarea coeficientului de extincție pentru ingredienții alimentari

Ingredientul analizat	Masa molară, g/mol	Coeficient de extincție ε , dL/g·cm	Solvent, lungime de undă	Concentrație optimă la măsurare, $\mu\text{g/ml}$
Retinol	286,5	1850	Etanol, 325 nm	15
α -caroten	536,9	2800	Hexan, 450 nm	6
β -caroten	536,9	2500	Hexan, 450 nm	8
Luteină	568,9	2550	Hexan, 450 nm	8
β -criptoxantină	552,9	2520	Hexan, 450 nm	6
Licopen	536,9	3450	Hexan, 450 nm	8
Antociane (cianidin-3-rutinozide)	449,2	9389	Apă, 510 nm	4,5

În măsurări spectrale sunt utilizate următoarele intervale, caracteristice fluxului de lumină: UV= 200-400 nm, lumină vizibilă – 400-700 nm, IR – 400-2000 nm (fig. 17 și anexa 12). Lungimea de undă a luminii monocromatice este determinată de relația

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

unde c – viteza luminii în vid, f – frecvența oscilației.

Descompunerea spectrală a luminii constă în separarea componentelor acesteia prin trecerea printr-o prismă optică. Cromatica culorilor generate de fasciculul de lumină este definită în sistemul CIELAB prin coordonate de di- sau tri cromatocitate (anexa 11).

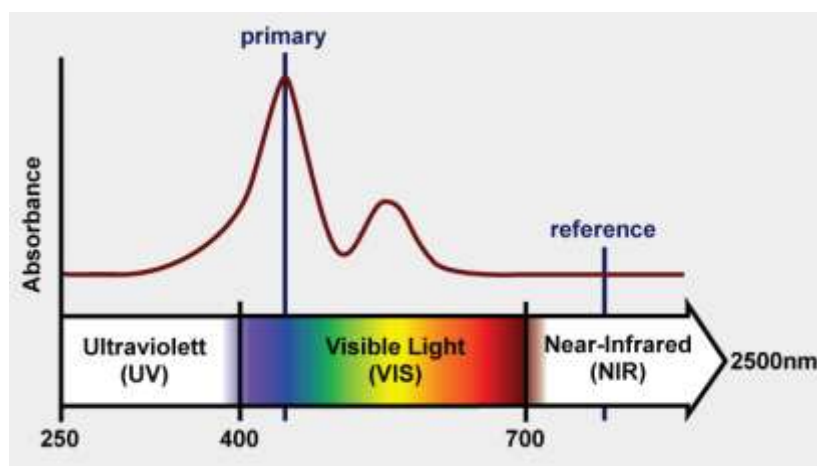



Fig. 17. Domenii spectrale utilizate în cercetările instrumentale

Reprezentarea absorbției în funcție de lungimea de undă generată de aparat se numește spectru de absorbție. Aparatele cu ajutorul cărora se determină absorbția la o anumită lungime de undă, măsurare discretă, se numesc fotocolorimetre, sau cu ajutorul cărora se trasează spectrul de absorbție al unei substanțe, măsurări continue, se numesc spectrofotometre (fig. 18).

	<p style="text-align: center;">Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none">• determinarea cantității de proteine A_{280}• determinarea zaharurilor simple în reacția cu acid picric• determinarea clorofilei în extracte de plante verzi• estimarea cantității de fosfați în albușul de ou etc.
<p><i>Fig. 18.</i> Spectrofotometrul Lange DR-5000</p>	

Efectul de absorbție poate fi ușor constatat din spectrele înregistrate instrumental (fig. 19, 20).

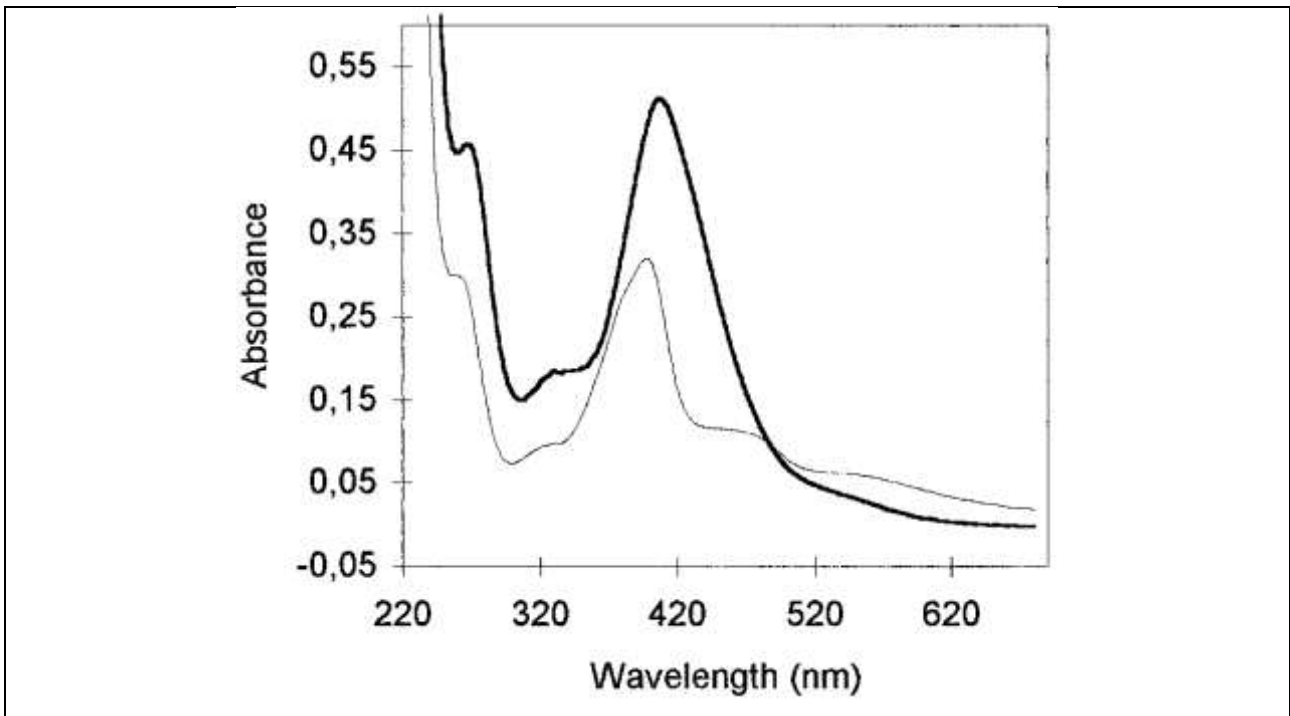


Fig. 19. Spectrul de absorbție în UV a fosfaților

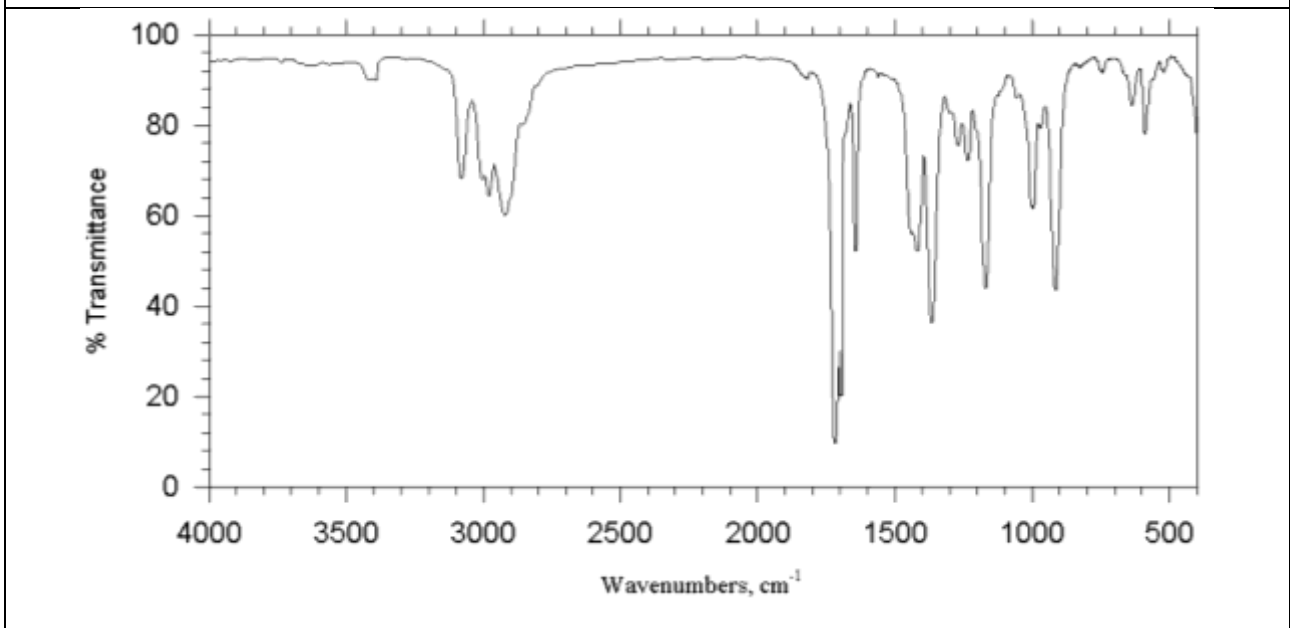


Fig. 20. Spectrul de absorbție în IR a carotenului


Sunt cunoscute multiple utilizări ale metodelor spectroscopice în analiza produselor alimentare, cum ar fi:

- estimarea autenticității unor ingrediente din rețetă (Gerard Downey, 2014);
- determinarea calității produselor de carne și pește (Ana M. Herrero, 2006);
- identificarea aditivilor din grupa polizaharidelor (Marcela Erná, 2017);
- monitorizarea procesului de fermentare a berii (Georgina McLeod, 2013);


- estimarea non-destructivă a prospețimii semipreparatelor de găină (Raúl Grau, 2007);
- determinarea substanțelor minerale – zincului, germaniului, cadmiului (R. Compañó, 2009);
- estimarea gradului de dulce a sucului de mango (S.N. Jha, 2011);
- detectarea grăsimii alterate din biscuiți (Z.A. Syahariza, 2008).

4.3.3. Analizoare ale compoziției, sensori de identificare, testere

Analizoarele sunt aparate utilizate în special în laboratoarele tehnologice pentru efectuarea unor determinări rapide și relativ exacte a conținutului de macrocompuși. În memoria analizorului sunt stocate mai multe fișiere cu spectre de referință în IR pentru diverse proteine, grăsimi, poliglucide de origine animală sau vegetală, uneori și acizi organici, vitamine care servesc ca etalon și care permit efectuarea operației de comparare instrumentală, analizarea și afișarea rezultatului (fig. 21).

	<p>Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none">• determinarea cantității de proteine, grăsimi, substanțe uscate, apă• înregistrarea spectrului IR• soft de stocare și prelucrare a datelor
<p>Fig. 21. Analizor cu raze IR pentru probele de carne tocată, model DA 7250</p>	

În scopul determinării instrumentare a cantității de apă și substanței uscate pot fi utilizate analizoare pe bază de raze IR sau microunde (fig. 22).

	<p>Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none"> • determinarea cantității de apă, substanței uscate • pot fi analizate produse cu consistență uscată și umedă • soft de stocare și prelucrare a datelor
<p>Fig. 22. Analizor cu microunde Rapid Moisture Analyser, model SMART 6</p>	

Def. *Sensorul* este un element al dispozitivului de măsurare sensibil la prezența unei substanțe de mediu sau modificările unui parametru al procesului, care fixează selectiv compusul/modificările parametrului și emite un semnal al cărui valoare este înregistrată de dispozitiv.

Conceptual, sensorii sunt clasificați în grupe – chimici, biologici (pe bază de enzime sau anticorpi), optici (fig. 23).

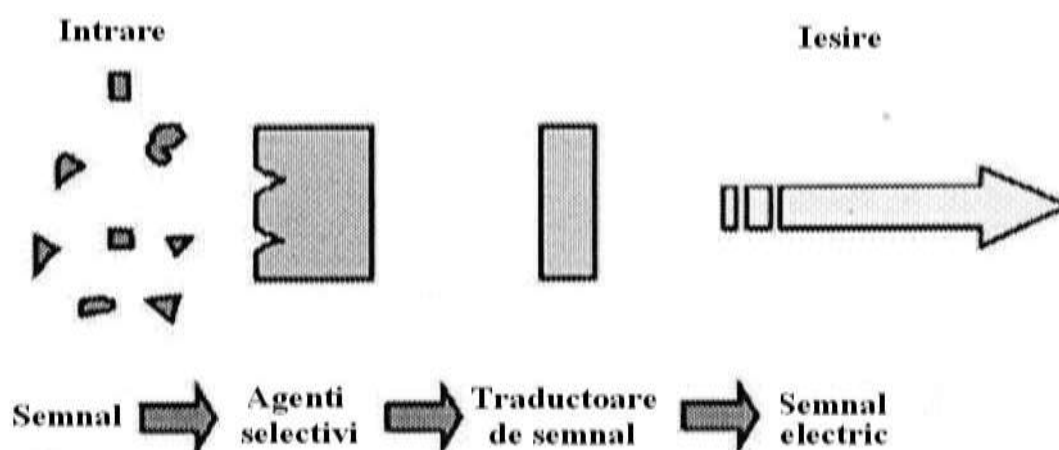



Fig. 23. Prezentarea schematică a modului de acțiune a sensorului electrochimic

Constructiv, sensorul poate fi executat sub formă de electrod selectiv, bandă, platină optică fotosensibilă etc. Sensorii sunt încorporați sau fac parte din setul de dotare a testerelor (fig. 24).

	<p>Aplicații:</p> <ul style="list-style-type: none">• determinarea cantității de acid glutamic total în sosuri, supe, bulioane• ex.: cantitatea de acid glutamic în bullionul de pește este de 0,67%
<p>Fig. 24. Tester portativ pentru determinarea cantității de acid glutamic</p>	

În prezent sunt cunoscute și utilizate testere pentru identificarea sau determinarea cantitativă a ingredientelor alimentare sau a unor compuși de poluare – colesterol, acid glutamic, acid lactic, glucoză, lactoză, antibiotice, nitrați, produse de oxidare a uleiului la prăjire în baie fry etc.

Cu ajutorul testelor se îndeplinesc testări de laborator sau în sectorul de producere, la locul de muncă.

4.3.4. Tehnici cromatografice

Metodele cromatografice de cercetare sunt deosebit de utile la separarea și identificarea unui amestec de substanțe omogene (aminoacizi, acizi grași, zaharuri, acizi organici, arome etc.). Pot fi depistate și substanțe de poluare sau de falsificare în cantități extrem de mici – ng, pg, cum ar fi pesticide, dioxine etc. Proba de produs alimentar necesită o pregătire specială înainte de cromatografiere (solubilizare, hidroliză, volatilizare etc.).

Spre deosebire de tehnicile spectrometrice, tehnicile cromatografice sunt tehnici de contact direct cu proba și necesită o acuratețe maximă în executare.

Se deosebesc tehnici de cromatografiere cu gaze, cu lichide (fig. 25).

	<p style="text-align: center;">Aplicații</p> <p>Separarea, identificarea și estimarea:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profilului aminoacizilor • profilului acizilor grași • profilului zaharurilor simple • profilului acizilor organici
<p>Fig. 25. Cromatograf cu gaze Кристалл-5000</p>	

Pentru identificare sunt utilizate substanțe-martor, iar parametrii înregistrați sunt timpul de retenție și suprafața picului (fig. 2).

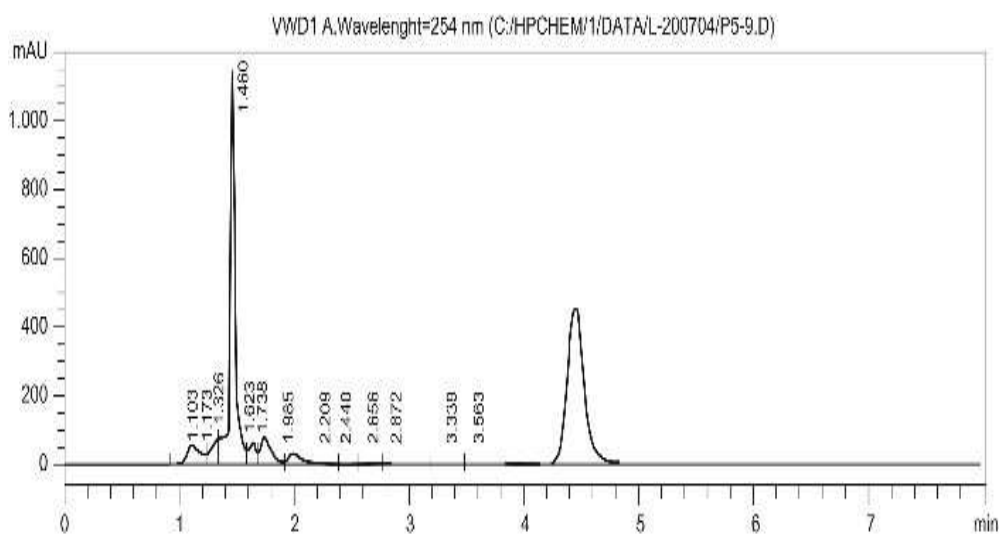



Fig. 26. Cromatograma separării amestecului de acizi organici obținută prin tehnica de înregistrare a datelor HPLC-AMS

4.3.5. Tehnici reologice

Caracteristicile reologice ale produselor alimentare de consistență solidă sunt determinate cu ajutorul analizatoarelor de structură, care sunt dotate cu palete de compresiune (până la 50 N), palete de îndoire cu 3 puncte de fixaj (fig. 27).

	<p style="text-align: center;"><i>Aplicații</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • determinarea profilului structural al produsului alimentar - elasticității, adeziunii, coeziunii, rezistenței la rupere, rezistenței la încovoiere, rezistenței la mestecare • colectarea, analiza și prelucrarea datelor cu ajutorul soft-ului Texture Pro CT, reprezentarea grafică a datelor în timp real
<p><i>Fig. 27.</i> Analizator de textură, model CT3 Brookfield, SUA pentru măsurări reologice, produse alimentare de consistență solidă</p>	


Curbele *Forță x distanță* obținute cu ajutorul aparatului de textură permit a fi determinate câteva caracteristici – fermitatea (forța maximală de rezistență la rupere, N) și deformația de rupere (mm). În continuare sunt calculate rezistența la rupere (σ , kPa) și rezistența la încovoiere (ϵ , %):

$$\sigma = \frac{3 \cdot F \cdot g}{2 \cdot d \cdot t} \quad \text{și}$$

$$\epsilon = \frac{6 \cdot D \cdot t}{g^2} \cdot 100,$$

unde: **F** – forța de rupere, N; **g** – diametrul probei, mm; **t** – grosimea probei, mm; **D** – deformația de rupere, mm.

Caracteristicile reologice ale produselor alimentare de consistență lichid-vâscoasă sunt determinate cu ajutorul vâscozimetrelor rotative, dotate cu palete de inox sau teflon, care pot dezvolta o viteză de rotire 0,3...100 m/s (fig. 28).

	<p style="text-align: center;"><i>Aplicații</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • determinarea vâscozității dinamice, temperaturii • colectarea, analiza și stocarea datelor testării
<p>Fig. 28. Vâscozimetru rotativ, model DV1 Brookfield, SUA, pentru măsurări reologice, produse alimentare de consistență lichid-vâscoasă</p>	

Calitățile reologice ale lichidelor cu consistență vâscoasă sunt descrise prin determinarea tensiunii de forfecare (τ , Pa), vâscozității dinamice (μ , Pa·s) și vâscozității cinematice (ν , $\text{m}^2 \cdot \text{s}$).

Formule de calcul:

$$\tau = a \cdot Z,$$

unde: a – date vâscozimetrice de pe ecran, Pa; Z – constanta paletei (Ex.: $Z = 1.19$);

$$\mu = \frac{\tau}{\gamma},$$

unde: γ – viteza de forfecare, s^{-1} ;

$$\nu = \frac{\mu}{\rho},$$

unde: ρ – densitatea probei, kg/m^3 .

Metodele de certificare, control și expertizare a produsului alimentar se mai clasifică și în conformitate cu modul de acțiune asupra probei: integral sau local, distructiv sau nedistructiv, în contact sau la distanță, discret sau continuu.

Tema 5. METODE STATISTICE DE ESTIMARE A MĂSURĂRILOR ÎN INVESTIGAȚIILE EXPERIMENTALE

5.1. Caracteristica măsurărilor, noțiuni generale

Măsurările sunt o parte componentă a oricărui experiment. Rezultatele investigației depind în mare măsură de exactitatea măsurărilor și de modul de prelucrare a datelor.

Măsurarea este un procedeu experimental de aflare a unei valori cu ajutorul unor mijloace tehnice speciale și comparare a valorii obținute cu o valoare cunoscută folosită ca etalon.

Cu teoria și practica măsurărilor se ocupă o știință aparte – *metrologia*.

Măsurările pot fi *statice* și *dinamice*. Statice – când valoarea estimată nu se schimbă în timp și dinamice – când se schimbă.

Ex.: Măsurare statică – determinarea vitaminei C în cartofii cruzi, materie primă. Măsurare dinamică – evoluția conținutului vitaminei C la fierberea cartofilor.

Măsurările se împart în *directe* și *indirecte*.

În măsurările directe valoarea necesară se obține direct din experiment. În măsurările indirecte – funcțional, în funcție de alte valori, care se determină prin măsurări directe:

$$\mathbf{b} = f(\mathbf{a}),$$

unde: parametrul \mathbf{a} se obține prin măsurări directe, iar \mathbf{b} – prin calcule.

Ex.: Măsurare directă – determinarea densității specifice (g/cm^3) a uleiului vegetal cu ajutorul vâscozimetrului BRAMO.

Măsurări indirecte – determinarea cantității de lapte conținute în băutura "Cappuccino". Inițial se determină cantitatea de glucoză și galactoză ca fiind zaharide cu proprietăți reducătoare obținute în urma hidrolizei lactozei, apoi conform unor formule matematice se determină cantitatea de lactoză, și în final, de lapte.

Sunt măsurări *absolute* și *relative*.

Absolute – măsurările în unitatea de măsură care corespunde valorii măsurate.

Relative – măsurările raportate la o valoare analogică a unui obiect, considerat drept etalon.

Ex.: Măsurare absolută – vâscozitatea cinematică a uleiului de floarea soarelui exprimată în centipoise (cP). Măsurare relativă – vâscozitatea relativă a uleiului de floarea soarelui raportată la vâscozitatea apei, exprimată în unități relative.

Pentru măsurări se folosesc frecvent unități de măsură acceptate în sistemul SI (abreviere de la fr. *Systeme international (d' unites)*). În unele cazuri sunt acceptate și unități de măsură specifice (ex.: ppm – *parts per million*, pentru a exprima cantitatea de ingredient în componența produsului alimentar, echivalent cu 10^{-6} kg).

5.2. Erorile măsurărilor. Erori sistematice și întâmplătoare

Orice măsurare, prin orice mijloc ar fi efectuată, este supusă erorilor. Principalele categorii de erori care pot afecta rezultatele investigațiilor sunt:

- erori legate de neomogenizarea suficientă a materialului de analizat;
- erori instrumentale care apar din cauza uzării și învechirii detaliilor, mijloacelor de măsurare;
- erori care apar din cauza montării greșite a utilajului (ex.: cântarul nu este montat strict orizontal);
- erori favorizate de factorii mediului ambiant (temperatura aerului, presiunea atmosferică, umiditatea aerului, câmpuri magnetice și electrice, vibrații etc.);
- erori subiective influențate de caracteristicile fiziologice, psihofiziologice, antropologice ale cercetătorului;
- greșelile metodei (se folosesc scheme simplificate, metoda de măsurare nu are o explicație teoretică bine argumentată).

5.3. Prelucrarea statistică a datelor măsurărilor

Def. Statistica este știința, ramură a matematicii, care studiază sisteme și masive de date. Statistica matematică permite determinarea unor parametri populaționali prin examinarea unui număr redus de elemente ale populației în studiu.

O populație de date poate fi definită printr-un șir de valori, care pot fi grupate în funcție de parametrul studiat. Pentru un astfel de șir (lot) de date se definește o variabilă (care va purta un nume propriu, ex.: cantitatea de glucoză, acid lactic, lecitină etc). Variabilele sunt clasificate în două grupe: calitative (caracteristici nominale) și cantitative (caracteristici numerice).

La rândul lor *variabilele calitative* pot fi:

- nominale, descriptive – ex.: aspect exterior al produsului alimentar, gust, aromă etc.;
- binare – exprimă doar două posibilități (prezent/absent).

Variabilele cantitative:

- continue – o valoare măsurabilă care poate lua o infinitate de valori, de obicei într-un interval (cantitatea de glucoză, acid lactic, lecitină etc. conținută în produsul alimentar);
- discrete – variabile care nu pot avea decât valori întregi (scor APGAR).

Tabelul 9. Alegerea testelor de semnificație statistică

Categoria estimării	Distribuție gaussiană (variabile cantitative continue)	Distribuție non-gaussiană (variabile cantitative continue)	Binominal
Descrierea unui singur grup	Medie, abatere standard	Mediană	Proporție
Compararea unui grup cu o valoare ipotetică	Test Student pentru un eșantion	Test Wilcoxon	Chi-pătrat
Compararea două grupuri nepereche	Test Student nepereche	Test Mann-Whitney	Test Fisher (chi-pătrat pentru eșantioane mari)
Compararea a trei și mai multor grupuri	ANOVA	Test Kruskal Wallis	Regresie Cox

Deoarece rezultatele statistice sunt obținute în urma estimării unui eșantion, există posibilitatea ca acestea să fie datorate întâmplării. Testele statistice ne ajută să apreciem în ce măsură rezultatele experimentale obținute sunt întâmplătoare și dacă legitățile obținute corespund populației de date studiate. Astfel, în funcție de tipul variabilei și indicatorii descriptivi aplicați și evaluați, se aplică câteva teste de analiză statistică (tab. 9).

Una dintre cele mai simple aplicații ale statisticii se referă la evaluarea a unei serii de date omogene pentru prelucrarea cărora se folosesc formule din statistica descriptivă (tab. 10).

Tabelul 10. Formule de calcul ale indicilor statistici descriptivi

Indicator descriptiv	Formula de calcul
Media aritmetică	$M = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$
Dispersia	$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - M)^2}{n}$
Abaterea standard	$S(SD) = \sqrt{S^2}$
Interval de încredere	$\Delta X = \pm t \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$
Rezultatul final	$X = M \pm \Delta X$

Notă. Factorul de repartiție utilă **t** (repartiție Student) este determinat de numărul de testări și probabilitatea necesară (anexa 13)

Problemă. Ca rezultat al unor măsurări și testări prealabile efectuate în laborator (estimarea cantității de proteine în mostrele de carne tocată de vită) au fost obținute **n** valori ale parametrului **X** (cantitatea de proteine, %). Pentru a exclude cazurile de conflict dintre furnizor și întreprinderea-beneficiar determinate de variabilitatea naturală în indicatorii de compoziție este necesar să se determine precizia măsurărilor. Datele experimentale sunt prezentate în figura 29 și tabelul 11.

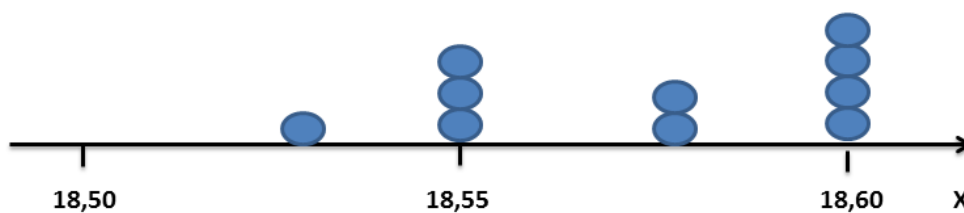


Fig. 29. Seria de repartiție a parametrului X.

Ordinea prelucrării datelor experimentale:

- se determină media aritmetică, M ;
- se estimează dispersia, S^2 ;
- se determină abaterea standard, S ;
- este calculat intervalul de încredere, $\pm \Delta X$.
- este afișat rezultatul final, $X = M \pm \Delta X$

Calcululele tabelare asupra datelor prezentate se efectuează în programul Excel (tab. 11).

Tabelul 11. Calculul tabelar

Numărul de măsurări	X_i	M	$(X_i - M)^2$
n = 10	18,60	$\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 18,574$	0,0009
	18,53		0,0016
	18,58		0,0001
	18,60		0,0016
	18,55		0,0004
	18,60		0,0009
	18,55		0,0004
	18,60		0,0009
	18,58		0,0001
	18,55		0,0004
	$\sum = 185,74$		$\sum = 0,0073$

Astfel, dispersia S^2 :

$$\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - M)^2}{n} = 0,00073.$$

Abaterea standard, S :

$$S(SD) = \sqrt{S^2} = 0,027.$$

Intervalul $\pm\Delta X$ se numește interval de încredere al parametrului X . Parametrul X poate fi întâlnit în intervalul dat cu probabilitatea P , care are valori opționale de 0,80...0,95. Cu cât valoarea intervalului de încredere se apropie de zero ($\pm\Delta X \rightarrow 0$), cu atât precizia metodei este mai bună.

Pentru $n = 10$ și $P = 0,95$, valoarea lui $t = 2,26$ (anexa 13). Este calculat intervalul de încredere:

$$\pm X = \pm 2,26 \cdot \frac{0,027}{\sqrt{10}}.$$

Rezultatul final va fi:

$$X = 18,574 \pm \Delta 0,018.$$

Astfel, este posibilă obținerea unei informații cantitative generale asupra seriei de valori ale parametrului X – cantității estimate de proteine (%) în lotul eșantionat de probe de carne de vită tocată.

În testarea omogenității datelor prin metode statistice se folosește noțiunea de nivel de semnificație p . Interpretarea este următoarea: $p > 0,05$, legătura statistică dintre datele din aceeași serie este ne semnificativă (NS); $0,01 < p < 0,05$ (legătura statistică este semnificativă); $p < 0,001$, legătura statistică este înalt semnificativă (HS).

5.4. Estimarea metodelor de investigație. Exactitatea și precizia metodei

Cunoașterea valorii abaterii standard este utilă în compararea și selectarea metodei de determinare a parametrului, atunci când lista de metode este variată.

Despre o serie de determinări repetate se spune că este *exactă*, dacă diferența dintre media aritmetică și valoarea reală a parametrului estimat este minimă. Se spune că o serie de determinări repetate este *precisă*, atunci când diferența dintre valorile individuale ale parametrului măsurat este minimală.

Exactitatea este dată de aprecierea dintre media aritmetică a determinărilor experimentale și valoarea reală, iar precizia, numită și *fidelitate*, este dată de reproductibilitatea bună, de gruparea strânsă, de împrăștierea mică a valorilor

experimentale. Precizia metodei se apreciază prin abaterea standard. Exactitatea este influențată de erorile sistematice, iar precizia de erorile întâmplătoare.

Vom încerca să comparăm precizia și exactitatea a patru metode de determinare a cantității de proteină în carnea tocată de vită (tab. 12). Datele se referă la exemplul precedent.

Tabelul 12. Analiză comparativă a preciziei și exactității diferitor metode, utilizate la determinarea proteinelor, %

Metoda A*	Metoda B**	Metoda C***	Metoda D****
18,00	18,55	17,65	19,10
18,05	17,60	17,70	18,40
17,95	18,00	17,90	18,10
18,15	18,30	17,65	18,70
17,95	18,25	17,85	18,80
18,20	17,90	17,75	18,50
M = 18,05 S ² = 0,011	M = 18,10 S ² = 0,113	M = 17,75 S ² = 0,011	M = 18,60 S ² = 0,12
X _{real} = 18,07			

Notă. *metoda A – metodă spectrophotometrică, estimarea absorbantei A₂₈₀;

** metoda B – analizor al compoziției Zeltex pe bază de spectre infraroșii;

*** metoda C – metodă colorimetrică (reacția Biuret);

****metoda D – metodă gravimetrică, sedimentarea proteinelor cu acid sulfosalicilic.

Valoarea X_{real} a fost determinată prin metoda de arbitraj ISO 937:2018. *Meat and meat products. Determination of nitrogen content. Reference method.*

Conform datelor expuse în tab. 10 putem conchide, că:

- metoda A este exactă și precisă;
- metoda B este exactă, dar neprecisă;
- metoda C este neexactă, dar precisă;
- metoda D este neexactă și neprecisă.

5.5. Estimarea valorii coeficientului de corelație r

În cazul când se verifică existența unei corelații, interdependențe/dependențe între 2 serii de măsurări cantitative paralele se porcede la calculul valorii coeficientului de corelație dintre serii r (coeficientul Pearson).

Valoarea coeficientului de corelație ne indică care este gradul de asociere dintre cele două serii de valori ale variabilelor analizate. Interpretarea coeficientului de corelație r este următoarea: mărimea valorii coeficientului $r = 0,00...0,25$ arată o lipsa totală a oricărei relații între seriile de parametri pereche (ipoteză nulă), $r = 0,25...0,50$ – probabilitatea existenței unei relații slabe, $r = 0,50...0,75$ – existența unei relații moderate, $r = 0,75...1,00$ – existența unei relații stabile și strânse. Coeficientul de corelație r poate avea valori pozitive (+) sau negative (-), fapt ce influențează caracterul relației – corelație pozitivă sau negativă, dar nu și prezența sau lipsa acesteia.

Problemă. Studiind diverse legități tehnologice într-un experiment-model a fost evaluată dependența dintre gradul de hidroliză a zaharozei (X , %) și durata de fierbere (τ , min.). Rezultatele sunt prezentate în tabelul 13.

Tabelul 13. Evoluția gradului de hidroliză a zaharozei conținute în siropul de zahăr pe durata fierberii, date experimentale

Timpul de fierbere τ , min.	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Grad de scindare zaharozei X , %	12,1	16,5	18,2	23,8	25,9	31,8	33,2	40,3	40,5	46,2	46,4	48,4	54,0

Inițial se construiește corelograma acestor 2 serii de valori (fig. 30).

Deoarece din imagine se observă o repartiție destul de densă a valorilor parametrului Y în continuare se construiește curba de aproximare, care în acest caz are configurație lineară, apoi se determină $r = \sqrt{R^2} = 0,99$. Valoarea estimată a coeficientului de corelație r denotă o interdependență și o corelație strânsă între acești 2 parametri ai operației tehnologice.

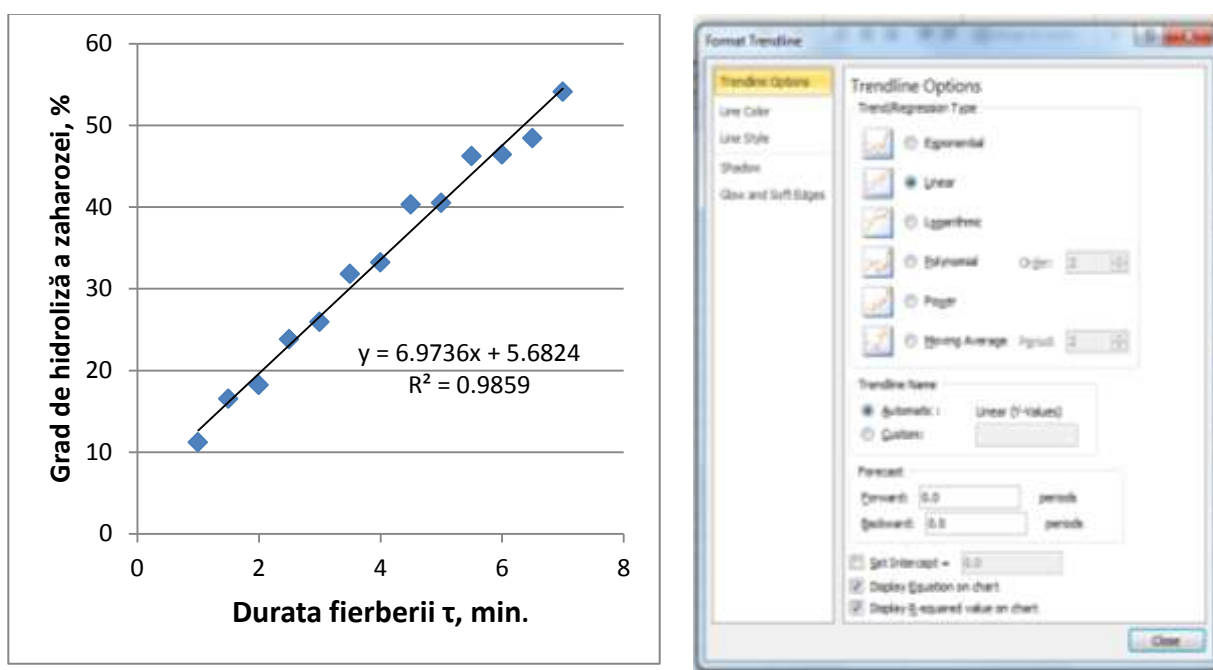


Fig. 30. Corelograma seriei de valori paralele, curba de aproximare și valoarea coeficientului R^2 construite și determinate în Excel

Evaluarea puterii de asociere dintre două variabile cantitative continue se numește corelație. Coeficientul de corelație Pearson (r) este un indicator statistic frecvent utilizat la interpretarea rezultatelor cercetării experimentale.

TEMA 6. VALORIFICAREA ȘI COMUNICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

6.1. Comunicarea științifică. Scientometria

Comunicarea științifică poate fi definită ca un fenomen social prin care rodul activității de cercetare și de creație este transmis de la un cercetător la celălalt.

Comunicarea științifică poate fi formală (realizată prin intermediul publicațiilor în reviste de specialitate, prezentări la conferințe) și informală (discuții, dispute între cercetători). Astfel, comunicarea științifică reflectă intensitatea schimbului de informații și idei între savanți.

Cercetătorul german Herbert Menzel menționează o serie de funcții realizate de comunicarea științifică: (a) a oferi răspunsuri la întrebări specifice; (b) a ajuta savanții să fie la curent cu dezvoltările din domeniul său de cercetare; (c) a ajuta cercetătorii să acumuleze cunoștințe pentru a înțelege un domeniu nou; (d) a oferi cercetătorilor informație despre tendințele majore, care permit de a constata sensul cercetării în domeniul lor de cercetare și de a conștientiza importanța relativă a activității sale; (e) a verifica fiabilitatea informațiilor prin probe suplimentare; (f) a redirecționa sau extinde aria de interes științific; (g) a aprecia critic activitățile proprii și ale altor cercetători.

Scientometria este știința măsurării și analizării științei, care se ocupă cu studii cantitative privind rezultatele cercetării și tehnologizării.

Scientometria modernă se referă la „acele metode cantitative care se folosesc în analizarea științei privită ca proces de informație” (Derek J. S. Price, cercetător spaniol).

Analiza statistică a literaturii științifice a început în primul sfert al sec. XX prin compararea producției științifice a mai multor țări, pe baza lucrărilor publicate.

Apariția în 1963 a bazei de date Science Citation Index (SCI) la Institute for Scientific Information (ISI, Philadelphia, USA) a constituit o cotitură pentru oamenii de știință și managerii din întreaga lume, care au obținut astfel un instrument de evaluare cantitativă pentru studiile privind dezvoltarea științei.

ISI și-a început baza de date prin colectarea informațiilor de la 2300 de reviste, ajungând astăzi la aproximativ 5000 de reviste din aproape toate domeniile științei (dintr-un total de 150 000 reviste științifice care apar în toată lumea), care produc cca 90% din noutățile cu adevărat valoroase ce duc la progresul științei și tehnologiei contemporane. Acestea reprezintă revistele din mainstream journals (fluxul principal). SCI procesează referințele tuturor lucrărilor publicate în revistele analizate.

Metodologia scientometrică a fost adoptată ca instrument de lucru în evaluarea dezvoltării statelor de către UE, FMI, FAO, OMS etc.

În 1969 a fost folosit prima dată termenul *bibliometrie*, definit ca aplicarea metodelor matematice și statistice la cărți și alte metode de comunicare, care se ocupă îndeosebi de gestionarea bibliotecilor și centrelor de documentare.

Platforma de comunicare științifică *Research Gate* <https://www.researchgate.net/> reprezintă o platformă online prin intermediul căreia cercetătorii pot interacționa și își pot împărtăși experiența în studierea unui subiect. *Research Gate* oferă cercetătorilor diferite beneficii printre care facilitarea accesului la o comunitate de specialiști în domeniu, cât și vizibilitate în sfera academică. Platforma pune la dispoziția cercetătorilor o serie de metrici prin intermediul cărora se pot obține informații despre modul de receptare a propriilor publicații în comunitatea științifică. La data de 01.08.2019 *Research Gate* întrunea 315 cercetători ai Universității Tehnice a Moldovei care puteau să facă schimb de informație cu alți 1,4 mln. de utilizatori din 192 țări.

Platforma de contorizare a rezultatelor cercetării *ORCID* (Open Research and Contributor ID) <https://orcid.org/> este un registru de identificatori unici alocați cercetătorilor. *ORCID* permite cercetătorilor să își genereze un identificator unic pe care să îl poată folosi pentru a-și gestiona identitatea în mediul academic. Identificatorul digital funcționează ca o cheie de recunoaștere a identității unui cercetător în diferite contexte cum ar fi: trimiterea spre publicare a unui articol științific, participarea la competiții și granturi, raportarea activității științifice. *ORCID* permite unificarea și accesarea distribuită a publicațiilor afiliate unui cercetător la nivelul mai multor platforme de publicare. În prezent *ORCID* deserveste 1055 instituții de cercetare și cca 6,8 mln. utilizatori din 177 țări.

Bibliometria are ca obiect studiul sau măsurarea textelor și informației și este deseori utilizată în știința informației și bibliotecă. Metodele bibliometriei sunt utilizate pentru urmărirea citărilor într-un jurnal academic. Analiza citărilor, indicii de citare pot determina popularitatea articolelor, autorilor și publicațiilor (anexa 4).

6.2. Forme de prezentare și aprobare a rezultatelor cercetării

Mesajul științific al unei activități de cercetare poate fi anunțat, verificat și aprobat sub formă de diferite publicații (monograie, articol, teză de doctorat etc.) sau materializat sub formă de diverse aplicații tehnico-tehnologice (brevete, modele de obiecte, standarde, tehnologii etc.), (fig. 31)

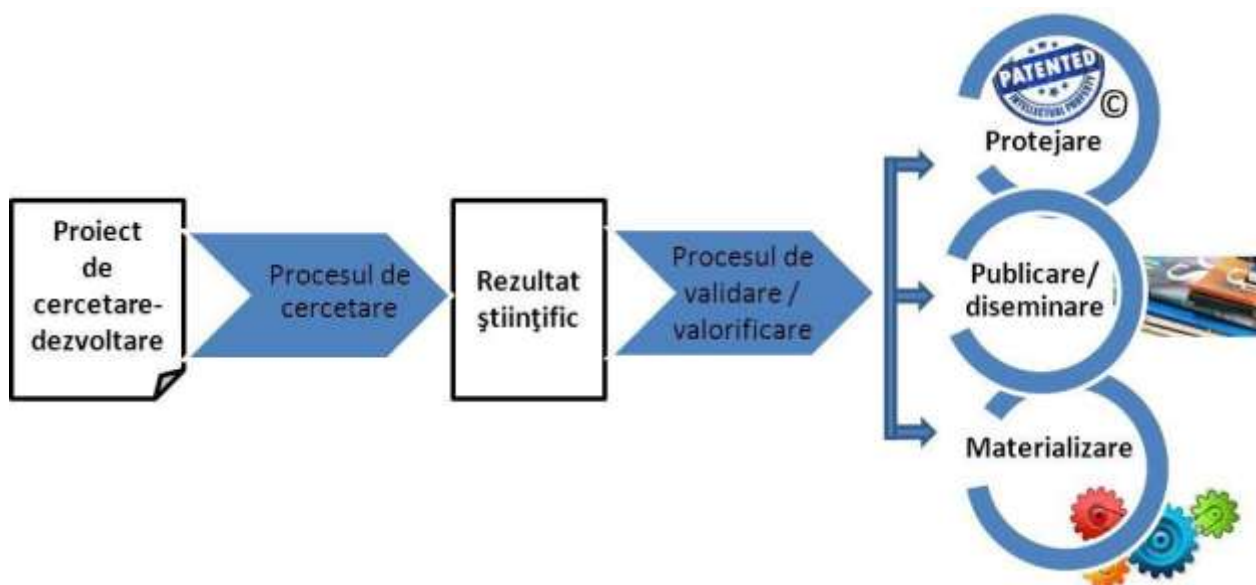


Fig. 31. Crearea, aprobarea și valorificarea rezultatelor cercetării științifice. *Sursa: Cuciureanu Gh., 2015 [9]*

Monografia este o lucrare științifică amplă, exhaustivă care conține concluzii importante și cuprinzătoare despre o anumită problemă cu un volum mare de informație care ajunge la câteva sute de pagini.

Manualul este un studiu didactic unde sunt prezentate tezele, principiile, teoriile unei științe în mod sistematic în conformitate cu principiile didactice destinate formării profesionale a specialiștilor.

Articolul științific este o formă prescurtată a unui studiu în care se redau principalele probleme, soluții, concluzii și propuneri în vederea publicării în reviste de specialitate care are dimensiuni reduse, până la 20 pagini.

Părțile structurale ale unui articol sunt: titlu; autor(i); instituție; rezumat; introducere; materiale și metode; rezultate; discuții; concluzii; bibliografie.

Criteriile de selectare a revistei științifice în care este posibilă publicarea unui articol științific de către autor sunt:

- clasificarea revistei;
- publicul-țintă, adresatul;
- prestigiul și politica revistei de specialitate;
- șansele de acceptare;
- rapiditatea evaluării.

Revistele selectate pentru publicare se încadrează în categorii de importanță A, B, C etc., sunt de nivel național sau internațional, se deosebesc prin IF (Impact Factor, variază între 0...30,00), (anexa 4).

Raportul de cercetare/Teza de cercetare este rezultatul unui studiu științific în care se cuprind principalele constatări teoretice și soluții practice asupra unui subiect, problemă de cercetare (fig. 32).

Comunicarea științifică (la conferințe, congrese etc.) este rezultatul parțial sau final al unui studiu științific. Aceasta are caracter de informare sau dispută înainte de a fi publicată. Se folosesc tehnici de vizualizare (Power Point, Smart notebook, Prezi etc.), se formează grupuri de discuție (Panel discussion), subiectul cercetării se expune în plen (5-30 min.).

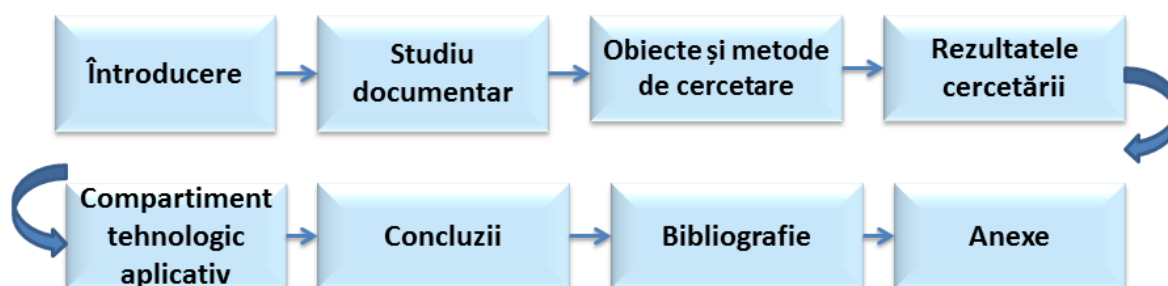


Fig. 32. Structura unui raport științific sau teză de cercetare. *Sursa: Ghid privind elaborarea și susținerea tezelor de licență, UTM, [15]*

În conformitate cu practica europeană, pregătirea științifică și profesională a unui specialist include cateva etape de formare. La nivelul studiilor de licență, masterat și doctorat pretendentul elaborează teza respectivă. Teza de doctorat ca cea mai complexă și mai sofisticată este susținută în cadrul unui consiliu științific specializat, fiind apoi aprobată de ANACEC.

ANACEC (Agenția Națională de Asigurare a Calității în Educație și Cercetare) este o instituție a statului specializată în elaborarea criteriilor de concurență și acordare a titlurilor științifice de doctor în științe tehnice, medicale, economice, pedagogice etc. sau titlurilor didactice – lector, conferențiar, profesor universitar.

Tema 7. PROPRIETATEA INTELLECTUALĂ

„Din geniul uman se nasc toate operele de artă și invențiile. Ele garantează oamenilor o viață demnă. Este de datoria statului să asigure protecția artelor și a invențiilor”

Inscripție pe sediul Organizației Mondiale de Protecție Intelectuală, OMPI, Geneva

7.1. Proprietatea intelectuală. Proprietatea industrială

Proprietatea intelectuală are 2 branșe principale – proprietate industrială și dreptul de autor. În noțiunea *proprietate industrială* sunt incluse: invențiile (brevetele), mărcile (pentru produse, servicii), modelele industriale, indicațiile (hărțile) geografice etc. *Dreptul de autor* poate fi obținut pentru opere de artă, creații muzicale, lucrări audio-video, sculptură, opere de arhitectură (fig. 33).

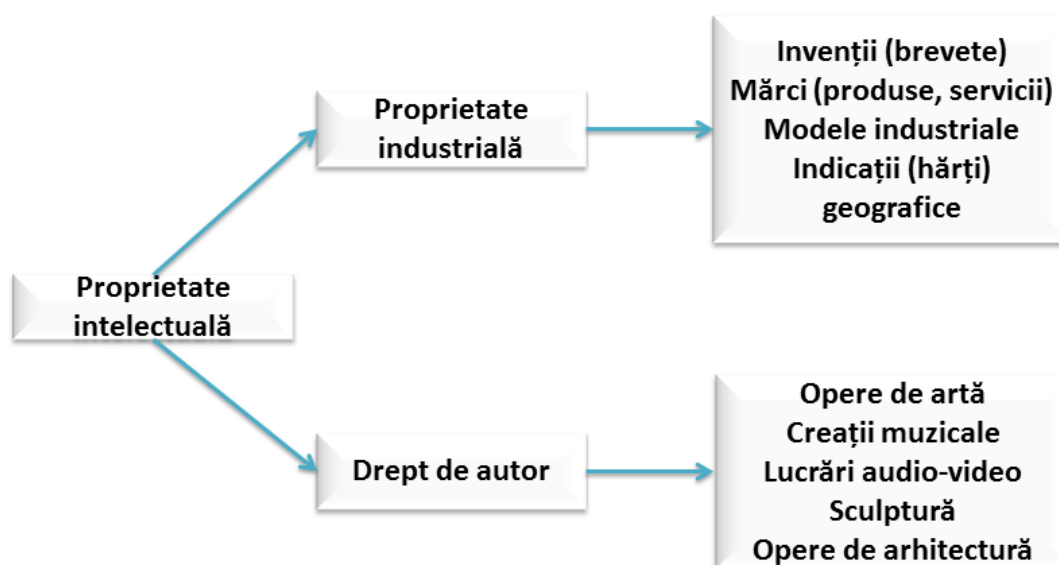


Fig. 33. Formele proprietății intelectuale

La 20 martie 1883, la Paris a fost înființată *Convenția de la Paris pentru protecția proprietății industriale*. Republica Moldova a aderat la Convenția de la Paris în anul 1993 (prin Hotărârea Parlamentului R. Moldova din 11.03.93 cu numărul de înregistrare 1328-XII).

În R. Moldova a fost înființată Agenția de stat pentru protecția proprietății industriale – AGEPI, formată din câteva structuri (Direcția mărci și design industrial, Direcția brevete, Direcția drept de autor). Din 1990 este editată revista *Intellectus*, revistă a inventatorilor și cercetătorilor.

Conform Legii nr.50-XVI din 07.03.2008 privind protecția invențiilor, obiecte de proprietate industrială pot fi:

- 1) invențiile sau mărcile;
- 2) invențiile pentru produse (alimentare, farmaceutice, cosmetice);
- 3) invențiile pentru procedee tehnologice, de fabricare;
- 4) modelele de utilitate (utilaje, veselă și accesorii);
- 5) mărcile sau denumirile de origine (servicii, produse);
- 6) desenele și modelele industriale.

Conceptul *marcă comercială* a fost aprobat prin Legea R. Moldova nr. 84 din 15.04.1998 și este definit astfel: „Marca este un semn susceptibil de reprezentare grafică, servind la deosebirea produselor sau serviciilor unei persoane fizice sau juridice de cele aparținând altei persoane. Marca este un simbol distinctiv ce poate fi reprezentat prin cuvinte, cifre, grafice sau desene, ori o combinație de astfel de elemente menite să confere identitate bunurilor, serviciilor sau întreprinderilor și să asigure diferențierea lor de concurenți”.

Titularul unei mărci industriale are următoarele priorități:

- fabricarea mărcii;
- aplicarea semnului pe produs sau ambalaj;
- oferirea produselor (serviciilor) sub semnul deținut de titular;
- utilizarea semnului mărcii pe documente sau pentru publicitate.

În întreprinderile de alimentație publică sunt practicate următoarele forme de protecție ale proprietății industriale:

- înregistrarea mărcii comerciale (marca întreprinderii, se aplică pe lista de bucate, pe veselă, pe uniforma chelnerilor etc.);
- înregistrarea modelului de veselă originală.

Ex.: În publicația *Buletin Oficial de Proprietate Publică* nr. 10, 2018 se anunță aprobarea mărcii comerciale pentru cafeaua *Tucano coffee*. În

aceeași publicație nr. 2 din 2018 este înregistrat un model de veselă – Butelie cu acoperire cu alamă de diferite culori de către S.R.L. Delis.

În scopul asigurării entității unele denumiri de produse alimentare sau preparate culinare beneficiază de protecția AGEPI prin acordarea mențiunii de indicații geografice (IG) sau denumire de origine controlată (DOC). Ex.: Din 24 august 2018 două produse autohtone beneficiază pe piața internațională de mențiunea indicație geografică protejată – *Dulceață din petale de trandafir Călărași și Rachiu de caise de Nimoreni*.

7.2. Brevet de invenție

În inginerie, tehnică, dreptul la subiecte de proprietate intelectuală este realizat frecvent prin înregistrarea și deținerea unui brevet de invenție de lungă sau scurtă durată.

Brevetul de invenție este titlul de protecție care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare a invenției pe o perioadă de 20 ani. Brevetul de invenție de scurtă durată se extinde pe o perioadă de 6 ani.

Pentru a obține brevet de invenție se completează formularul cererii, care include mai multe rubrici: Descrierea invenției; Esența invenției; Conținutul invenției; Exemple de aplicare practică a invenției.

AGEPI a elaborat un Ghid de completare a rubricilor formularului cererii de brevet de invenție (www.agepi.gov.md).

Exemple de brevete.

1. PARȘACOVA, L., POPEL, S. *Maioneză cu valoare calorică redusă*. Brevet de invenție MD 1225. 2016-10-18.

Esența invenției: Maioneza conform invenției este obținută dintr-un amestec de uleiuri vegetale, zahăr, sare, lapte praf, pectină, praf de muștar, acid acetic. Totodată, se utilizează un amestec de uleiuri vegetale selectate din ulei de floarea soarelui, in, rapiță, porumb, soia și din semințe de struguri, cu un raport al acizilor grași polinesaturați ω -6 : ω -3 în amestec respectiv de (5...10) : 1.

Summary of the invention: The mayonnaise according to the invention is obtained from a mixture of vegetable oils, sugar, food salt, milk powder, pectin, mustard powder, acetic acid, drinking water and, at the same time a mixture of selected vegetable oils from sunflower, flax, rapeseed, corn, soy

and grape seed is used, with a ratio of polyunsaturated fatty acids ω -6 : ω -3 in mixture of respectively (5...10) : 1.

2. BRIJATĂI, P., BESPALIUC, V. *Procedeu de afumare la rece a produselor din carne. Brevet de invenție MD 2372. 2009-01-31.*

Esența invenției: Invenția se referă la industria cărnii, și anume la un procedeu de afumare la rece a produselor din carne.

Summary of the invention: The invention relates to the meat industry, namely to a process for cold smoking of meat foods.

Pentru brevete este elaborat un sistem de clasificare internațional (CIB) unde sunt delimitate mai multe clase:

A – Necesități curente ale vieții;

B – Tehnici industriale diverse;

C – Chimie și metalurgie etc.

Majoritatea invențiilor din domeniul alimentar se înscriu în clasa A.

BIBLIOGRAFIE

1. Regulamentul (CE) nr. 178/2002 al Parlamentului European și al Consiliului din 28.01.2002 de stabilire a principiilor și a cerințelor generale ale legislației alimentare, de instituire a Autorității Europene pentru Siguranța Alimentară și de stabilire a procedurilor în domeniul Siguranței Produselor Alimentare.
2. Codul cu privire la știință și inovare al Republicii Moldova: nr.259 din 15.07.2004. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2004, nr. 125-129, art. 663.
3. Lege cu privire la informatizare și la resursele informaționale de stat: nr. 467-XV din 21.11.2003. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2004, nr. 6-12, art. 44.
4. Lege privind mărcile comerciale și denumirile de origine ale produselor: nr. 588-XIII din 22.09.1995. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 1996, nr. 8-9, art. 76.
5. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova cu privire la aprobarea Programului național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023: nr. 381 din 01.08.2019. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2019, nr. 256-259, art. 506.
6. Strategia UTM în domeniul Cercetării-Inovării-Dezvoltării pentru perioada anilor 2019-2023 (https://utm.md/acte_normative/interne/Strategia%20UTM%202016-2020.pdf)
7. CONSTANTINESCU-POP, G. Calitatea și siguranța alimentelor. Concepte și aplicații practice. Iași: Performantica, 2016. - 247 p.
8. CRUZ, M.S. Methods of Food Analysis. NY.CRC Press, 2014. - 248 p.
9. CUCIUREANU, Gh., ȚURCAN, N. Tipuri de rezultate științifice ale proiectelor de cercetare. În: Akademos, 2015, Nr. 1, p. 42-50.
10. DA-WEN, S. Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis. NY: Academic Press, 2009. - 448 p.
11. DA-WEN, S. Modern Techniques for Food Autentification. NY: Academic Press, 2018. - 805 p.
12. Food Nanotechnologies: Principles and applications. Portland: Ed. Taylor, 2019. - 438 p.
13. FRANCA A.S., NOLLET L.M. Spectroscopic Methods in Food Analysis. London CRC Press, 2017. - 650 p. ISBN 978-1-3151-1527-69

14. GARG, M. Laboratory Manual of Food Microbiology. London, Ed.: CRC Press, 2010. - 240 p.
15. Ghid privind elaborarea și susținerea tezelor/proiectelor de licență. Chișinău: CEP UTM, 2010. - 29 p. (https://utm.md/acte_normative/interne/sustinereTezeLicenta.pdf)
16. Ghid privind elaborarea și susținerea tezelor de master. Chișinău: CEP UTM, 2010. - 28 p. (https://utm.md/acte_normative/interne/sustinereTezeMaster.pdf)
17. GUTIERRES-LOPEZ, G. Food Science and Food Biotechnology. London, Ed.: CRC Press, 2003. - 360 p.
18. GUTIERRES-LOPEZ, G. Food Nanoscience and Nanotechnologies. Chaam: Springer, 2016. - 300 p.
19. HAYNES, A. Advances in Food Analysis Research. Barcelona: Ed. Univ.of Barcelona, 2015.- 258 p.
20. HURA, C. Metode de analiză pentru produsele alimentare. Ghid de laborator. București: Ed. CERMI, 2006. - 600 p.
21. LASLO, C. Controlul calității produselor de origine animală. Cluj-Napoca: Ed. Risoprint, 2009. - 240 p.
22. LASSETER, B.F. Biochemistry in the Lab. A manual for undergraduates. London, Ed. CRC Press, 2019. - 188 p.
23. MĂRCULESCU, A. Tehnici și aparate pentru expertiza produselor alimentare. Sibiu: Ed. Univ., 1999. - 216 p.
24. MILLER D. D. Food Chemistry. A Laboratory Manual. Vienn, Ed. Omnibus, 1998. - 176 p.
25. MOLINA, G. Food Application of Nanotechnologies. Bosa Roca, Ed. Taylor, 2019. - 546 p.
26. NASTAS, V. Ghid de utilizare SPRINGERLink [Resursă electronică]: prezentare. Chișinău, 2014. - 42 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/6162>
27. NASTAS, V. Particularități de căutare în Baze de Date Științifice [Resursă electronică]: prezentare. Biblioteca Tehnico-științifică, Chișinău, 2016. - 42 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/6164>
28. NICULIȚĂ, L. Managementul proiectelor de cercetare științifică. București: Conspress, 2009. - 386 p.
29. NIELSEN, S. Food Analysis. Laboratory Manual. Lafayette: Pudue Univ., 2017. - 644 p.

30. PARMACLI, D. Metoda grafică în statistică. Comrat: Ed. UCC, 2018. - 90 p. ISBN 978-9975-3204-2-9
31. ROTARU, O. Controlul sănătății produselor de origine animală. Cluj-Napoca: Ed. Risoprint, 2009. - 250 p.
32. SM ISO 690:2012. Referințe bibliografice
33. SM SR ISO 750:2014. Produse din fructe și legume. Determinarea acidității titrabile
34. SM SR EN 12143:2012. Sucuri de fructe și legume. Determinarea substanțelor uscate solubile. Metoda refractometrică
35. SM SR EN 12014-1:2012. Produse alimentare. Determinarea conținutului de nitrați și/sau nitriți
36. SM SR CR 13505:2012. Produse alimentare. Biotoxine. Criterii ale metodelor de analiză a micotoxinelor
37. SM ISO 1842:2015. Produse din fructe și legume. Determinarea valorii pH
38. SM SR EN 1135:2002. Sucuri de fructe și legume. Determinarea cenușii
39. SM SR EN 12136:2002. Sucuri de fructe și legume. Determinarea conținutului de carotenoizi totali și de fracțiuni individuale de carotenoizi
40. SHALINI, S. A Laboratory Manual of Food Analysis. NY: IPH, 2016. - 174 p.
41. SPYROS A. NMR Spectroscopy in Food Analysis. Cambridge Univ. Press, 2012. - 329 p.
42. STAHL, U. Food Biotechnology. Berlin: Springer, 2008. - 269 p.
43. STRATAN, V. Selectarea revistelor pentru publicarea articolelor științifice [Resursă electronică]: prezentare în cadrul activităților din Saptămâna Accesului Deschis - 2018, Biblioteca Tehnico-științifică, UTM, 26 octombrie 2018. Chișinău, 2018. - 20 p. <http://repository.utm.md/handle/5014/6165>
44. STURZA, R., SUBOTIN, I., AMARII, V. Metode optice de analiză. Îndrumar de laborator. Chișinău: UTM, 2002.- p. 70.
45. ȘINDILAR, E., STRATAN, N. Experiza sanitar-veterinară a alimentelor de origine animală. Chișinău: Tipografia Centrală, 1996. vol.1. - p. 324.
46. TATAROV, P. Principii conceptuale ale calității alimentelor și capabilității proceselor tehnologice. Manual. Chișinău, Tehnica-UTM, 2019. – 160 p.
47. ȚURCAN, N. Comunicarea științifică în contextul accesului deschis la informație. Chișinău: CEP USM, 2012. - 324 p.

48. VIȘAN, S., BOTEZ, L.F. Inovare, cercetare științifică, progres tehnic. București: Ed. ASE, 2012.- 208 p. ISBN 978-606-505-522-3
49. WOINAROVSKY, A. Elemente de inginerie de produs. Buc.: Ed. Agir, 2015. - 144 p. ISBN 978-973-720-604-6
50. ГОСТ 9794-2015. Продукты мясные. Метод определения фосфора
51. ГОСТ Р 54635-2011. Продукты пищевые. Метод определения витамина А
52. ГОСТ Р 518702. Вина и коньяки. Метод определения сахаров
53. АНТИПОВА, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колосс, 2001. - 452 с.
54. КРУСЬ, Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов. М.: Колосс, 2001. - 368 с.
55. НИКОЛАЕВА, Н.А. Идентификация, обнаружение фальсификации продовольственных товаров. М.: ИнфраМ, 2013. - 464 с
56. ПЕХТАШЕВА, Е.Л. Идентификация и товарная экспертиза продуктов белкового питания и пищевых жиров. М.: ИнфраМ, 2013. - 544 с.
57. ФЕДОТОВА, Г.Ю. Маркировка товаров, применение в таможенном деле и международной торговле. М.: ИнфраМ, 2013. - 544 с.
58. <http://www.efsa.europa.eu/> (European Food Safety Authority)
59. <http://www.ansa.gov.md/> (Agenția Națională pentru Siguranța alimentelor)
60. <http://estandard.md/Standard> (căutare standarde R. Moldova)
61. http://wwwchem.uwimona.edu.jm/lab_manuals/c10expt36.html (determinare fosfați)
62. <http://www.fao.org/3/W7295E/w7295e09.html> (statistică alimentară)
63. <http://article.sapub.org/10.5923.j.aac.20120201.04.html> (determinare fier)
64. <https://legacy.voiland.wsu.edu/modules/97modules/stark/analysis.html> (determinare colesterol in ser)
65. https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_401172_Voda_pitevaya_Meto.html (determinare fier)
66. <https://www.e-nformation.ro/wp-content/uploads/2018/05/prezentare-OA-ESCI-InCites.pdf> (platformele web of science – incites; expert Adriana Filip)
68. https://www.academia.edu/4156093/Utilizarea_bazelor_de_date_online

APLICAȚII PRACTICE

Aplicația practică nr. 1. DETERMINAREA CANTITĂȚII DE PROTEINĂ ÎN EXTRACTE DE PROTEINĂ.

Obiecte de cercetare: extrase proteice, hidrolizare proteice, fracții proteice separate prin coloană cromatografică

Dispozitiv de laborator: spectrofotometru UV-Vis (model Lange, T70 etc.)

Esența metodei: spectrofotometrică.

Condiții de înregistrare: $t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $A_{260\text{ nm}}$, și $A_{280\text{ nm}}$; lățimea chiuvetei – 1 cm.

Proba experimentală: concentrația optimă pentru înregistrare spectrofotometrică este de 0,2...1,0 mg proteină/ml de probă. Proteina este extrasă cu apă deionizată sau este solubilizată într-un sistem tampon potrivit.

Metoda de testare: se citește $A_{260\text{ nm}}$, și $A_{280\text{ nm}}$ ale probelor de lucru, care sunt plasate într-o chiuvetă optică (de cuarț, plastic etc.) viceversa de proba de solvent (fig. 1A).

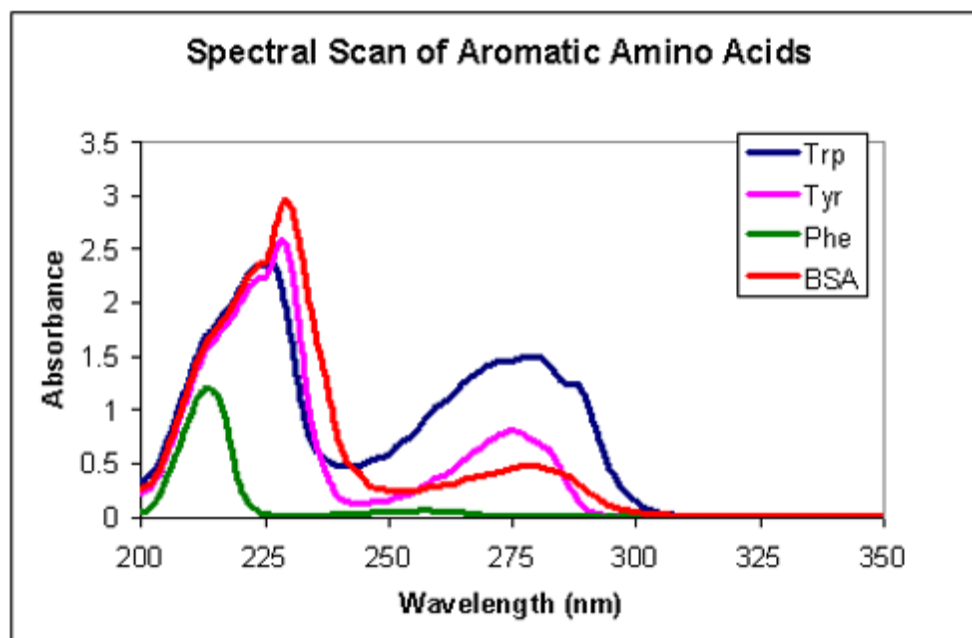


Fig. 1A. Spectrul de absorbție în UV-Vis a soluțiilor apoase de aminoacizi aromatici (Trp – triptofan, Tyr – tirozină, Phe – fenilalanină) și a proteinei serice (BSA – albumina serului de bovină). Sursa: <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/protocols/biology/protein-determination0.html>

Calcul:

Concentrația proteinei în proba experimentală se calculează conform formulei:

$$C_{Pr.} = [(1.31 \cdot A_{280nm}) - (0.57 \cdot A_{260nm})] \cdot F_d,$$

unde: $C_{Pr.}$ – concentrația probei, mg proteină/ml; F_d – factorul de diluție.

Cantitatea de proteină, g/100 g probă:

$$X (\%) = \frac{[(1.31 \cdot A_{280nm}) - (0.57 \cdot A_{260nm})] \cdot F_d}{C_{Pr.sol.}} \cdot 100,$$

unde: $C_{Pr.}$ – concentrația probei, mg proteină solidă/ml.

Rezultatul obținut se rotunjește până la a doua zecimală

Aplicația practică nr. 2. DETERMINAREA GRADULUI DE PROSPETEȚIME A CĂRNII PRIN IDENTIFICAREA FORMELOR DE PREZENȚĂ A MIOGLOBINEI

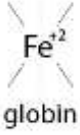
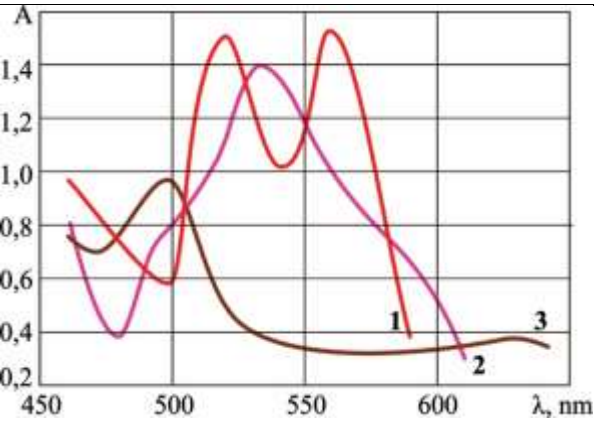


Obiecte de cercetare: țesut muscular carne (de vită, de porc, de găină etc), extrase de organe (ficat, inimă etc.).

Dispozitiv de laborator: spectrofotometru UV-Vis (model Lange, T70 etc.).

Esența metodei: spectrofotometrică.

Condiții de înregistrare: $t=20\text{ }^\circ\text{C}$; $A_{525\text{ nm}}$, $A_{557\text{ nm}}$ și $A_{582\text{ nm}}$.

Tabelul 1A. Forme de prezență a mioglobinei în substraturi biologice. *Sursa:* <https://www.semanticscholar.org/paper/The-absorption-spectra-and-extinction-coefficients-Bowen/e97026b38f849b0395320733fdaff8300f1b6d32/figure2>

 <p>DMb, nu fixează oxigenul</p>		 <p>Absorption spectra of myoglobin derivatives: ■ 1. OxiMb, ■ 2. DMb, ■ 3. MMb</p>
 <p>OxiMb, fixează oxigenul</p>		
 <p>MMb, fixează apa</p>		

Calcul:

$$\text{DMb (\%)} = - 0.543 R_1 + 1.594R_2 + 0.552R_3 - 1.329R_1;$$

$$\text{OMb (\%)} = 0.722R_1 - 1.432R_2 - 1.659R_3 + 2.599;$$

$$\text{MMb (\%)} = - 0.159R_1 - 0.085R_2 + 1.262R_3 - 0.520,$$

unde: R_1 , R_2 , R_3 reprezintă coraporturi ale absorbanței, respectiv A_{582}/A_{525} , A_{557}/A_{525} and A_{503}/A_{525} .

Rezultatul obținut se rotunjește până la a doua zecimală. Pentru rezultatul final al experimentului se calculează media aritmetică a două determinări paralele, permițându-se o deviere între ele corespunzătoare probabilității $P=0,95$ și nivelului de semnificație $p=0,05$ (anexa 13).

Aplicația practică nr. 3. DETERMINAREA CANTITĂȚII DE FOSFOR ȘI FOSFAȚI ÎN PRODUSELE ALIMENTARE

Obiecte de cercetare: produse alimentare de origine animală sau vegetală, preparate culinare.

Dispozitiv de laborator: spectrofotometru UV-Vis (model Lange, T70 etc.).

Esența metodei: spectrofotometrică. Metoda constă în mineralizarea uscată a probei, dizolvarea cenușii, producerea unei reacții de culoare la interacțiunea fosfaților cu reactivul molibdat-vanadat de amoniu și măsurarea intensității culorii galbene a substanței complexe formate.

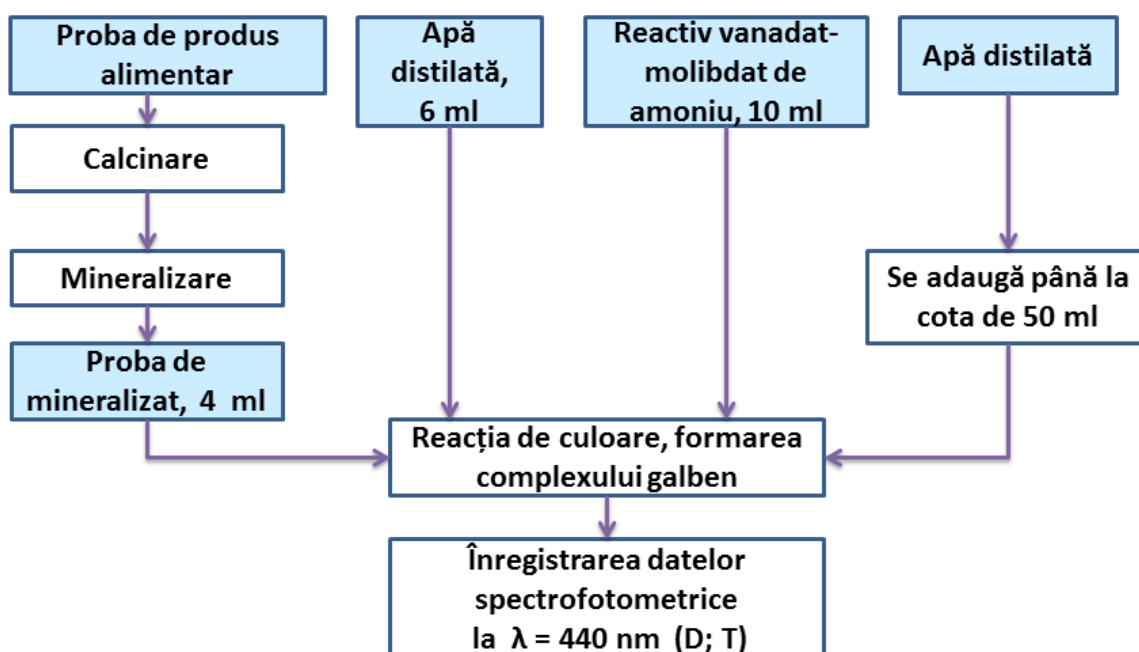


Fig. 2A. Schema experimentală de determinare a conținutului de fosfor/fosfați în produsele alimentare. *Sursa: FOCT 9794-2015 [50]*

Condiții de înregistrare: $t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\lambda = (440\pm 5)\text{ nm}$; lățimea chiuvetei – 1 cm.

Proba experimentală: concentrația optimă pentru înregistrare instrumentală este de 0,02...0,12 mg fosfor/ 100 ml de probă.

Grafic de calibrare

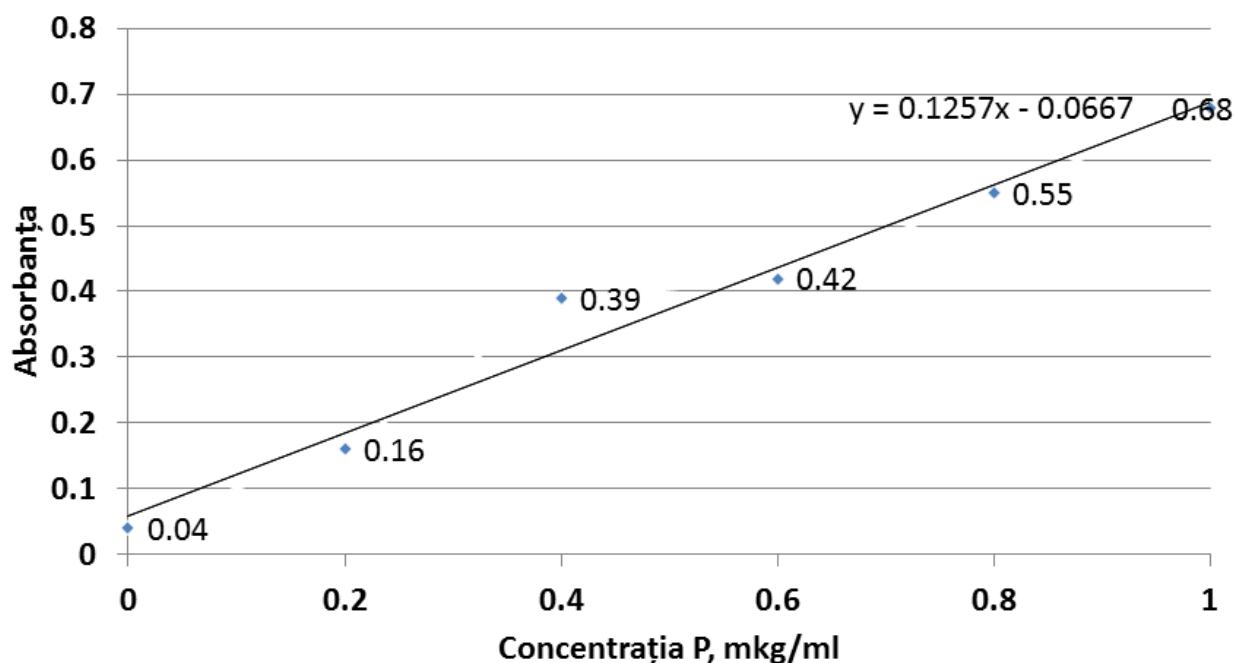


Fig. 3A. Graficul de calibrare pentru soluțiile standard de fosfor

Calcul. Partea de masă a fosforului X_{PA} , mg/ 100g de produs se calculează după formula:

$$X_{PA} = \frac{X_2 \cdot V_0}{m_{PA} \cdot V_1} \cdot 100,$$

unde: X_2 – masa fosforului obținută conform curbei de calibrare, mg; V_0 – volumul total al mineralizatului, ml; V_1 – volumul mineralizatului luat pentru analiză, ml; **100** – coeficient de recalculare la 100g de produs; m_{PA} – masa probei de produs alimentar supus analizei, g.

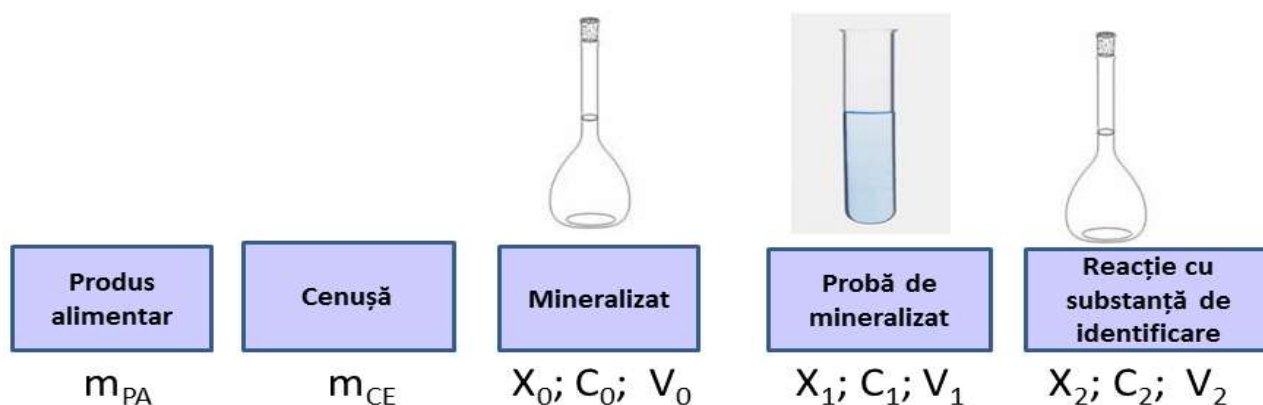


Fig. 4A. Etape consecutive de prelucrare a probei și notații

Cantierea de fosfor în produsul alimentar poate fi estimată și pentru fiecare etapă în parte după cum urmează. Concentrația fosforului în proba de mineralizat este:

$$C_0 = C_1 = \frac{(C_2 - C_{\text{solv.}}) \cdot V_2}{V_1},$$

unde: C_2 – concentrația fosforului în proba de lucru la înregistrare determinată conform graficului de calibrare (mg/ml sau $\mu\text{g/ml}$); $C_{\text{solv.}}$ – este concentrația fosforului determinată conform graficului de calibrare a solventului (e de dorit ca $C_{\text{solv.}} \rightarrow 0$); V_2 – volumul de referință al probei analizate ($V=50$ ml); V_1 – volumul mineralizatului ($V_1=4$ ml).

Raportul dintre cele două volume este de fapt coeficientul de diluție al probei de mineralizat la efectuarea reacției de culoare:

$$K_d = \frac{V_2}{V_1}.$$

Cantitatea de fosfor conținută în volumul total al mineralizatului (mg) va fi:

$$X_0 = C_0 \cdot V_0,$$

unde: V_0 – volumul total al mineralizatului de produs alimentar ($V_0 = 25$ ml).

Partea de masă a fosforului X_{PA} , mg/ 100g de produs se calculează după formula:

$$X_{\text{PA}} = \frac{X_0}{m_{\text{PA}}} \cdot 100,$$

unde: m_{PA} – masa probei de produs alimentar calcinat și mineralizat, g.

Tabelul 2A. Exemplu de calcul al cantității de fosfor în produsul alimentar

A	C_2 $\mu\text{g/ml}$	C_1 , $\mu\text{g/ml}$	V_0 , ml	X_0 , mg	m_{PA} , g	X_{PA} , mg/100g
0,348	4,198	52,48	25	1,312	3,82	34,35

Rezultatul obținut se rotunjește până la a doua zecimală.

Pentru rezultatul final al experimentului se calculează media aritmetică a două determinări paralele, permițându-se o deviere între ele corespunzătoare probabilității $P=0,95$ (anexa 13).

Cunoscând că unica formă structurală de prezență a fosforului în compoziția produsului alimentar este cea sub formă de fosfați, cantitatea obținută de fosfor X_{PA} ,

mg/100g se recalculează la cantitatea de fosfați PO_4^{3-} , folosind raportul de masă $k = 95/31 = 3,065$.

Aplicația practică nr. 4. DETERMINAREA CANTITĂȚII DE FIER ÎN PRODUSELE ALIMENTARE

Obiecte de cercetare: produse alimentare de origine animală sau vegetală, preparate culinare.

Dispozitiv de laborator: spectrofotometru UV-Vis (model Lange, T70 etc.).

Esența metodei: spectrofotometrică. Metoda constă din mineralizarea uscată a probei, dizolvarea cenușii, producerea unei reacții de culoare la interacțiunea fierului cu reactivul acid sulfosalicilic. Ionii de fier Fe^{3+} în prezența acidului sulfosalicilic formează complexe stabile de culoare roz la $\text{pH}=3..5$ (cu determinare spectrofotometrică la $\lambda=490-500$ nm) și de culoare galbenă la $\text{pH}=8..9$ (cu determinare spectrofotometrică la $\lambda=400-430$ nm).

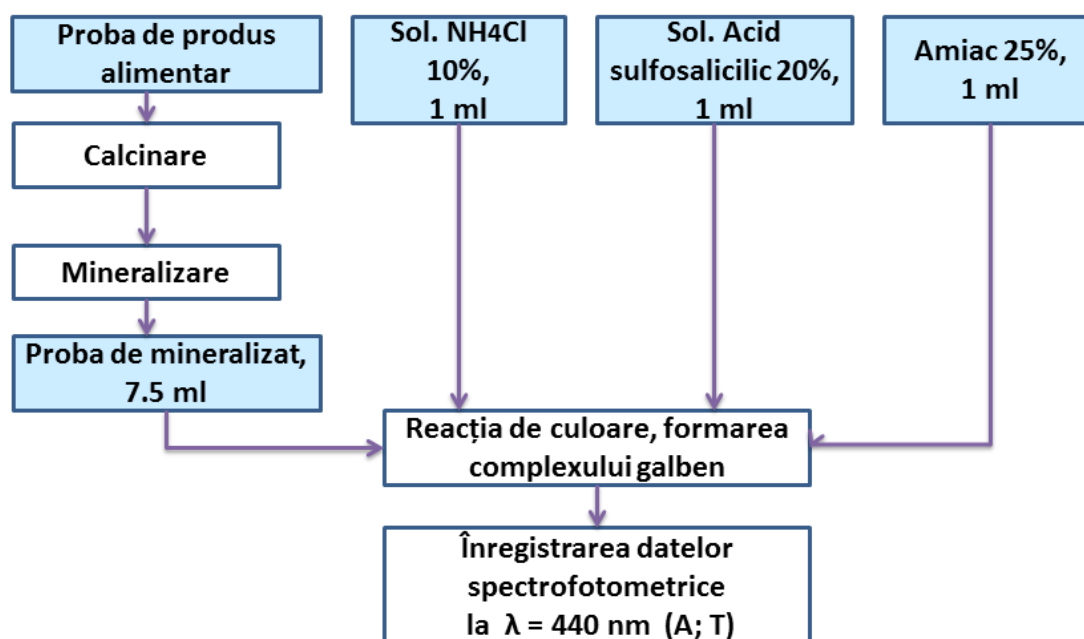


Fig. 5A. Schema experimentală de determinare a conținutului de fier în produsele alimentare. *Sursa: FOCT 26928-86, FOCT 4011-72 [63, 65]*

Condiții de înregistrare: $t=20$ °C; $\lambda = 440/405$ nm; lățimea chiuvetei – 10 mm.

Proba experimentală: concentrația optimă pentru înregistrare instrumentală este de 0,01...0,2 mg fier/ 100 ml de probă.

Grafic de calibrare

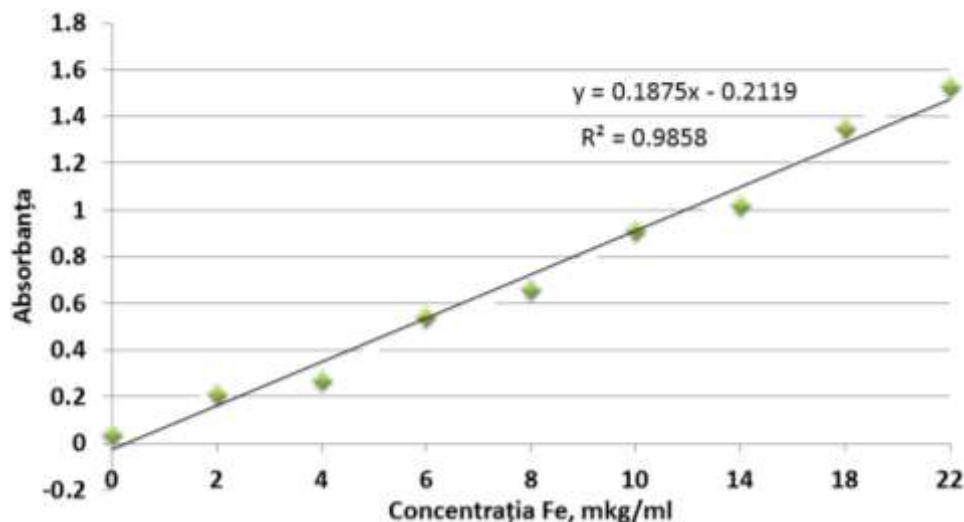


Fig. 6A. Graficul de calibrare pentru soluțiile standard de fier

Calcul. Partea de masă a fierului X, mg/ 100g de produs se calculează conform formulelor expuse în aplicația precedentă.

Tabelul 3A. Exemplu de calcul al cantității de fier în produsul alimentar

A	C mkg/ml	K _d	C _p , mkg/ml	V _{min} , ml	X _{min} , mkg	M, g	X _{PA} , mg/100g
0,673	7,74	1,4	10,849	25	271,22	3,82	7,1

Rezultatul obținut se rotunjește până la a doua zecimală.

Pentru rezultatul final al experimentului se calculează media aritmetică a două determinări paralele, permițându-se o deviere între ele corespunzătoare probabilității P=0,95 (anexa 13).

Aplicația practică nr. 5. DETERMINAREA CANTITĂȚII DE VITAMINA A ÎN PRODUSELE ALIMENTARE

Obiecte de cercetare: produse alimentare deshidratate de origine vegetală sau animală.

Dispozitiv de laborator: spectrofotometru UV-Vis de absorbție moleculară (model Lange, T70 etc.).

Esența metodei: spectrofotometrică. Metoda constă în extragerea vitaminei A (3,333 IU vitamina A = 1 μg retinol) cu ajutorul unui sistem de solvenți organici de diferită polaritate, apoi formarea unui sistem bifazic la adăugarea apei și măsurarea absorbției în stratul de hexan la $\lambda=425$ nm.

Pentru determinarea vitaminei A din produsele deshidratate cu un conținut de lipide mai mare de 5% (în special de origine animală, cum ar fi gălbenușul de ou deshidratat, ficatul de pui deshidrat) pregătirea probei începe cu operația de saponificare, care presupune fierberea în sol. apoasă de etanol cu adaos de acid ascorbic (fierbere timp de 30 min.), apoi extragerea vitaminei A cu hexan. Pentru produsele uleioase, unt sau margarină, saponificarea se face cu sol. 15% KOH în metanol (70 °C, 30 min.), apoi urmează extragerea vitaminei A cu eter dietilic.

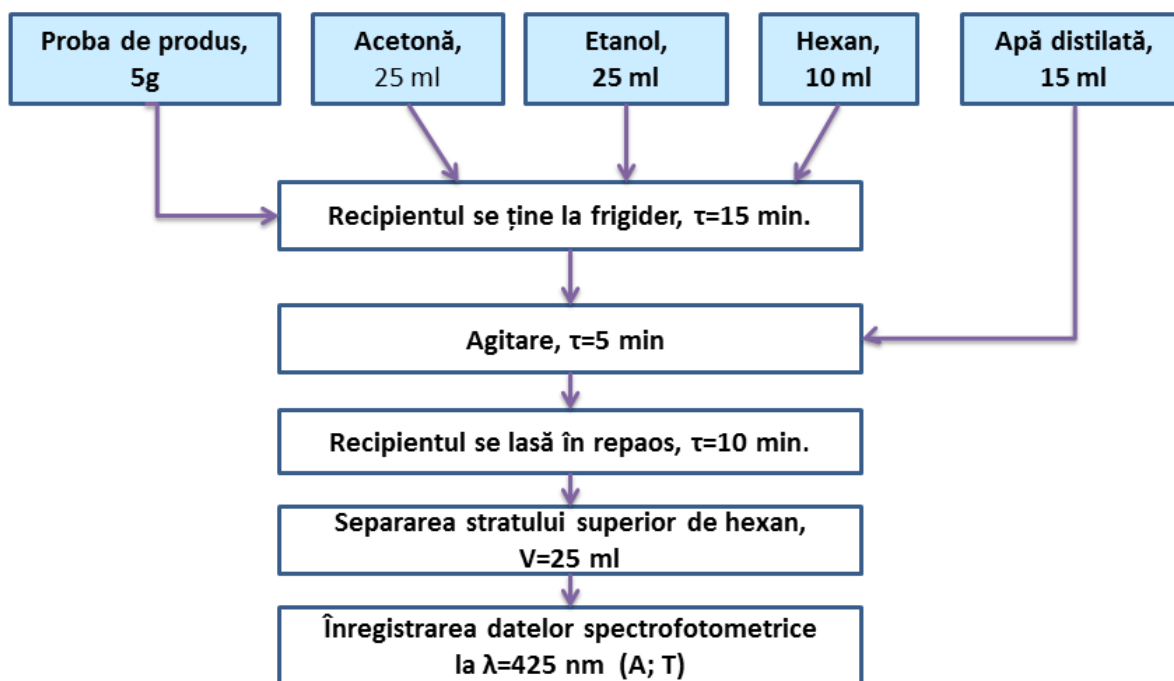


Fig. 7A. Schema experimentală de determinare a conținutului de retinol în produsele alimentare. *Sursa: FOCT P 54635-2011 [51]*

Condiții. $t=20$ °C; $\lambda = 425$ nm; lățimea chiuvetei de cuarț – 10 mm.

Proba experimentală. Concentrația optimă pentru înregistrare instrumentală este de 0,2...4,0 mg retinol/ 100 ml de probă.

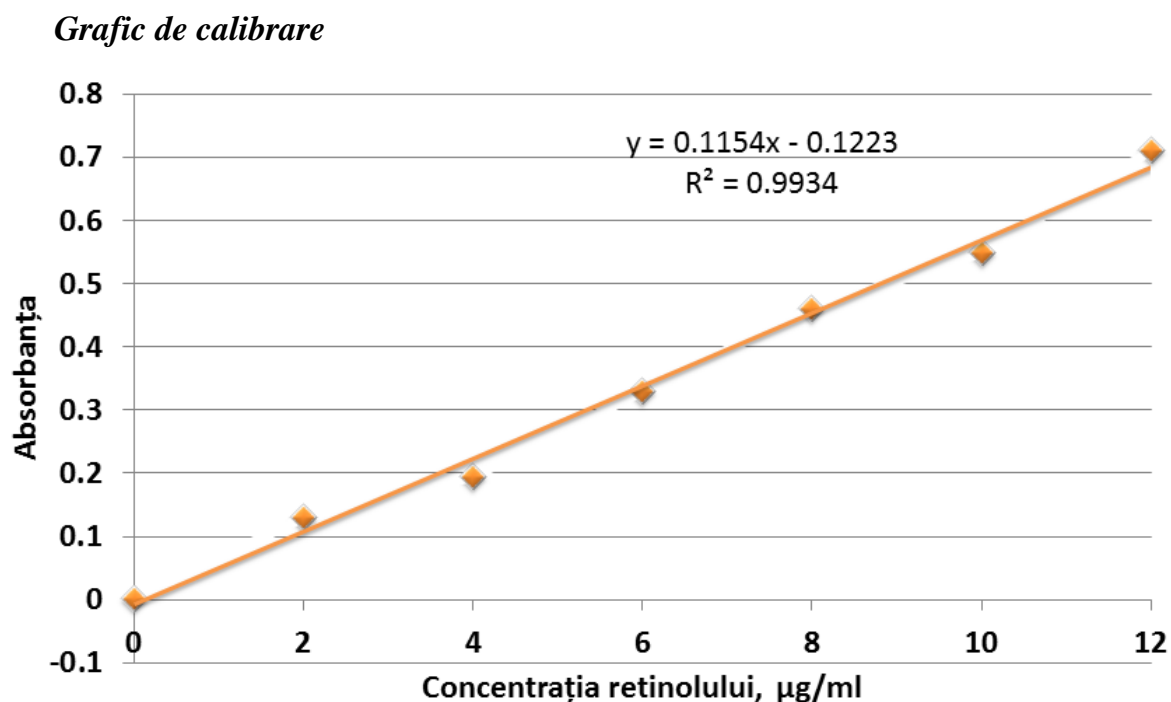


Fig. 8A. Graficul de calibrare pentru soluțiile standard de retinol

Calcul. Partea de masă a retinolului X , mg/ 100g de produs se calculează conform formulelor expuse în aplicația nr. 3.

Tabelul 4A. Exemplu de calcul al cantității de retinol în produsul alimentar

A	C	K_d	C_p ,	$V_{extr.}$,	$X_{extr.}$,	M, g	X_{PA} ,
	mkg/ml		mkg/ml	ml	mkg		mg/100g
0,139	2,21	1	2,21	25	55,3	5,12	1,08

Rezultatul obținut se rotunjește până la a doua zecimală.

Pentru rezultatul final al experimentului se calculează media aritmetică a două determinări paralele, permițându-se o deviere între ele corespunzătoare probabilității $P=0,95$ (anexa 13).

Aplicația practică nr. 6. DETERMINAREA CANTITĂȚII DE ZAHARIDE SIMPLE ÎN PRODUSELE ALIMENTARE

Obiecte de cercetare: produse alimentare de origine vegetală (legume, fructe, pomușoare).

Dispozitiv de laborator: spectrofotometru UV-Vis (model Lange, T70 etc.).

Esența metodei: spectrofotometrică. Metoda constă în extragerea zaharidelor simple (fructoză, glucoză, zaharoză) cu apă distilată, efectuarea reacției de culoare cu

reactivul acid picric și măsurarea intensității culorii portocalii-vișinii a substanței complexe formate.

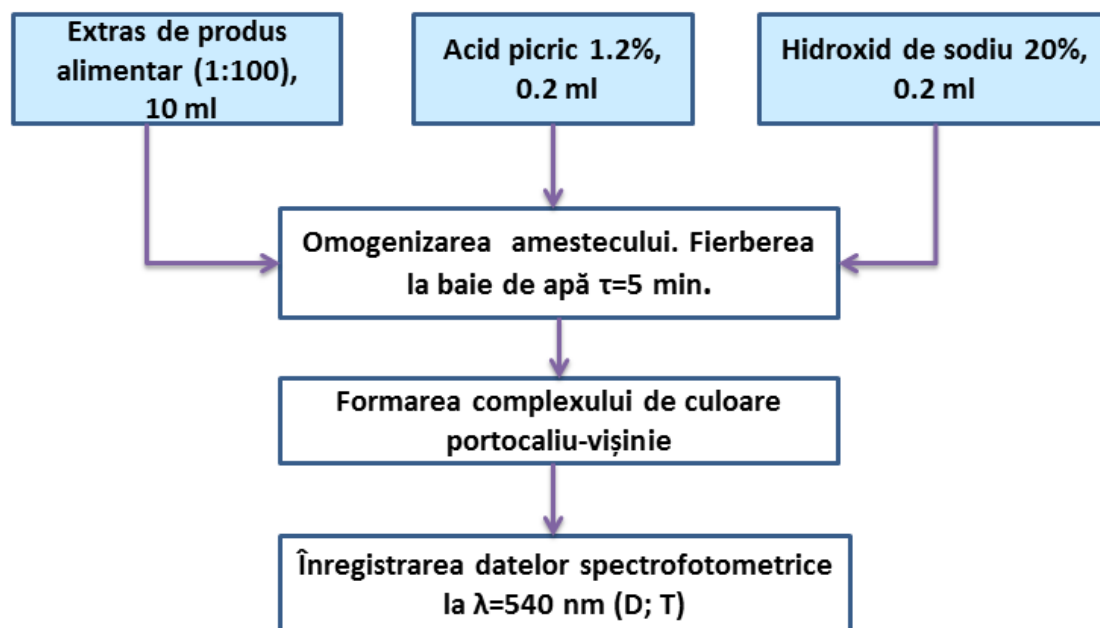


Fig. A7. Schema experimentală de determinare a conținutului de zaharide simple în produsele alimentare. Sursa: FOCT P 51875-2002 [52]

Condiții: $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\lambda = 540\text{ nm}$; lățimea chiuvetei – 1 cm.

Proba experimentală: concentrația optimă pentru înregistrare instrumentală este de 2...10 mg zaharide simple/ 100 ml de probă.

Grafic de calibrare

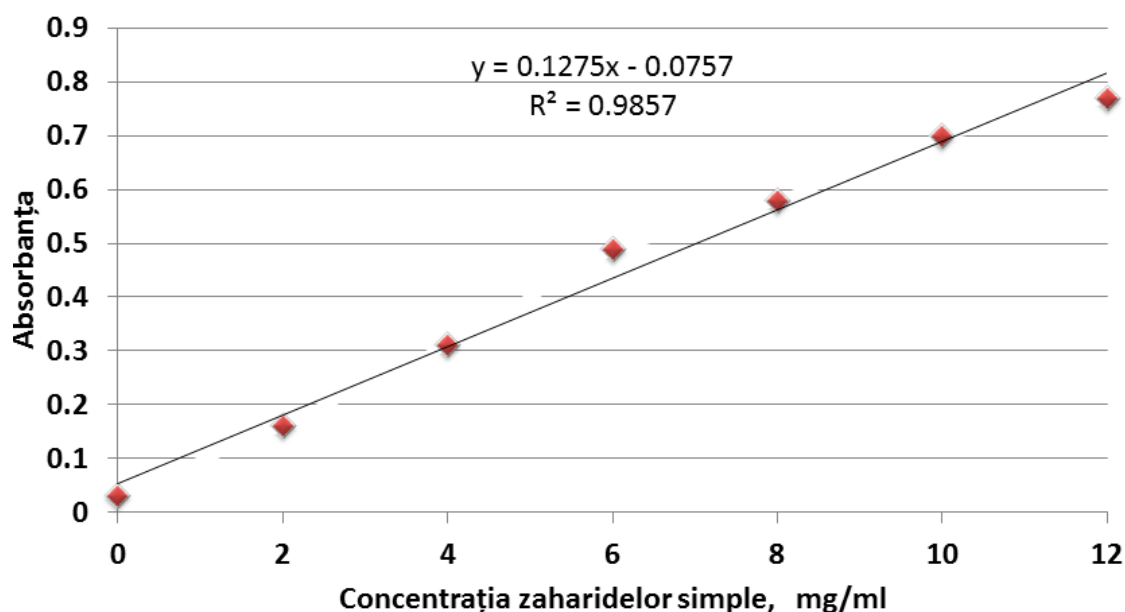


Fig. 10A. Graficul de calibrare pentru soluțiile standard de zaharide simple (Proporția Zah. : Gl. : Fr. = 1 : 1 : 1)

Calcul. Partea de masă a zaharidelor simple X, mg/ 100g de produs se calculează conform formulelor expuse în aplicația nr. 5.

Tabelul 5A. Exemplu de calcul al cantității de zaharide simple în produsul alimentar

A	C mg/ml	K_d	C_p, mg/ml	V_{extr.}, ml	X_{extr.}, mg	M, g	X_{PA}, g/100g
0,713	10,24	1,04	10,64	86	915,04	10,00	9,15

Rezultatul obținut se rotunjește până la a doua zecimală.

Pentru rezultatul final al experimentului se calculează media aritmetică a două determinări paralele, permițându-se o deviere între ele corespunzătoare probabilității P=0,95 (anexa 13).

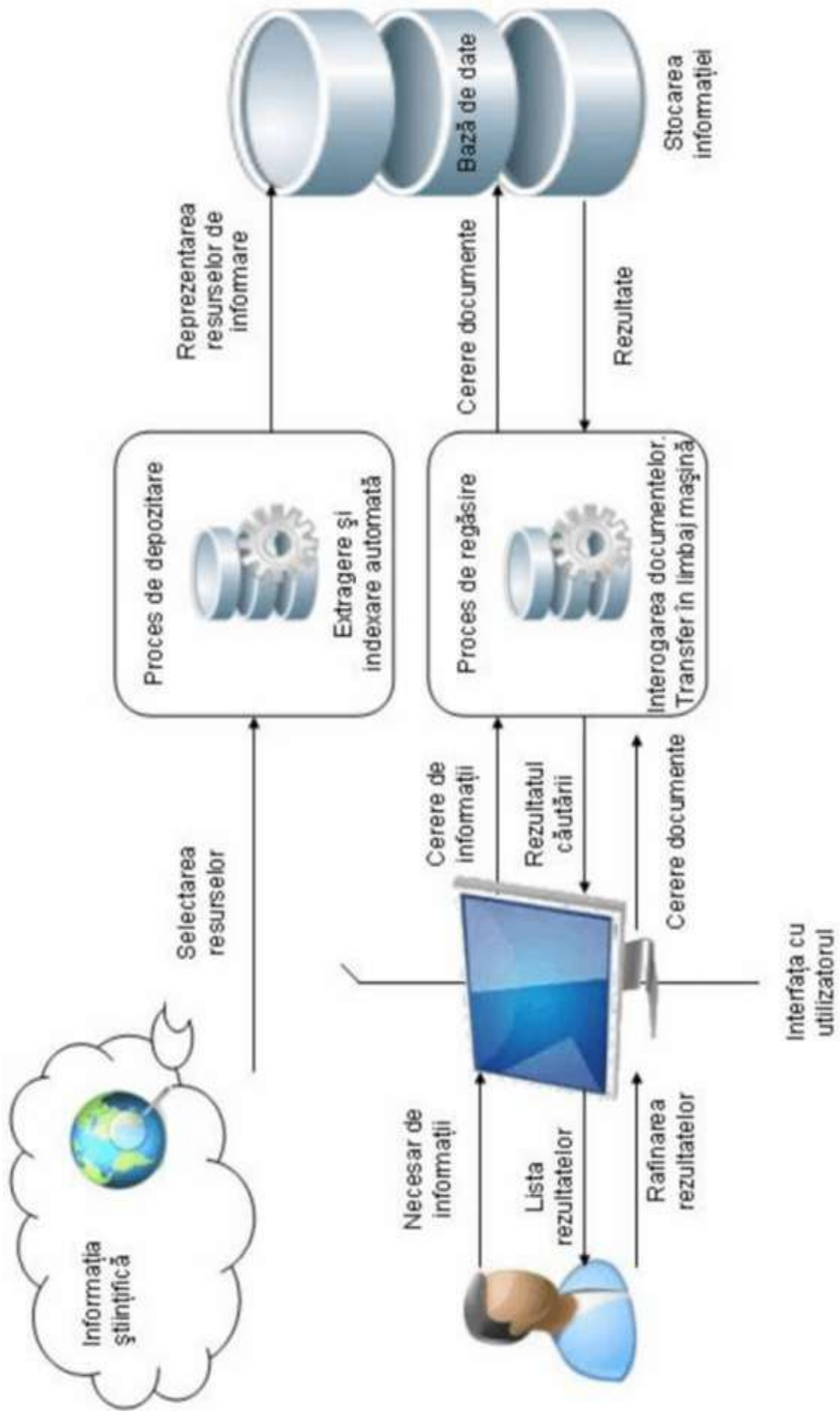
ANEXE

Anexa 1. Baze de date care difuzează informație științifică. Sursa: Nastas, V.

2016 [26]

 <p>https://link.springer.com</p>	<p><i>SpringerLink</i> oferă acces la reviste, cărți și lucrări de referințe din domeniul științei, tehnicii și medicinei. Abonamentul prevede acces la 2080 reviste publicate în anul 2019 și 10 colecții de cărți din domeniile: inginerie, chimie, fizică, astronomie, matematică, știința calculatoarelor, biomedicină, business și management, știința mediului.</p>
<p>Bază de date <u>Trial Access</u></p>  <p>https://onlinelibrary.wiley.com</p>	<p><i>Wiley Online Library</i> oferă acces la textul integral al articolelor din revistele științifice. Platforma de cercetare <i>Wiley Online Library</i> cuprinde o gamă largă de domenii: matematică, știința calculatoarelor, medicină, științe sociale, psihologie ș.a.</p>
 <p>http://methods.sagepub.com</p>	<p><i>SRM</i> oferă acces la dicționare, enciclopedii, manuale, colecția de cărți <i>Little Green Book</i> (metode de cercetare cantitativă) și <i>Little Blue Book</i> (metode de cercetare calitativă).</p>
 <p>https://www.cambridge.org/core</p>	<p><i>Cambridge Journals Online</i> oferă acces la colecția de reviste științifice și acoperă o gamă largă de discipline din domeniul științelor exacte, umanistice și sociale.</p>
 <p>http://iopscience.iop.org/journals</p>	<p><i>IOPscience</i> oferă acces la seria de publicații “<i>Journals of Physics</i>” care acoperă subiecte din toate subdisciplinele fizicii.</p>
 <p>https://royalsociety.org/journals</p>	<p><i>Royal Society Journals Collection</i> cuprinde reviste cu factor înalt de impact în domeniile fizică și biologie.</p>
 <p>https://bioone.org</p>	<p><i>BioOne</i> oferă acces la reviste full-text publicate de comunitățile academice. Conținutul lor reflectă rezultatele cercetărilor din biologie, ecologie și științe ale naturii.</p>

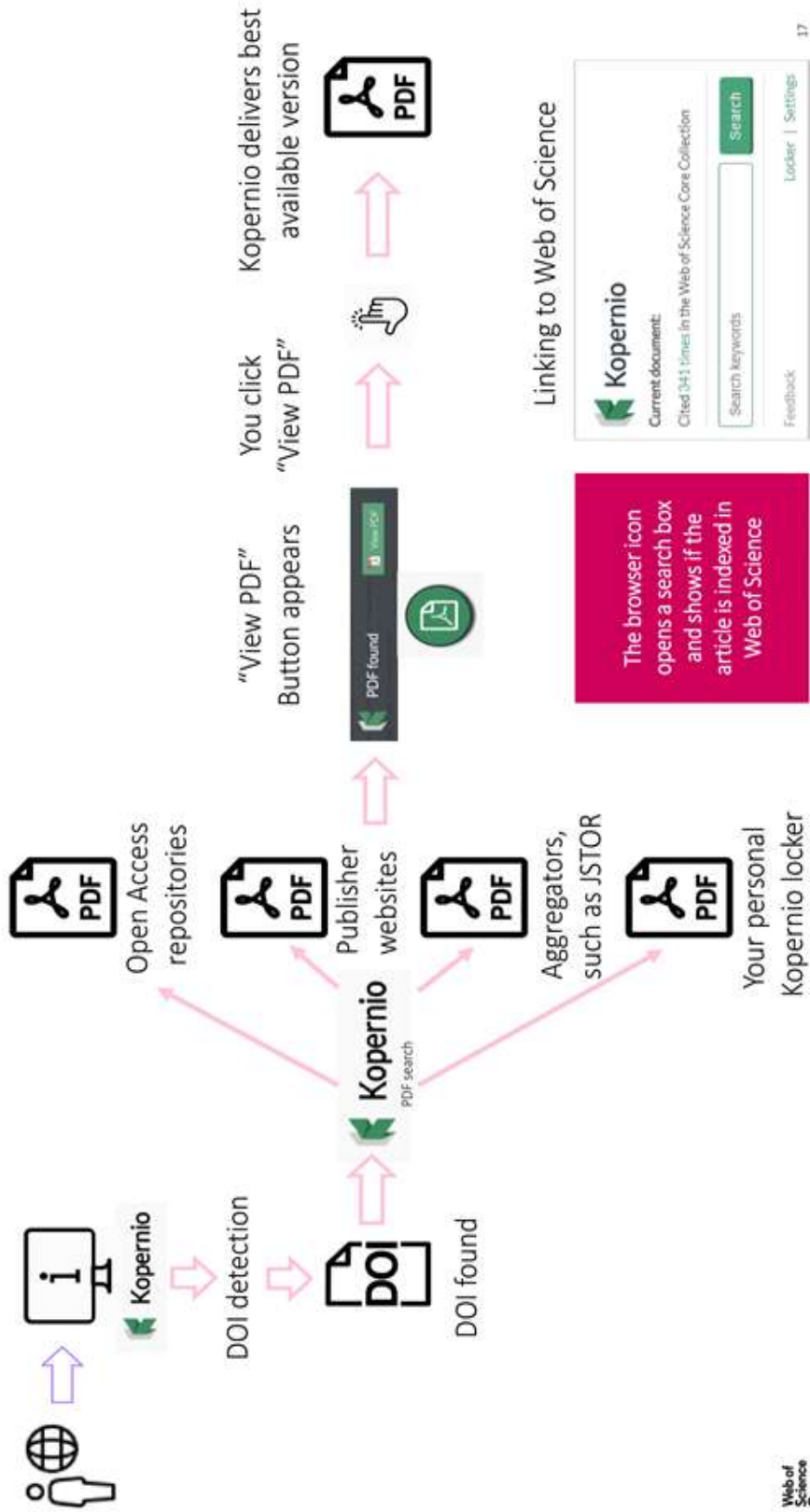
Anexa 2. Procesul de stocare și regăsire a informației în BD online



Anexa 3. Pași de navigare pe platforma de selectare a informației Kopernio.

Sursa: FILIP, A., 2019 [66, 67]

To sum up Kopernio's workflow



Anaxa. 4. Factorul de impact a unei publicații și Codul de identificare a unui articol științific DOI. Sursa: STRATAN, V., 2018 [43]

Factorul de impact



Factorul de impact IF (*impact factor*) al unei reviste științifice este o mărime care reflectă numărul mediu de citări primite de articolele din acea revistă publicate în decursul unui an.

Citarile se refera la articole publicate într-un interval de timp de doi ani precedenți anului de referinta.

Exemplu: în anul 2017 2015 și 2016

$$\frac{\text{Numărul de citări a articolelor în 2 ani precedenți}}{\text{Numărul de articole în 2 ani precedenți}} = \text{Factor de Impact 2017 (Revista X)}$$

2015 și 2016

- Calculat de *ISI*
- Publicat în *Journal Citation Reports*.

Interoperabilitate. Standarde specifice



DOI (*Digital Object Identifier*) – reprezintă un sistem de identificare a unui produs într-un mediu digital destinat să asigure durabilitatea legăturilor URL. Acesta poate fi aplicat: unei publicații în ansamblu; unei fotografii; unui tabel; unui capitol etc.

DOI este alcătuit dintr-un prefix și un sufix separate printr-o bară oblică.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.mcn.2007.03.009>

Resolver

Digital Object Identifier (DOI)

International DOI Foundation (IDF): <http://www.doi.org>

DOI name information and guidelines:

<http://www.crossref.org/02publishers/>

Anexa 5. Sistemul DOI de codificare a documentelor științifice

Sintaxa DOI

<http://dx.doi.org/10.1186/s40535-015-0016-4>

http://dx.doi.org/ **10.1186/** **s40535-015-0016-4**

DOI directory

DOI prefix

DOI sufix

Prefix:

- Atribuit de membrii CrossRef
- Format din 10.XXXX (or 10.XXXXX)
- Identifică cine a inițiat crearea DOI
- Prefix **nu identifică** proprietarul curent pentru DOI

Sufix:

- Este unic împreună cu prefixul DOI și poate fi atribuit unui singur conținut
- Consistent
- Logic
- Ușor documentat (Easily documented)
- Implementat rapid
- Nu face diferența între literele mari și mici (case insensitive)

Cracterele permise:

"a-z", "A-Z", "0-9" and "-._:()"

Anexa 6. Aplicații provenite prin implementarea proiectului CrossRef. Sursa: NASTAS, V., 2016 [27]

DOI



<http://www.crossref.org>

Identificatorii DOI sunt gestionați de Agenții de Înregistrare (RAs: **DOI Registration Agencies**), care au misiunea de a oferi serviciile DOI celor interesați.

Proiectul CrossRef a rezultat din cooperarea între editori, în efortul lor de a permite utilizatorului să treacă de la referința bibliografică la full-textul articolului de pe alt site.

CrossRef-ul este agenția emitentă pentru conținutul provenit din cercetare (articole științifice, cărți, prezentări la conferințe) sau baze de date de metadate.

Caracteristici:

- Fondată în anul 2000
- Membri din peste **80 țări**
- **5770 editori** internaționali și societăți
- **76+** milioane de DOI înregistrate

CrossRef DOI

Nr. total de CrossRef DOI = **81 712 211**

Tip	# titluri	# DOI	% din total
Reviste	45 648	62 081 644	77,87%
Cărți	721 233	10 767 903	13,51%
Lucrări de la conferințe	49 049	4 468 732	5,61%
Componente*		2 408 843	3,02%

Componente*: figuri, tabele, materiale suplimentare

Alte tipuri de documente: Standarde, Disertații, Seturi de date, Baze de date ș.a.

🔗 Statistici de pe [CrossRef Status Page](http://www.crossref.org/06members/53status.html) din luna iunie, 2016

<http://www.crossref.org/06members/53status.html>

Anexa 7. Resurse electronice din baze de date științifice

Springer Link
<i>Reviste</i>
Chemosensory Perception https://link.springer.com/journal/12078
Dairy Science & Technology https://link.springer.com/journal/13594
European Food Research and Technology https://link.springer.com/journal/217
Food Analytical Methods https://link.springer.com/journal/12161
Food and Bioprocess Technology https://link.springer.com/journal/11947
Food and Environmental Virology https://link.springer.com/journal/12560
Food Engineering Reviews https://link.springer.com/journal/12393
Food Science and Biotechnology https://link.springer.com/journal/10068
Food Security https://link.springer.com/journal/12571
Journal of Consumer Protection and Food Safety https://link.springer.com/journal/3
Journal of Food Measurement and Characterization https://link.springer.com/journal/11694
Journal of Food Science and Technology https://link.springer.com/journal/13197
Journal of Packaging Technology and Research https://link.springer.com/journal/41783
Food Production, Processing and Nutrition https://link.springer.com/journal/43014
Food Ethics https://link.springer.com/journal/41055

Les cahiers de l'année gérontologique

<https://link.springer.com/journal/12612>

Cărți

Food Microbiology Laboratory for the Food Science Student

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-58371-6>

Food Ethics

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-5765-8>

Food Safety & Mycotoxins

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-32-9038-9>

Food Bioactives

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-51639-4>

Food Security and Sustainability

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-40790-6>

Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1008-0>

Food Analysis

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1478-1>

Lactic Acid in the Food Industry

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-58146-0>

Becoming a Food Scientist

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-3299-9>

Nanotechnology: Applications in Energy, Drug and Food

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-99602-8>

Food Analysis Laboratory Manual

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1463-7>

Food Chemistry

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-69934-7>

Case Studies in Food Engineering

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-0420-1>

Food Analysis

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-45776-5>

Microbial Food Safety

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-1177-2>

Quality Systems in the Food Industry

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-22553-7>

Food Analysis Laboratory Manual

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-44127-6>

Bioactive Molecules in Food

<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-319-78030-6>

Green Technologies in Food Production and Processing

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-1587-9>

Achieving the Sustainable Development Goals Through Sustainable Food Systems

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-23969-5>

Measurement, Modeling and Automation in Advanced Food Processing

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-60111-3>

Food Safety in Poultry Meat Production

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-05011-5>

Maillard Reaction in Foods

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-22556-8>

Future Foods

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-12995-8>

Safety of Meat and Processed Meat

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-89026-5>

Fundamentals of Cheese Science

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4899-7681-9>

The Chemistry of Frozen Vegetables

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-53932-4>

Mineral Containing Proteins

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-3596-8>

Prebiotics and Probiotics Science and Technology

<https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-0-387-79058-9>

Advanced Dairy Chemistry

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-84865-5>

Lactic Acid Bacteria

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-7832-4>

Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-60021-5>

The Sensory Evaluation of Dairy Products

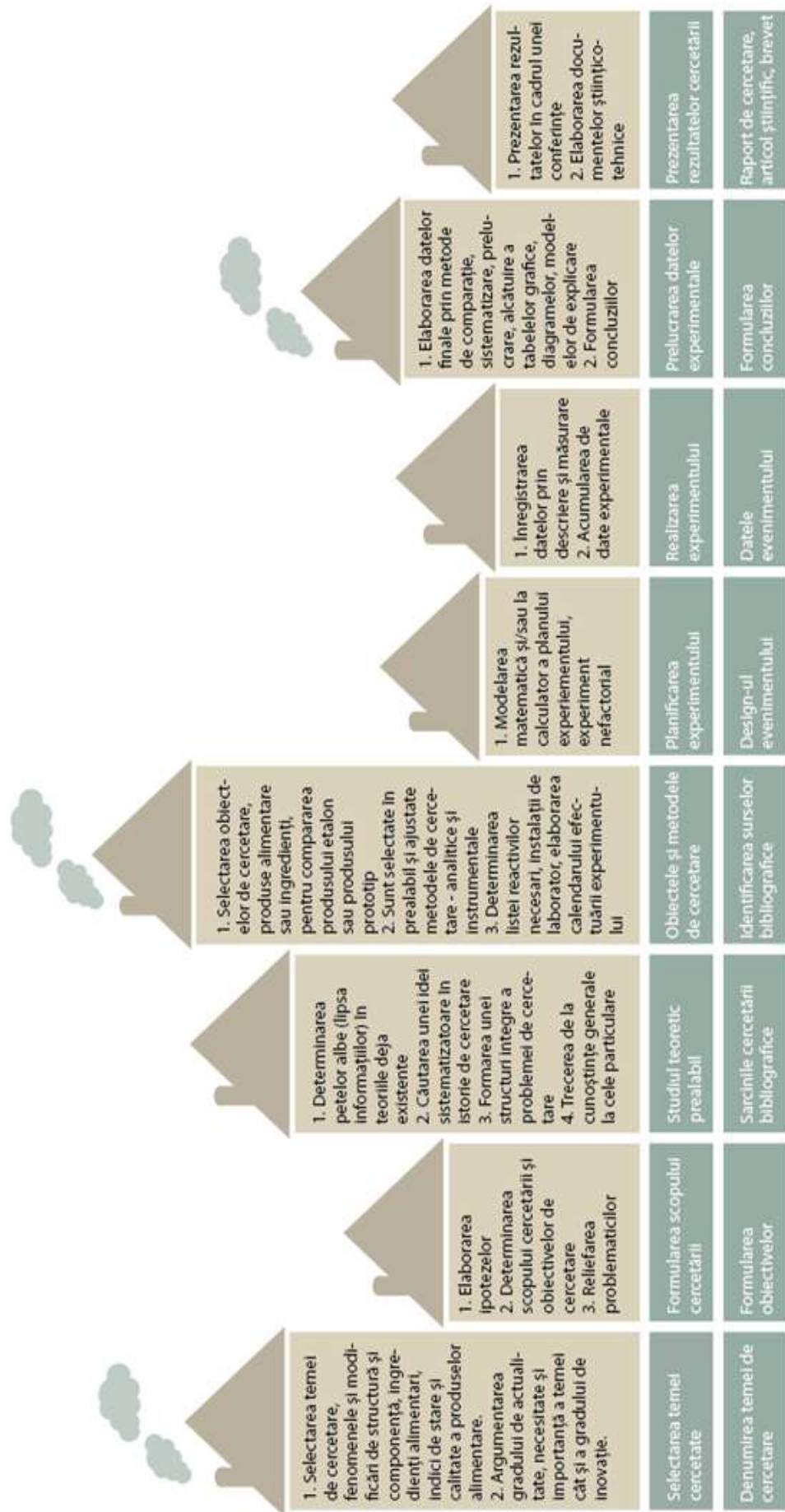
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-77408-4>

Fish and Fishery Products Analysis

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-32-9574-2>

Science Direct
<i>Reviste</i>
Journal of Food Composition and Analysis https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-food-composition-and-analysis
Current Opinion in Food Science https://www.sciencedirect.com/journal/current-opinion-in-food-science
Food Hydrocolloids https://www.sciencedirect.com/journal/food-hydrocolloids
Food Chemistry https://www.sciencedirect.com/journal/food-chemistry
Food and Bioproducts Processing https://www.sciencedirect.com/journal/food-and-bioproducts-processing
International Journal of Food Microbiology https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-food-microbiology
Electronic Journal of Biotechnology (Open access) https://www.sciencedirect.com/journal/electronic-journal-of-biotechnology
International Journal of Hospitality Management https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-hospitality-management
Journal of Ethnic Foods https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-ethnic-foods
Journal of Dairy Science https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-dairy-science
Trends in Food Science & Technology https://www.sciencedirect.com/journal/trends-in-food-science-and-technology
Food Control https://www.sciencedirect.com/journal/food-control
Journal of Food Engineering https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-food-engineering
<i>Cărți</i>
Encyclopedia of Food Chemistry https://www.sciencedirect.com/referencework/9780128140451/encyclopedia-of-food-chemistry
Encyclopedia of Food Security and Sustainability https://www.sciencedirect.com/referencework/9780128126882/encyclopedia-of-food-security-and-sustainability

Anexa 8. Etapele unei activități de cercetare științifică



Anaxa 9. Prelucrarea datelor EFC în soft-ul SPSS-Factorial ANOVA

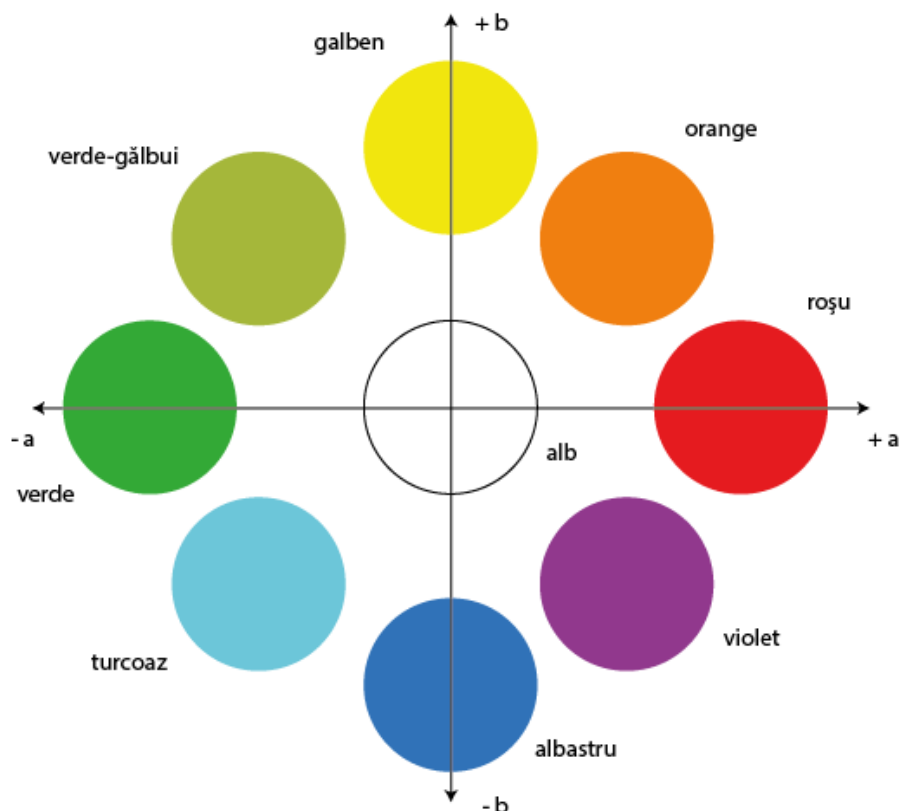
The screenshot shows the SPSS software interface. The 'Analyze' menu is open, and 'General Linear Model' is selected, which has opened a sub-menu with options: 'Univariate...', 'Multivariate...', 'Repeated Measures...', and 'Variance Components...'. The background shows a data table with columns 'n' and 'p' and rows numbered 1 to 21. The 'n' column contains values 0.00, 1.00, and 0.00. The 'p' column contains values 0.00, 1.00, and 0.00. At the bottom of the screenshot, there is a navigation bar with a left arrow, the text '11 of 16', and a right arrow.

2³ factorial design in SPSS

Anexa 10. Domenii de lungimi de undă, metode spectroscopice și tranziții asociate. Sursa: Nielsen S., 2017 [29]

Domeniile de lungimi de undă	Intervalul	Tipul spectroscopiei	Tipul de tranziție în sistemele chimice cu energie similară
Raze gamma	0,01-1 Å	Emisie	Nuclear-protonică/aranjamente neutronice
Raze X	0,1-10 nm	Absorbție, emisie, fluorescență și difracție	Electroni de pe învelișul intern
Ultraviolet	10-380 nm	Absorbție, emisie și fluorescență	Electroni de pe învelișul exterior, electroni legați molecular
Vizibile	380-750 nm	Absorbție, emisie și fluorescență	Electroni de pe învelișul exterior, electroni legați molecular
Infraroșii	0,075 -1000 μm	Absorbție	Stări vibraționale ale atomilor în legături moleculare. Stări rotaționale în moleculă
Microwave	0,1-100 cm	Absorbție, rezonanță spin electronică	Reorientarea electronilor nepereche într-un câmp magnetic indus
Unde radio	1-1000 m	Rezonanță electromagnetică nucleară	Reorientarea nucleilor într-un câmp magnetic indus/aplicat

Anexa 11. Spațiile de culori RGB și coordonate de cromatocitate în sistemul de culori CIELAB



Anexa 12. Corelația dintre lungimea de undă a luminii absorbite și culoarea percepută vizual

Lungimea de undă, nm	Intervalul de frecvențe, THz	Lumina absorbită (culoarea fasciculului de lumină)	Culoarea percepută (culoarea probei)
400	720	Violet	Galben-verzuie
425	680	Albastru închis	Galben
450	670	Albastru deschis	Portocaliu
490	620	Albastru verzui	Roșu
510	600	Verde	Purpuriu
530	570	Galben-verzui	Violet
550	530	Galben	Albastru închis
590	510	Portocaliu	Albastru deschis
640	470	Roșu	Albastru verzui
730	405	Purpuriu	Verde

Anexa 13. Valoarea parametrului de repartiție utilă t în dependență de numărul de experimente n și probabilitatea acceptată în testare P

Numărul de experimente n	Valoarea parametrului de repartiție utilă t			
	P= 0,80	P=0,90	P=0,95	P=0,99
2	3,080	6,31	12,71	63,70
3	1,886	2,92	4,30	9,92
4	1,638	2,35	3,18	5,84
5	1,533	2,13	2,77	4,60
6	1,476	2,02	2,57	4,03
7	1,440	1,94	2,45	3,71
8	1,415	1,90	2,36	2,50
9	1,397	1,86	2,31	3,36
10	1,383	1,83	2,26	3,25
20	1,328	1,73	2,09	2,86
30	1,316	1,70	2,04	2,75

ABREVIERI

BD – Baze de date (Databases)

DOI – Digital Object Identifier (Identificatorul digital al obiectului)

IF – Impact factor (Factor de importanță pentru ediții periodice)

Internet – Interconnected network (Rețele interconectate)

ISBN – International Standard Book Number (Număr Internațional Standardizat pentru Carte)

ISSN – International Standard Serial Number (Număr de Internațional Standardizat pentru Publicație în serie)

R&D – Research and Development (Cercetare și dezvoltare)

RGB – Red, Green, Blue (Spațiile de culori produse de lumina solară)

CMYK – Cyan, Magenta, Yellow, Black (Spațiile de culori produse de pigmenți)

URL – Uniform Resource Locator (Locația unei pagini web sau a unui fișier pe internet)

CUPRINS

INTRODUCERE	3
TEMA 1. INFORMAȚIE, SURSE DE INFORMAȚIE, VALORIFICAREA INFORMAȚIEI	4
1.1. Noțiune de informație	4
1.2. Noțiune de document	6
1.3. Sisteme de clasificare a documentelor tehnico-științifice	7
1.4. Valorificarea informației. Rețele de calculatoare	9
1.5. e-Resurse. Baze de date. Platforme de selectare a informației științifice.....	12
TEMA 2. ȘTIINȚĂ ȘI INOVARE, INVESTIGAȚII ȘTIINȚIFICE	15
2.1. Știință, generalități.....	15
2.2. Evoluția cunoștințelor umane	16
2.3. Clasificarea științelor. Tendințe de dezvoltare a științelor contemporane	18
2.4. Investigații științifice. Investigații fundamentale și aplicate	21
2.5. Finanțarea investigațiilor științifice	22
2.6. Instituții științifice naționale și internaționale. Estimarea rezultatelor științifice	24
2.7. Contribuția savanților moldoveni la dezvoltarea științelor	25
TEMA 3. METODE, MODELE ȘI ALGORITMI DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ	26
3.1. Cercetare științifică, noțiuni generale	26
3.2. Fazele (etapele) unei cercetări științifice	27
3.3. Metodologie științifică, noțiuni generale	29
3.3.1. Criterii diferențiale metodologice	29
3.3.2. Metode teoretice de cercetare.....	33
3.3.3. Metode empirice de cercetare.....	35
3.4. Planificarea matematică prealabilă a experimentului. Experiment factorial complet	37
3.5. Optimizarea procesului tehnologic, rețelei și tehnologiei de preparare	39

TEMA 4. TEHNICI DE LABORATOR DE TESTARE A PRODUSELOR ALIMENTARE	41
4.1. Direcții de cercetare și testare a produselor alimentare.....	41
4.2. Indici reglementari de determinare a valorii nutritive și inocuității produselor alimentare	43
4.3. Tehnici instrumentale de cercetare și testare a produselor alimentare în laboratoare – academic, de proiectare tehnologică sau de producere	44
4.3.1. Tehnici potențimetrice, conductometrice.....	44
4.3.2. Tehnici spectrale.....	46
4.3.3. Analizoare ale compoziției, sensori de identificare, testere.....	50
4.3.4. Tehnici cromatografice	52
4.3.5. Tehnici reologice.....	53
TEMA 5. METODE STATISTICE DE ESTIMARE A MĂSURĂRILOR ÎN INVESTIGAȚIILE EXPERIMENTALE	56
5.1. Caracteristica măsurării, noțiuni generale	56
5.2. Erorile măsurărilor. Erori sistematice și întâmplătoare	57
5.3. Prelucrarea statistică a datelor măsurărilor	58
5.4. Estimarea metodelor de investigație. Exactitatea și precizia metodei	61
5.5. Estimarea valorii coeficientului de corelație r	63
TEMA 6. VALORIFICAREA ȘI COMUNICAREA REZULTATELOR CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE	64
6.1. Comunicarea științifică. Scientometria	64
6.2. Forme de prezentare și aprobare a rezultatelor cercetării	66
TEMA 7. PROPRIETATEA INTELLECTUALĂ	69
7.1. Proprietatea intelectuală. Proprietatea industrială	69
7.2. Brevet de invenție.....	71
BIBLIOGRAFIE	73
APLICAȚII PRACTICE	77
ANEXE	88