

**Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Bioresurse Alimentare-IBA  
București  
Cod fiscal: RO 27285465**

**RAPORT ANUAL DE ACTIVITATE  
privind desfășurarea Programului Nucleu**

**"Cercetări avansate pentru tranziția la sisteme alimentare sustenabile și reziliente în acord cu  
strategiile europene și prioritățile SNCISI 2022-2027"- SusFoodChain4RO, Cod: PN 23 01  
anul 2023**

**Durata programului: 4 ani**

**Data începerii: 16.01.2023 Data finalizării: 31.12.2026**

**1. Scopul programului:** Aplicarea principiului sustenabilității în obținerea de noi produse și tehnologii alimentare, metode, tehnici și sisteme pentru asigurarea securității nutriționale și siguranței alimentare.

**2. Modul de derulare al programului:**

**2.1. Descrierea activităților** (utilizând și informațiile din rapoartele de fază, Anexa nr. 10)

**Programul Nucleu PN 23 01 are trei (3) obiective:**

**Obiectivul 23 01 01:** Diversificarea alimentelor cu valoare nutrițională ridicată în contextul promovării sustenabilității, cod obiectiv: 23 01 01;

**Obiectivul 23 01 02:** Creșterea gradului de circularitate pe lanțul alimentar și diminuarea risipei alimentare, cod obiectiv: 23 01 02;

**Obiectivul 23 01 03:** Dezvoltarea de sisteme și tehnici analitice moderne pentru asigurarea siguranței alimentare și sănătății populației, cod obiectiv: 23 01 03.

**În cadrul Obiectivului 23 01 01: Diversificarea alimentelor cu valoare nutrițională ridicată în contextul promovării sustenabilității s-au derulat 2 proiecte:**

- **PN 23 01 01 01 Valorificarea potențialului nutrițional, antioxidant și terapeutic al microalgelor în procesul de fortifiere al produselor alimentare**
- **PN 23 01 01 02 Îmbunătățirea calității nutriționale și a bioaccesibilității compușilor bioactivi în produse extrudate prin tehnici de extrudare și încapsulare**

În cadrul proiectului **PN 23 01 01 01**, au fost desfășurate următoarele faze:

**Faza 1:** Cercetări privind evaluarea caracteristicilor calitative ale microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* care vor fi utilizate în procesul de fortifiere al produselor alimentare, în proiect; Prezentarea potențialului de valorificare al acestor microalge în dezvoltarea de produse alimentare inovative, cu proprietăți funcționale, pe baza cercetărilor recente, întreprinse la nivel internațional.

**Faza 2:** Cercetări privind realizarea, caracterizarea calitativă și testarea maielei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant. Diseminare informații.

**În faza 1** a fost realizată caracterizarea calitativă a microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* și a fost prezentat potențialului de valorificare al acestora în fortifierea produselor alimentare.

Pentru caracterizarea calitativă, microalgele *Spirulină* și *Haematococcus pluvialis*, au fost analizate din punct de vedere senzorial, fizico-chimic și microbiologic.

Analiza senzorială a evidențiat faptul că *Spirulina* se prezintă sub forma unei pulberi de culoare verde închis și prezintă gust și miros, specifice, iar microalga *Haematococcus Pluvialis* se prezintă sub forma unei pulberi de culoare verde deschis, având gust și miros, specifice. Probele de microalge luate în studiu, sunt prezentate în figura 1.

În urma analizei instrumentale a culorii (Figura 2), s-a constatat faptul că pulberile de *Spirulină* au înregistrat valori negative ale parametrului  $a^*$  ( $-4,66...-3,14$ ), evidențiind culoarea verde închis a acestora și, respectiv, valori pozitive ale parametrului  $b^*$  ( $2,20...4,34$ ).

Totodată, probele de *Spirulină* pulbere au înregistrat valori mai mici ale luminanței  $L^*$  ( $L^* = 37,83...40,00$ ), comparativ cu microalga *Haematococcus Pluvialis* pulbere, care are luminanța  $L^* = 48,82$ . Această valoare a luminanței evidențiază faptul că pulberile de *Spirulină* sunt mai închise la culoare, comparativ cu microalga *Haematococcus Pluvialis*. Microalga *Haematococcus Pluvialis* a înregistrat cea mai mare valoare a parametrului  $b^*$  ( $b^* = 9,27$ ), evidențiind ponderea culorii galben, în definirea culorii acestei microalge.



Figura 1. Probele de *Spirulină* (S1-S6) și *Haematococcus Pluvialis*, analizate

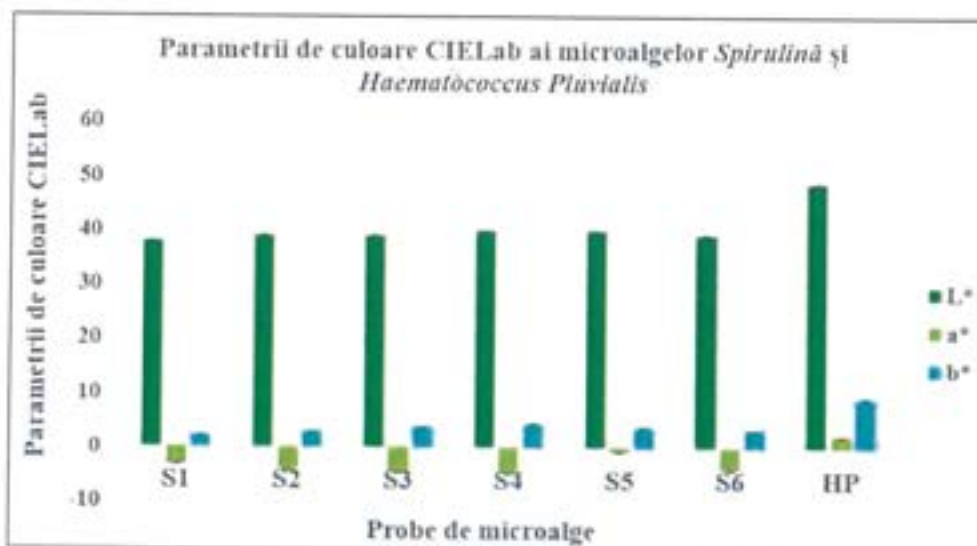


Figura 2. Parametrii de culoare CIELab ai microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis*

În cadrul analizei fizico-chimice a probelor de *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* pulbere au fost determinați principalii indicatori fizico-chimici (umiditate, proteine, lipide, glucide, fibre totale și cenușă totală).

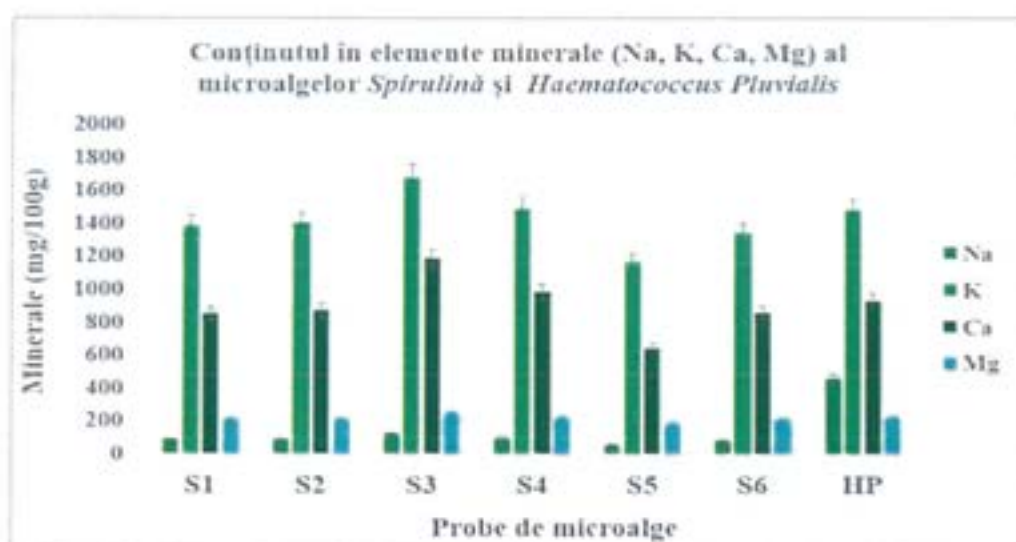
Probele de *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* pulbere se remarcă prin conținutul de cenușă totală (elemente minerale), proteine, lipide, glucide și fibre totale. Conținutul în cenușă totală al microalgelor luate în studiu a variat în intervalul 5,49%-10,47% (valoarea minimă s-a înregistrat în cazul probei de *Spirulină* S5, iar cea maximă, în cazul probei de *Spirulină* S3).

*Spirulina* pulbere are conținutul în proteine semnificativ mai mare, comparativ cu microalga *Haematococcus Pluvialis* pulbere. Conținutul în proteine al probelor de *Spirulina* pulbere a fost cuprins în intervalul 59,53-66,17%, valoarea maximă înregistrându-se în cazul probei de *Spirulina* pulbere S2.

Proba de *Haematococcus Pluvialis* pulbere are conținutul în lipide de 1,78-3,94%, mai mare comparativ cu probele de *Spirulina* pulbere S1-S6. Totodată, proba de *Haematococcus Pluvialis* pulbere are conținutul în glucide de 2,59-4,05 ori mai mare, comparativ cu probele de *Spirulina* pulbere S1-S6, analizate.

Conținutul în fibre totale al microalgelor luate în studiu a variat în intervalul 5,92-11,56%, valoarea maximă înregistrându-se în cazul probei de *Spirulina* pulbere S4.

Analiza fizico-chimică a evidențiat faptul că microalgele *Spirulina* și *Haematococcus Pluvialis* sunt surse de elemente minerale (Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn) (figura 3).



**Figura 3.** Conținutul în elemente minerale (Na, K, Ca, Mg) al microalgelor *Spirulina* și *Haematococcus Pluvialis*

În urma analizei microbiologice, s-a constatat faptul că cele două microalge luate în studiu, se încadrează în reglementările în vigoare (tabel 1).

**Tabel 1.** Indicatori microbiologici ai probelor de *Spirulina* și *Haematococcus Pluvialis* pulbere

Indicatori microbiologici	Probe de <i>Spirulina</i>						<i>Haematococcus Pluvialis</i>
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	HP
Drojdii și mucegaiuri (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Enterobacteriaceae</i> (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>E. coli</i> (UFC/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>Salmonella</i> (în 25 g)	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent

Analiza conținutului în compuși bioactivi și capacitatea antioxidantă ale microalgelor *Spirulina* și *Haematococcus Pluvialis* a evidențiat faptul că cele două microalge se remarcă prin conținutul în polifenoli totali, vitamina C, vitaminele B1, B2, B3, B5, B6, B9, B12, carotenoizi totali,  $\beta$ -caroten, luteină, clorofila a, clorofila b. *Spirulina* pulbere are conținutul în polifenoli totali de 1,31-4,76 ori mai mare față de *Haematococcus Pluvialis*, care a înregistrat un conținut în polifenoli totali de 117,62 mg/100g.

Conținutul în vitamina C al celor două microalge a variat în intervalul 39,57 - 158,78 mg/100g, valoarea minimă înregistrându-se în cazul microalgei *Haematococcus Pluvialis*, iar cea maximă în cazul probei S5, de *Spirulină* pulbere. În ceea ce privește vitamina B1 (Tiamina), cel mai ridicat conținut s-a înregistrat în cazul probei S5 de *Spirulină* pulbere (2,47 mg/100g), iar cel mai scăzut, în cazul microalgei *Haematococcus Pluvialis* (0,398 mg/100g). Conținutul în vitamina B2 (Riboflavina) al celor două microalge analizate este mai mare comparativ cu cel înregistrat în cazul vitaminei B1, având valori cuprinse în intervalul 1,51-5,83 mg/100g (valoarea minimă s-a înregistrat în cazul microalgei *Haematococcus Pluvialis*, iar cea maximă în cazul probei S5 *Spirulină* pulbere).

Dintre vitaminele din grupul B, în cazul probelor de microalge luate în studiu, vitamina B3 (Niacina), a înregistrat cel mai mare conținut, cuprins în intervalul 5,93- 16,38 mg/100g (valoarea minimă înregistrându-se în cazul microalgei *Haematococcus Pluvialis*, iar cea maximă în cazul probei S5, de *Spirulină* pulbere). Conținutul în vitamina B5 al pulberilor de microalge luate în studiu a variat în intervalul 1,53-3,93 mg/100g. Conținutul în vitaminele B9 și B12 ale celor două microalge luate în studiu este mai mic comparativ cu al celorlalte vitamine din grupul B.

Totodată, cele două microalge se remarcă prin conținutul în  $\beta$ -caroten, care a fost cuprins în intervalul 85,84 - 398,75 mg/100g (valoarea minimă s-a înregistrat în cazul microalgei *Haematococcus Pluvialis*, iar cea maximă în cazul probei S5 de *Spirulină* pulbere).

Microalga *Haematococcus Pluvialis* se remarcă prin conținutul în luteină (302,53 mg/100g), care este de 5,33-30,33 ori mai mare, comparativ, cu cel al probelor de *Spirulină* pulbere.

Conținutul în clorofila a și clorofila b, al probelor de *Spirulină* este semnificativ mai mare comparativ cu cel al microalgei *Haematococcus Pluvialis*.

Datorită conținutului ridicat în antioxidanți, microalgele *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis*, prezintă capacitate antioxidantă (figura 4).

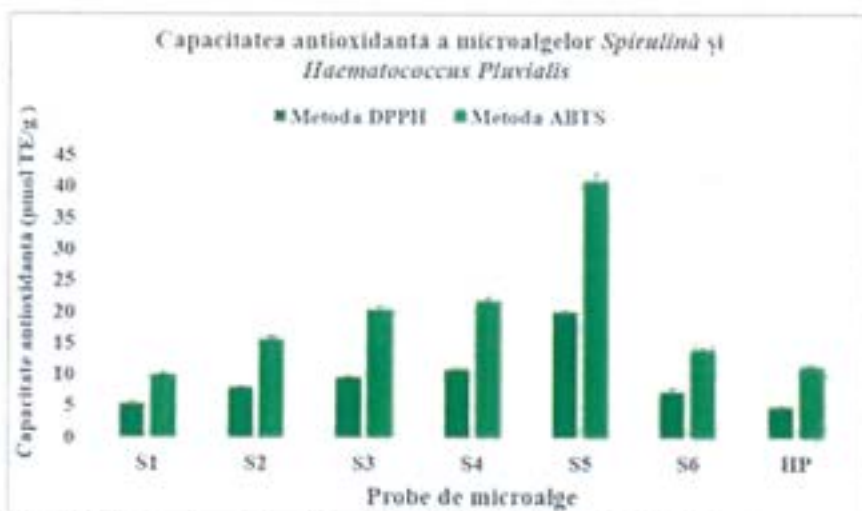


Figura 4. Capacitatea antioxidantă a microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis*

A fost elaborată o analiză a potențialului de valorificare al microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* în fortifierea produselor alimentare. Astfel, au fost evidențiate informații din literatura de specialitate referitoare la proprietățile terapeutice ale microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* și produse alimentare fortificate cu aceste microalge, cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant.

Rezultatele obținute în cadrul fazei 1 a proiectului au atins integral obiectivul propus și, respectiv, țintele propuse, în cadrul proiectului. Acestea au fost:

- ✓ **1 Raport de cercetare** - caracteristici calitative ale microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis*
- ✓ **1 Studiu** (fundamentare științifică) - potențialul de valorificare al microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis* și
- ✓ **2 Fișe de prezentare a microalgelor *Spirulină* și *Haematococcus Pluvialis*.**

În faza 2 au fost întreprinse cercetări privind realizarea, caracterizarea calitativă și testarea maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant și au fost diseminate rezultatele obținute.

Maiiua naturală este o cultură de drojdie sălbatică și bacterii lactice, care asigură dospirea aluatului și producerea de acizi (în special acid lactic) și compuși de aromă. Fermentarea aluatului cu maia naturală determină îmbunătățirea calităților senzoriale și nutritive ale pâinii.

Într-o primă etapă, au fost întreprinse experimentări pentru obținerea maiei naturale martor (M) prin fermentarea unui amestec de făină de grâu tip 650, făină integrală de grâu tip 2200, făină de secară și apă plată „Bucovina”. Experimentările s-au desfășurat la temperatura camerei, pe o perioadă de 12 zile. Maiiua naturală martor (M) astfel obținută, a fost păstrată în condiții de refrigerare (4-8°C) și hrănită în raport 1:3:3 = maia naturală:apă plată “Bucovina”: mix făină albă de grâu tip 650 și făină integrală de grâu tip 2200, o dată la trei zile.

În a doua etapă, au fost întreprinse experimentări pentru obținerea maiei naturale, fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant (nivelele de fortifiere au fost de 3% și, respectiv, 5%). Astfel, 3% și, respectiv, 5% din cantitatea de făină de grâu utilizată pentru hrănirea maiei naturale martor (M) a fost substituită cu *Spirulină* pulbere. Fermentarea culturii obținute din maiaua naturală martor (M), făină albă de grâu tip 650, făină integrală de grâu tip 2200, *Spirulină* pulbere și apă plată “Bucovina” s-a realizat în condiții de refrigerare (3-8°C), timp de 30 zile. Hrănirea culturii s-a realizat în raport 1:3:3 = maia naturală:apă plată “Bucovina”:mix făină albă de grâu tip 650, făină integrală de grâu tip 2200, *Spirulină* pulbere, o dată la trei zile, pe o perioadă de 30 zile.



**Figura 5.** „Maia naturală martor” (M) și „Maia naturală fortificată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” (V1-nivel de fortifiere 3%; V2-nivel de fortifiere 5%)

Analiza fizico-chimică a „Maiei naturale martor” și „Maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” este prezentată în tabelul 2.

**Tabel 2.** Analiza fizico-chimică a „Maiei naturale martor” și „Maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”

Nr. crt.	Indicator fizico-chimic	„Maia naturală martor” (M)	„Maia naturală fortificată cu <i>Spirulină</i> pulbere, cu potențial antioxidant”	
			V1- <i>Spirulină</i> 3%	V2- <i>Spirulină</i> 5%
1.	Umiditate (%)	49,34	48,76	48,88
2.	Aciditate (grade)	11,0	13,0	14,6
3.	Cenușă totală (%)	0,36	0,52	0,69

4.	Proteine (%)	5,95	6,74	7,28
5.	Polifenoli totali (mg GAE/100g)	55,23	109,21	120,60
6.	$\beta$ -caroten (mg/100g)	Nd*	5,15	8,54
7.	Capacitate antioxidantă ( $\mu$ mol Echivalenți Trolox/100g)	8,32	25,81	42,95

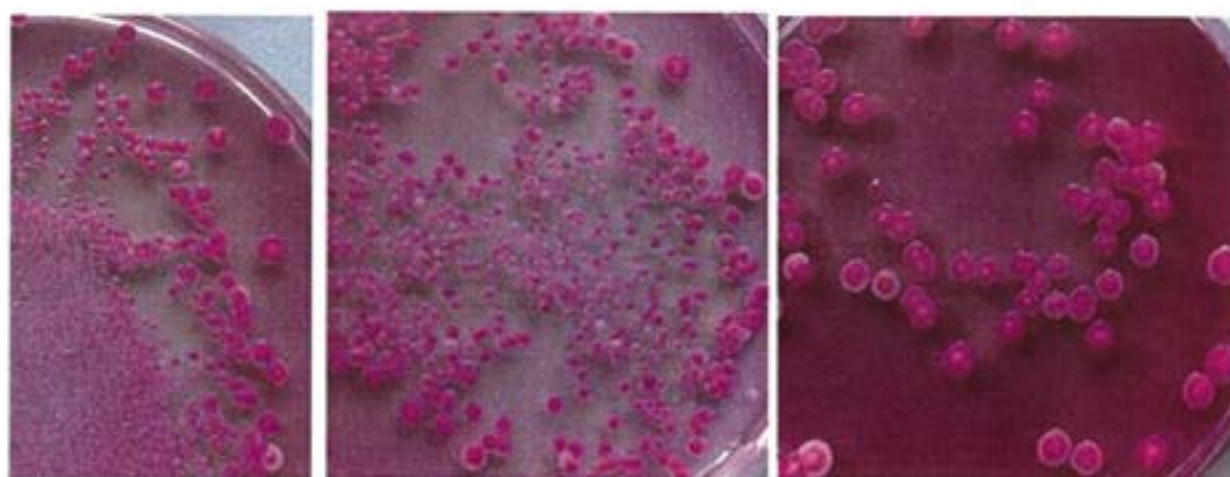
Conform rezultatelor obținute, produsul „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” (nivel de fortifiere 5%) a înregistrat cele mai mari valori ale indicatorilor fizico-chimici determinați (aciditate, cenușă totală, proteine, polifenoli totali,  $\beta$ -caroten). Totodată, acest produs a înregistrat cea mai mare valoare a capacității antioxidante.

Fortifierea maiei naturale cu *Spirulină* pulbere a determinat creșterea concentrațiilor de drojdii și bacterii lactice în cazul „Maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”. În cazul „Maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”, nivel de fortifiere 5%, s-au obținut cele mai mari valori ale concentrațiilor de drojdii și bacterii lactice, comparativ cu „Maia naturală martor” (M): Drojdii =  $1,0 \times 10^6$  UFC/g; Bacterii lactice =  $2,2 \times 10^8$  UFC/g (tabel 3).

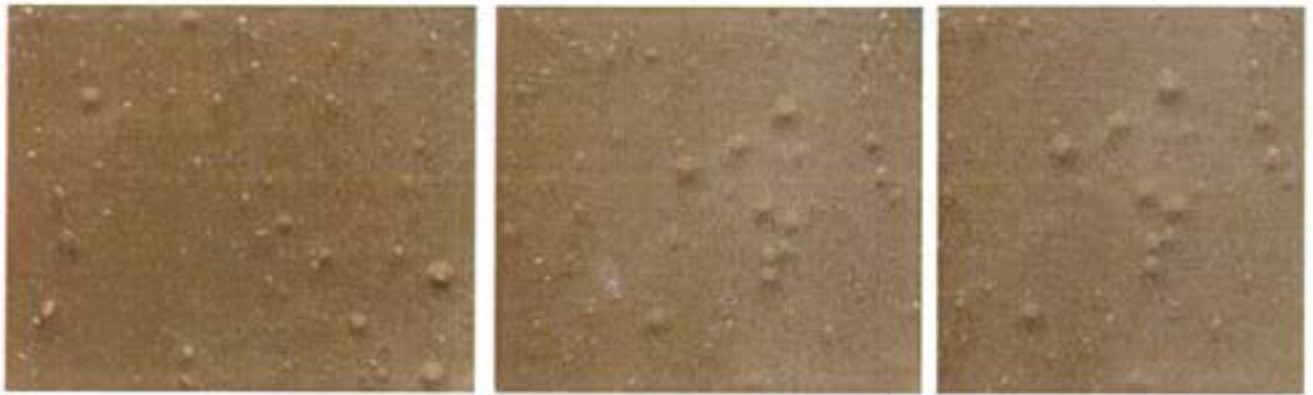
**Tabel 3.** Analiza microbiologică a „Maiei naturale martor” și „Maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”

Nr. crt.	Indicator microbiologic	„Maia naturală martor” (M)	„Maia naturală fortifiată cu <i>Spirulină</i> pulbere, cu potențial antioxidant”	
			V1- <i>Spirulină</i> 3%	V2- <i>Spirulină</i> 5%
1.	Drojdii (UFC/g)*	$1,5 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$
2.	Bacterii lactice (UFC/g)	$7,5 \times 10^6$	$8 \times 10^7$	$2,2 \times 10^8$
3.	<i>Enterobacteriaceae</i> (UFC/g)	< 10	< 10	< 10

\* Drojdii crescute pe mediu DRBC (Dichloran-rose bengal chloramphenicol agar), cf. SR ISO 21527-1:2009



**Figura 6.** Drojdii crescute pe mediu DRBC cazul produsului „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” (nivel de fortifiere 5%)



**Figura 7.** Bacterii lactice în cazul produsului „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” (nivel de fortifiere 5%)

Totodată, în această fază a proiectului a fost testată capacitatea de fermentare a „Maiei naturale fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”. În acest scop, a fost realizat produsul “Pâine albă”, utilizând ca agent de fermentare, „Maiaua naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”, (nivel de fortifiere 5%).



**Figura 8.** Aspect general și în secțiune al pâinilor preparate cu „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” (nivel de fortifiere 5%)

În urma analizei microbiologice a probelor de pâine preparate cu „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” (V2-nivel de fortifiere 5%) ambalate în pungi de polipropilenă, s-a constatat faptul că acestea se încadrează în prevederile legislației în vigoare și la 9 zile de la data fabricației. Stabilitatea microbiologică a probelor de pâine se datorează acidității acestora determinate de „Maiaua naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” și activității antimicrobiene a *Spirulinei* pulbere. Cercetări recente efectuate pe plan internațional au demonstrat activitatea antioxidantă și antimicrobiană a extractelor obținute din *Spirulină* (Abdel-Moneim și alții, 2022).

A fost realizat lotul de test al produsului „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant” și a fost elaborată documentația tehnică de realizare (Standard de firmă, Instrucțiune tehnologică) a acestuia.

Diseminarea rezultatelor obținute în cadrul proiectului s-a realizat prin:

- ✓ Articolul publicat în revistă de specialitate, indexată WoS: *Scientific Papers Series B. Horticulture*, Volume LXVII, No. 1, 2023, pag. 735-744. (Articol: Luminița Catană, Monica Catană\*, Florica Constantinescu, Anda-Grațela Burnete, Adrian Constantin Asănică, 2023, *Research on the nutritional value, bioactive compounds content and antioxidant capacity of Spirulina*, *Scientific Papers Series B. Horticulture*, Volume LXVII, No. 1, 2023, pag. 735-744).
- ✓ Articol acceptat spre publicare în *Volume International Symposium ISB-INMA TEH, Technologies and Technical Systems in Agriculture, Food Industry and Environment*, 2023 (articol BDI) (Luminița Catană, Eugen Tătaru, Monica Catană, Anda-Grațela Burnete, Florica Constantinescu, Nicolae-Valentin Vlăduț, 2023, *Spirulina, important source of proteins, fiber and fatty acids, useful in the fortification process of food products*, *Volume International Symposium ISB-INMA TEH, Technologies and Technical Systems in Agriculture, Food Industry and Environment*)
- ✓ Participare cu postere la două Conferințe științifice internaționale
- ✓ Fișa sintetică de prezentare a produsului „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”.

A fost elaborată și depusă la OSIM Cererea de Brevet Invenție nr. A2023/00741 din 27.11.2023 - „Maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant”, însoțită de documentația aferentă (Descrierea invenției, Revendicări, Rezumat).

Rezultatele obținute în cadrul fazei 2 a proiectului au atins integral obiectivul propus și, respectiv, țintele propuse, în cadrul proiectului. Acestea au fost:

**1 Raport de experimentări**

**1 Studiu experimental** - capacitatea de fermentare a maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant

**1 Documentație tehnică** de realizare a maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant

**1 Produs** (maia naturală fortifiată cu *Spirulină* pulbere)

**1 Rețetă de fabricație**

**1 Articol științific indexat WoS**

**1 Articol științific BDI**

**2 Participări la conferințe științifice naționale/internaționale.**

**1 Fișă de prezentare** a maiei naturale fortificate cu *Spirulină* pulbere, cu potențial antioxidant

**1 Cerere de Brevet de invenție**, depusă la OSIM.

În cadrul proiectului **PN 23 01 01 02**, a fost desfășurată faza 1.1:

**Faza 1.1.** Dezvoltarea protocoalelor de lucru pentru analiza compușilor bioactivi și a testelor de bioaccesibilitate. Identificare surse proteice.

Activitățile de cercetare din faza 1.1. au avut în vedere dezvoltarea protocoalelor de lucru pentru analiza compușilor bioactivi și a testelor de bioaccesibilitate, precum și identificarea de surse proteice. A fost efectuat un studiu de literatură privind evaluarea nutrițională a surselor proteice, metodologia în analiza bioaccesibilității *in vitro*, respectiv metoda standardizată de digestie *in vitro* care poate fi aplicată în cazul alimentelor și metodele utilizate în analiza capacității antioxidante.

Au fost considerate ca surse proteice: leguminoase și microalge. Categoria leguminoaselor a inclus mazăre, fasole, linte, lupin, năut și soia, care sunt descrise fiecare în subcapitole separate, acoperind conținutul de proteine, lipide, carbohidrați, săruri minerale și vitamine, compuși fenolici și factori antinutritivi.

O altă sursă sustenabilă de proteine este reprezentată de microalge, cele mai studiate fiind *Arthrospira (Spirulina) platensis* și diferite specii de *Chlorella* – care au un conținut ridicat de proteine, conținut scăzut de grăsimi, profil corespunzător de aminoacizi, concentrație mare de vitamine (inclusiv



B12), acizi grași  $\omega$ -3 și  $\omega$ -6, minerale (potasiu, calciu, magneziu, seleniu, zinc și altele) și compuși bioactivi.

Calitatea nutrițională a alimentelor este direct corelată cu bioaccesibilitatea unor compuși, care prin digestie devin disponibili pentru absorbție ulterioară în intestinul subțire. Deci, bioaccesibilitatea reprezintă cantitatea de compus/nutrient care este eliberat din matricea alimentară și este considerat a fi disponibil pentru absorbție în intestin. Studiile de digestie *in vitro* sunt utilizate pe scară largă cu scopul de a prezice comportamentul componentelor alimentare în tractul digestiv. Cele mai multe dintre aceste studii sunt efectuate în modele statice în care digestia gastrică și din intestinul subțire este mimată în doi pași consecutivi. În timpul fiecărei etape, substratul este incubat pentru un timp specific cu fluidele digestive simulate gastric și, respectiv, din intestinul subțire.

Metodologia pentru digestibilitatea gastrointestinală simulată *in vitro* pentru alimente se evaluează pe baza unui consens internațional stabilit în cadrul rețelei COST Infogest (Minekus și colab., 2014).

Protocolul de digestie include 3 etape succesive: (1) fază orală: amestecarea probei și a fluidului salivar simulat (SSF) (1:1, m/v) cu  $\alpha$ -amilaza salivară umană și  $\text{CaCl}_2$  la pH 7 și 37 °C timp de 2 min; (2) fază gastrică: amestecarea bolusului oral și a fluidului gastric simulat (SGF) (1:1) cu pepsină din mucoasa gastrică porcină și  $\text{CaCl}_2$  la pH 3 și 37 °C timp de 2 ore și (3) fază intestinală: amestecarea chimului gastric și a fluidului intestinal simulat (SIF) (1:1) cu enzime (pancreatină din pancreasul porcine), bilă proaspătă și  $\text{CaCl}_2$  la pH 7 și 37 °C timp de 2 ore.

Metodele utilizate în analiza capacității antioxidante sunt:

→ Analiza activității antioxidante prin metoda FRAP (reducerea ionului feric/putere antioxidantă)

*Principiul metodei:* metoda FRAP se bazează pe capacitatea antioxidantilor de a reduce complexul ion feric, tripiridiltriazină- $\text{Fe}^{3+}$  (Fe(III)-TPTZ) de culoare galbenă la complexul feros, tripiridiltriazină- $\text{Fe}^{2+}$  (Fe(II)-TPTZ) care are culoarea albastră, prin acțiunea de cedare de electroni de către antioxidanți (în condiții de pH acide). Produsul de reacție de culoare albastră este măsurat spectrometric la 593 nm. Activitatea antioxidantă este determinată ca o creștere a absorbanței la 593 nm, iar rezultatele sunt exprimate în raport cu un antioxidant standard (Trolox).

→ Analiza activității antioxidante prin metoda cation-radicalului ABTS

*Principiul metodei:* testul ABTS măsoară capacitatea compușilor antioxidanți de a neutraliza cationul radical stabil al acidului 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonic) ( $\text{ABTS}^{\bullet+}$ ), un cromofor albastru-verde cu absorbție maximă la 734 nm, a cărui intensitate scade în prezența antioxidantilor.  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  este generat din ABTS în prezența persulfatului de potasiu. Testul ABTS este folosit pentru a exprima capacitatea antioxidantă echivalentă cu Trolox (TEAC).

→ Analiza activității antioxidante prin metoda CUPRAC (capacitatea antioxidantă reducătoare a cuprului sau potențialul antioxidant de reducere a ionului cupric)

*Principiul metodei:* testul CUPRAC se bazează pe reducerea ionului cupric ( $\text{Cu}^{2+}$ ) la cupros ( $\text{Cu}^+$ ) în prezența neocuproinei (2,9-dimetil-1,10-fenantrolină). Neocuproina este ligandul folosit pentru a forma un complex cupru-ligand cu scopul de a facilita măsurarea absorbției. Reducerea  $\text{Cu}^{2+}$  în prezența neocuproinei de către un agent reducător produce un complex  $\text{Cu}^+$  cu vârf de absorbție maximă la 450 nm.

Pentru determinarea capacității antioxidante pe probe reale cu cele 3 metode stabilite, s-au analizat 1 probă de leguminoase (făină de mazăre) și o probă de microalge (*Spirulina*). Probele au fost extrase timp de 3 ore cu soluție de metanol 80%, astfel: 1 g făină de mazăre cu 6 mL solvent și 0,1 g *Spirulina* cu 10 mL solvent. Metoda de extracție implică agitarea pe vortex, urmată de centrifugare la 11000 rpm, timp de 30 min. Supernatantul rezultat în urma centrifugării a fost folosit în analiza capacității antioxidante. Au fost efectuate câte 6 repetiții independente, iar rezultatele obținute pentru făina de mazăre și *Spirulina* sunt prezentate în Tabelul 1 și, respectiv, Tabelul 2.

**Tabel 1.** Parametrii statistici pentru analiza capacității antioxidante în proba de leguminoase (mazăre) (n = 6).

	Metoda FRAP	Metoda ABTS	Metoda CUPRAC
	mg Trolox/100 g	mg Trolox/100 g	mg Trolox/100 g
Medie	3,93	104,55	68,13
S <sub>D</sub> (r)	0,07	1,57	1,25
RSD(r), %	1,89	1,50 <sup>4p</sup>	1,83
r	0,21	4,40	3,50

S<sub>D</sub>(r): deviație standard, în condiții de repetabilitate; RSD (r): deviație standard relativă în condiții de repetabilitate; r: repetabilitate limită.

**Tabel 2.** Parametrii statistici pentru analiza capacității antioxidante în proba de microalge (*Spirulina*) (n = 6).

	Metoda FRAP	Metoda ABTS	Metoda CUPRAC
	mg Trolox/100 g	mg Trolox/100 g	mg Trolox/100 g
Medie	238,90	736,32	1541,84
S <sub>D</sub> (r)	8,87	37,48	39,89
RSD(r), %	3,71	5,09	2,59
r	24,82	104,94	111,70

S<sub>D</sub>(r): deviație standard, în condiții de repetabilitate; RSD (r): deviație standard relativă în condiții de repetabilitate; r: repetabilitate limită.

Rezultatele obținute în cadrul fazei 1.1 a proiectului au atins integral obiectivul propus și țintele din cadrul proiectului. Acestea au fost:

- 1 Metodologie de lucru – analiză bioaccesibilitate *in vitro*,
- 3 Metode capacitate antioxidantă (metodele ABTS, FRAP, CUPRAC),
- 1 Studiu – evaluare nutrițională surse proteice.

În cadrul Obiectivului 23 01 02: Creșterea gradului de circularitate pe lanțul alimentar și diminuarea risipei alimentare s-au derulat 2 proiecte:

- PN 23 01 02 01 Cercetări privind valorificarea superioară a unor deșeuri vegetale bogate în nutrienți și compuși bioactivi, în contextul economiei circulare și promovării "tehnologiilor verzi" și
- PN 23 01 02 02 Cercetări privind creșterea duratei de valabilitate și a durabilității alimentelor prin procese fermentative

În cadrul proiectului PN 23 01 02 01, au fost desfășurate următoarele faze:

**Faza 1:** Cercetări privind valorificarea deșeurilor conopidei (frunze, tulpini) în scopul obținerii unor ingrediente funcționale cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant (pulberi) și

**Faza 2:** Cercetări privind realizarea și caracterizarea calitativă a unor produse de panificație/patiserie fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă. Diseminare informații.

În faza 1 au fost valorificate deșeuri (frunze, tulpini) de conopidă prin realizarea de ingrediente funcționale cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant (pulberi).

Cercetările întreprinse pe plan internațional evidențiază faptul că deșeurile conopidei (tulpinile și frunzele) sunt surse de nutrienți și compuși bioactivi, care pot fi valorificate. Frunzele conopidei au conținutul în glucozinolați, compuși fenolici, elemente minerale, aminoacizi totali, fibre, mai mare decât conopida (inflorescența). Totodată, frunzele conopidei au capacitatea antioxidantă mai mare decât cea a inflorescenței (frunze: 150 μmol Echivalenți Trolox/g s.u.; inflorescență: 133,75 μmol Echivalenți Trolox/g s.u.), datorită conținutului mai ridicat în compuși bioactivi. De asemenea, tulpinile conopidei au

conținutul în glucozinolați, elemente minerale, aminoacizi totali, fibre alimentare, mai mare decât conopida (inflorescența).



**Figura 1.** Deșeuri de conopidă utilizate în experimentări

În cadrul Stației Experimentări Pilot Procesare Legume și Fructe din IBA-București, au fost întreprinse experimentări pentru obținerea unor ingrediente funcționale cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant (pulberi), prin valorificarea deșeurilor de conopidă (frunze, tulpini).

Deșeurile de conopidă, au fost supuse deshidratării prin două procedee:

- uscare convectivă, cu aer cald
- liofilizare

În cadrul experimentărilor, în stabilirea parametrilor procesului de deshidratare, s-a avut în vedere protejarea componentelor bioactivi (vitamina C, polifenoli, glucozinolați, carotenoizi etc.) pentru obținerea unor ingrediente funcționale cu valoare nutrițională ridicată, potențial antioxidant și stabile din punct de vedere microbiologic.

*Parametrii optimi ai procesului de deshidratare cu aer cald* ai deșeurilor de conopidă (frunze, tulpini) tratate termic și divizate sunt următorii:

- Deshidratare cu aer cald, la temperatura de 50°C, într-un uscător electric convectiv (Memmert), pe grătare de inox, cu așezarea materialului vegetal într-un singur strat;
- Timp de deshidratare: 13,5-14 ore în cazul frunzelor și 15,5-16 ore în cazul tulpinilor
- Viteza aerului cald: 2,2 m/s – 2,3 m/s
- Umiditatea finală a materialului vegetal deshidratat: max. 8,5%.

*Parametrii optimi ai procesului de deshidratare prin liofilizare* ai deșeurilor de conopidă (frunze, tulpini) tratate termic și divizate, sunt următorii:

- Liofilizare la temperatura de -55°C, într-un liofilizator de laborator (Heto Power Dry PL 3000, produs de firma Thermo Electron Corporation), materialul vegetal congelat la - 20°C fiind distribuit în flacoare de centrifugă cu capacitate de 50 mL;
- Timp de liofilizare: 18-18,5 ore pentru în cazul frunzelor și 20-20,5 ore în cazul tulpinilor
- Umiditatea finală a materialului vegetal deshidratat: max. 8%.



**Figura 2.** "Ingredient funcțional (pulbere) din frunze de conopidă" (obținut prin deshidratare cu aer cald la temperatura de 50°C)

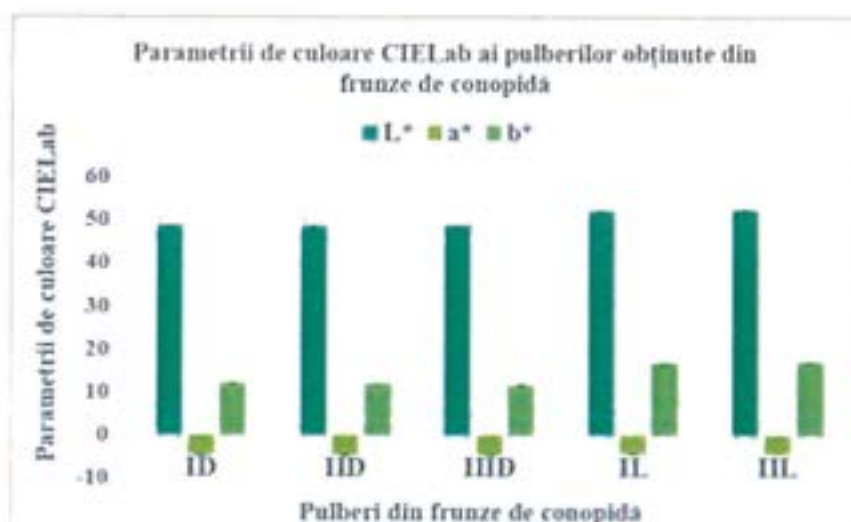


**Figura 3.** "Ingredient funcțional (pulbere) din tulpini de conopidă"(obținut prin liofilizare la temperatura de -55°C)

Ingredientele funcționale obținute în experimentări, prin valorificarea deșeurilor de conopidă (frunze, tulpini) au fost caracterizate din punct de vedere calitativ (senzorial, fizico-chimic și microbiologic).

Analiza senzorială a relevat faptul că ingredientele funcționale obținute prin valorificarea frunzelor de conopidă se prezintă sub forma unor pulberi cu gust și miros caracteristice, de culoare verde închis, în cazul celor obținute prin deshidratare cu aer cald, la temperatura de 50°C și, respectiv, verde deschis în cazul celor obținute prin liofilizare, la temperatura de -55°C.

În urma analizei instrumentale a culorii (figura 4), s-a constatat faptul că pulberile obținute din frunze de conopidă prin liofilizare au înregistrat valori mari ale luminanței ( $L^* = 51,90$ , respectiv,  $L^* = 52,18$ ) și ale parametrului  $b^*$  -coordonata galbenă a culorii ( $b^* = 16,56$ , respectiv,  $b^* = 16,88$ ), comparativ cu cele obținute prin deshidratare cu aer cald.

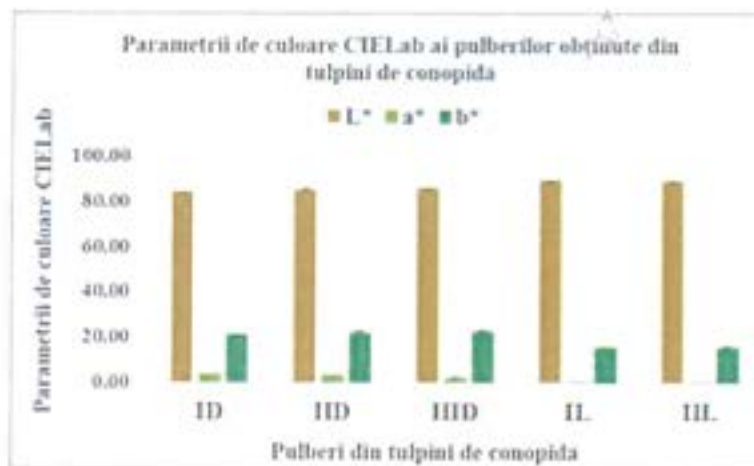


**Figura 4.** Parametrii de culoare CIELab ai pulberilor obținute din frunze de conopidă

Analiza senzorială a relevat faptul că ingredientele funcționale obținute prin valorificarea tulpinilor de conopidă, se prezintă sub forma unor pulberi cu gust și miros, caracteristice, de culoare alb-gălbuie, în

cazul celor obținute prin deshidratare cu aer cald, la temperatura de 50°C și, respectiv, albă în cazul celor obținute prin liofilizare, la temperatura de -55°C.

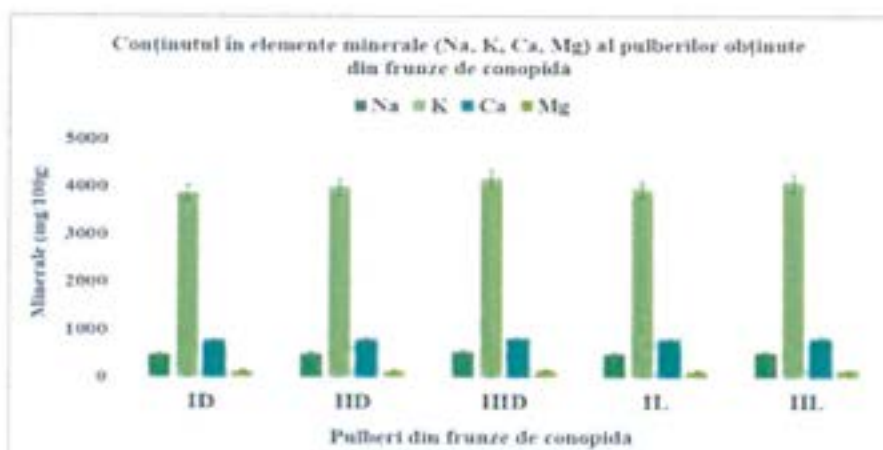
În urma analizei instrumentale a culorii (figura 5), s-a constatat faptul că pulberile obținute din tulpini de conopidă prin liofilizare au înregistrat valori mari ale luminanței ( $L^* = 89,26$ , respectiv,  $L^* = 88,25$ ) și valori mai mici ale parametrului  $b^*$  -coordonata galbenă a culorii ( $b^* = 15,40$  respectiv,  $b^* = 15,85$ ), comparativ cu cele obținute prin deshidratare cu aer cald.



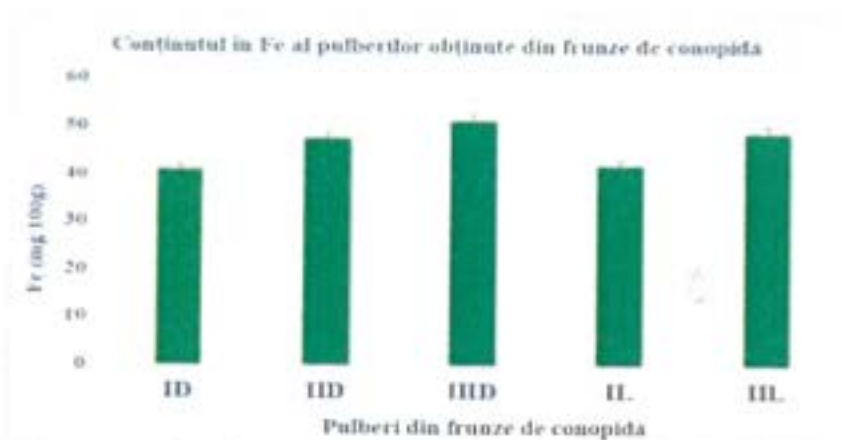
**Figura 5.** Parametrii de culoare CIELab ai pulberilor obținute din frunze de conopidă

Analiza fizico-chimică a pulberilor obținute din deșeurile de conopidă (frunze, tulpini) a evidențiat faptul că acestea se remarcă prin conținutul în proteine (22,33-29,95%), cenușă totală (9,12-11,23%), zahăr total (14,32-21,05%) și fibre totale (23,27-31,20%).

Totodată, pulberile obținute prin procesarea deșeurilor de conopidă (frunze, tulpini) se remarcă prin conținutul în elemente minerale: Na (355,25-501,55 mg/100g), K (1785,35 – 4178,21mg/100g), Ca (505,35–815,46 mg/100g), Mg (97,56-145,85 mg/100g), Fe (28,43 –51,15 mg/100g), Zn (4,27-7,78 mg/100g), Mn (1,56-3,63 mg/100). În figura 6 este prezentat conținutul în Na, K, Ca, Mg al pulberilor obținute din frunze de conopidă, iar figura 7, este prezentat conținutul în fier al acestora.



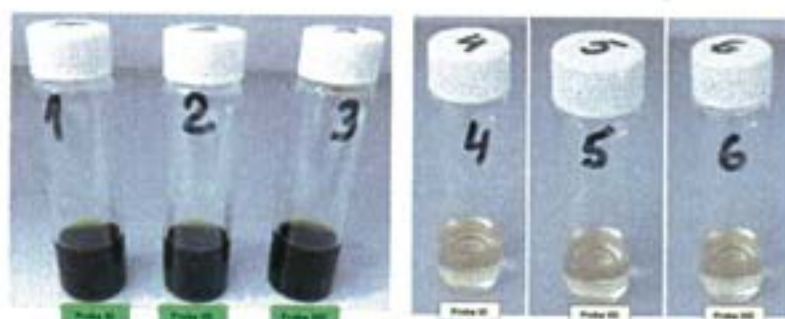
**Figura 6.** Conținutul în elemente minerale (Na, K, Ca, Mg) al pulberilor obținute din frunze de conopidă



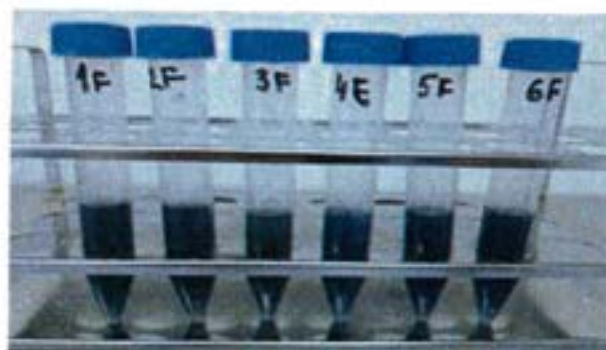
**Figura 7.** Conținutul în fier (Fe) al pulberilor obținute din frunze de conopidă

A fost analizat conținutul în compuși bioactivi și capacitatea antioxidantă ale ingredientelor funcționale cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant (pulberi) obținute prin valorificarea deșeurilor conopidei (frunze, tulpini). Astfel, fost determinat conținutul în polifenoli totali (4,59-9,95 mg GAE/g s.u.) glucozinolați (137,43 - 383,22 mmol/g s.u.), vitamina C (51,75-195,76 mg/100g),  $\alpha$ -tocoferol (1,05-5,11 mg/100g), carotenoizi totali 0,287-162,75 mg/100g),  $\beta$ -caroten (39,45-53,54 mg/100g), luteină (11,65-21,18 mg/100g), clorofila a (1,81-2,19 mg/g), clorofila b (3,10-3,82 mg/g) și capacitatea antioxidantă (10,72- 24,87  $\mu$ mol Trolox/g) ale pulberilor obținute din deșeurile de conopidă (frunze, tulpini).

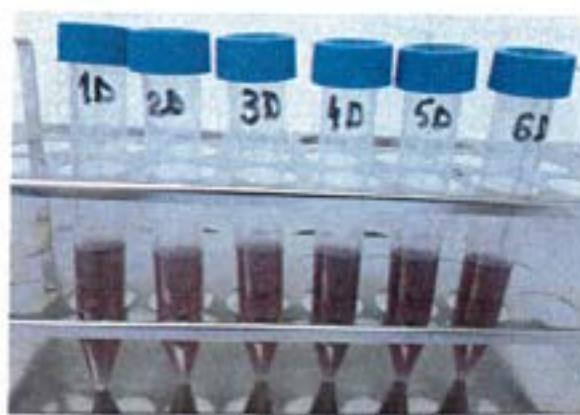
Conform rezultatelor obținute, conținutul în compuși bioactivi, al pulberilor obținute din deșeurile de conopidă prin liofilizare la temperatura de  $-55^{\circ}\text{C}$ , este de 1,21 – 2,44 ori mai mare (diferențiat pentru fiecare compus bioactiv), comparativ cu cel obținut în cazul pulberilor procesate prin deshidratare cu aer cald, în uscător convectiv, la temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 8.** Extracte acetonicе (soluție de acetonă 80%) ale pulberilor obținute din deșeurile de conopidă prin deshidratare cu aer cald, la temp. de  $50^{\circ}\text{C}$  (frunze de conopidă: probe 1,2,3; tulpini de conopidă: probe 4,5,6), utilizate pentru determinarea carotenoizilor și clorofilei (a, b)



**Figura 9.** Extracte metanolice cu adaos de reactiv Folin-Ciocalteu ale pulberilor obținute din deșeurile de conopidă prin deshidratare cu aer cald, la temp. de  $50^{\circ}\text{C}$  (frunze de conopidă: probe 1,2,3; tulpini de conopidă: probe 4,5,6), utilizate pentru determinarea polifenolilor totali



**Figura 10.** Extracte metanolice cu adaos de soluție DPPH\* (radical 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) ale pulberilor obținute din deșeurile de conopidă prin deshidratare cu aer cald, la temp. de 50°C (frunze de conopidă: probe 1,2,3; tulpini de conopidă: probe 4,5,6), utilizate pentru determinarea capacității antioxidante

Pulberile obținute din deșeurile de conopidă (frunze, tulpini) prin liofilizare la temperatura de -55°C, au capacitatea antioxidantă de 1,59 – 1,86 ori mai mare, comparativ cu pulberile obținute prin deshidratare cu aer cald, în uscător convectiv, la temperatura de 50°C.

În faza 1 a proiectului a fost realizată o analiză cost-beneficiu în cazul procedurilor de deshidratare a deșeurilor de conopidă (frunze, tulpini) prin deshidratare cu aer cald la temperatura de 50°C și liofilizare la temperatura de -55°C. Conform rezultatelor obținute, costurile pentru obținerea pulberilor din deșeurile de conopidă (frunze, tulpini) prin liofilizare la temperatura de -55°C, sunt semnificativ mai mari, comparativ, cu cele prin deshidratare cu aer cald la temperatura de 50°C.

De asemenea, în această fază a proiectului a fost elaborată Documentația tehnică de realizare (Standard de firmă, Instrucțiune tehnologică) a ingredientelor funcționale (pulberi), obținute prin valorificarea deșeurilor de conopidă.

Totodată, în această fază a fost analizată activitatea antibacteriană a pulberilor obținute din deșeurile de conopidă, față de tulpinile patogene *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 și *Bacillus cereus* ATCC 11778. Studiul experimental întreprins, a relevat faptul că extractele obținute din pulberile de frunze, respectiv, tulpini de conopidă, prezintă activitate antibacteriană față de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 și *Bacillus cereus*.

În scopul diseminării rezultatelor obținute au fost elaborate următoarele fișe sintetice:

- ✓ Fișa privind valorificarea frunzelor de conopidă, prin obținerea unui "Ingredient funcțional cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant"
- ✓ Fișa privind valorificarea tulpinilor de conopidă, prin obținerea unui "Ingredient funcțional cu valoare nutrițională ridicată și potențial antioxidant".

În cadrul fazei 1 a proiectului indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare au fost realizați integral. Aceștia au fost:

- 1 **Raport** de experimentări;
- 2 **Documentații tehnice** de realizare a ingredientelor funcționale (pulberi), obținute din deșeurile de conopidă (frunze, tulpini);
- 1 **Studiu experimental** privind activitatea antibacteriană a ingredientelor funcționale obținute din deșeurile de conopidă (frunze, tulpini) și
- 2 **Fișe** privind valorificarea deșeurilor de conopidă, prin obținerea de ingrediente funcționale.

În faza 2 au fost efectuate cercetări privind realizarea și caracterizarea calitativă a unor produse de panificație/patiserie fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeurile de conopidă, după cum urmează:

- „Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă”
- „Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă”.

Produsul „Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă” are o compoziție originală, fundamentată științific, constituită dintr-un ingredient funcțional (pulbere) obținut din tulpini de conopidă, făină albă de grâu tip 650, făină integrală de grâu, făină de cânepă, făină din deșeurile de mere, semințe

decorticate de cânepă, mix de semințe (dovleac, floarea soarelui, in), lapte dulce 1,5 % grăsime, prune deshidratate, unt cu grăsime 65%, drojdie comprimată, zahăr brun și sare de mare, în care sunt valorificate atât calitățile senzoriale și nutriționale ale acestor ingrediente, cât și sinergismul compușilor bioactivi. Pentru obținerea minibaghetei fortificate s-a utilizat procedeul bifazic, deoarece asigură obținerea unui produs cu porozitate și elasticitate superioare ale miezului, gust și aromă plăcute, conținut ridicat al fierului solubil.

Pulberea obținută prin valorificarea superioară a tulpinilor de conopidă, în cadrul Stației Experimentări Pilot Legume-Fructe din IBA București, asigură fortifierea baghetei cu compuși bioactivi (glucozinolați, polifenoli, vitamina E), proteine, elemente minerale (potasiu, calciu, magneziu, fier, zinc), fibre alimentare. Fibrele alimentare pe care le conține făina obținută din tulpinile de conopidă au o valoare deosebită, deoarece sunt asociate cu antioxidanți naturali: polifenoli, vitamina C, vitamina E. Este de remarcat este faptul că adaosul fibrelor alimentare însoțite de antioxidanți, în compoziția produselor de panificație determină atât creșterea valorii nutriționale, cât și creșterea durabilității minime a acestora (Xu și colab., 2021).

Produsul „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă” are o compoziție originală, fundamentată științific, constituită dintr-un ingredient funcțional (pulbere) obținut din frunzele de conopidă, făină albă de grâu tip 000, făină din deșeuri de mere, semințe decorticate de cânepă, ouă, zahăr brun, merișoare deshidratate și îndulcitor, ulei de floarea soarelui, zahăr cu scorțișoară, esență de vanilie, praf de copt și sare de mare, în care sunt valorificate atât calitățile senzoriale și nutriționale ale acestor ingrediente, cât și sinergismul compușilor bioactivi.

Pulberea obținută prin valorificarea superioară a frunzelor de conopidă în cadrul Stației Experimentări Pilot Legume-Fructe, din IBA București, asigură fortifierea minichecului cu compuși bioactivi (glucozinolați, polifenoli, vitamina E, carotenoizi), proteine, elemente minerale (potasiu, calciu, magneziu, fier, zinc) și fibre alimentare.

În experimentările întreprinse, alături de produsul "Minibaghetă Martor" (produs nefortifiat cu pulbere din tulpini de conopidă, cod MB\_FCC-M) au fost realizate minibaghete în trei variante experimentale de fortifiere, după cum urmează:

- ✓ V1- nivel de fortifiere cu pulbere din tulpini de conopidă, 1,5% (cod MB\_FCC-V1)
- ✓ V2- nivel de fortifiere cu pulbere din tulpini de conopidă, 2,5% (cod MB\_FCC-V2)
- ✓ V3- nivel de fortifiere cu pulbere din tulpini de conopidă, 3,5% (cod MB\_FCC-V3)

În experimentările întreprinse, alături de produsul "Minichec Martor" (produs nefortifiat cu pulbere din frunze de conopidă, cod MCh\_FFC-M) a fost realizat și produsul „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă”, în patru variante experimentale de fortifiere, după cum urmează:

- ✓ V1- nivel de fortifiere cu pulbere din frunze de conopidă, 4% (cod MCh\_FFC-V1)
- ✓ V2- nivel de fortifiere cu pulbere din frunze de conopidă, 9% (cod MCh\_FFC-V2)
- ✓ V3- nivel de fortifiere cu pulbere din frunze de conopidă, 18% (cod MCh\_FFC-V3)
- ✓ V4- nivel de fortifiere cu pulbere din frunze de conopidă, 23% (cod MCh\_FFC-V4)



**Figura 1.** „Minibaghetă fortifiată cu pulbere din tulpini de conopidă” (variantă experimentală V3)





**Figura 2.** „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă” (variantă experimentală V3)

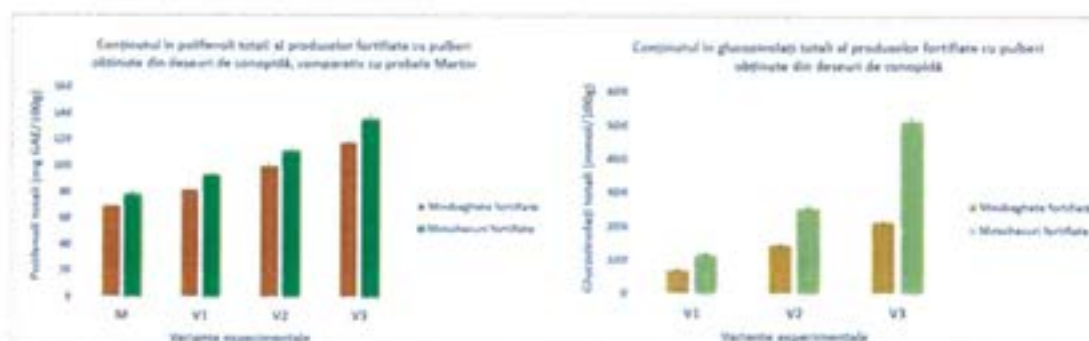
În urma analizei senzoriale s-a constatat faptul că adaosul pulberii din tulpini de conopidă (nivele de fortifiere de 1,5%, 2,5% și 3,5%) în compoziția minibaghetelor nu afectează gustul și mirosul/aroma acestora. Astfel, minibaghetele fortifiolate cu pulbere din tulpini de conopidă, în concentrațiile specificate, prezintă gust și miros/aromă plăcute, caracteristice unui produs de panificație bine copt, cu adaos de mix de semințe, prune deshidratate și pulbere din tulpini de conopidă. Totodată, produsul „Minibaghetă fortifiată cu pulbere din tulpini de conopidă” prezintă coajă de culoare brun-roșcată, uniformă și miez elastic, dens, cu pori uniformi, caracteristic unui produs făinos bine copt, de culoare alb-gălbuie (în miez se pot distinge fragmente de prune deshidratate, de culoare violacee).

În urma analizei senzoriale s-a constatat faptul că adaosul pulberii din frunze de conopidă (nivele de fortifiere de 4%, 9% și 18%) în compoziția minichecurilor, nu afectează gustul și mirosul/aroma acestora. Astfel, minichecurile fortifiolate cu pulbere din frunze de conopidă, în concentrațiile specificate, prezintă gust și miros/aromă plăcute, caracteristice unui produs de patiserie bine copt, cu adaos de zahăr cu scorțișoară, esență de vanilie, merișoare deshidratate și pulbere din frunze de conopidă. Totodată, produsul „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă” prezintă coajă de culoare brun-închisă, uniformă și miez elastic, dens, cu pori uniformi, caracteristic unui produs făinos bine copt, de culoare verde, caracteristică (în miez se pot distinge fragmente de merișoare deshidratate, de culoare vișiniu-închis).

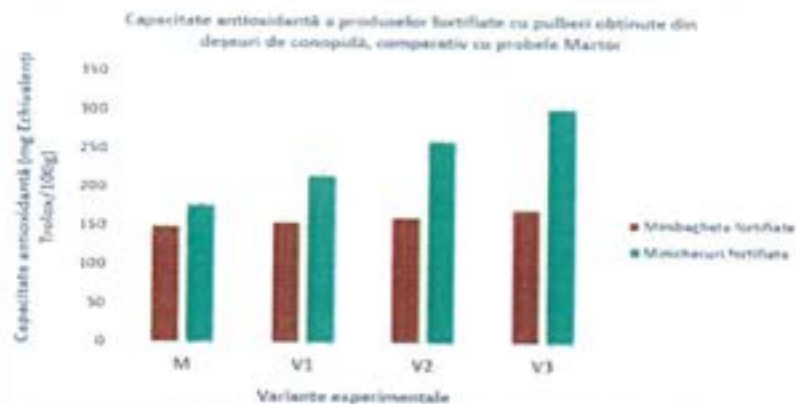
În urma analizei senzoriale s-a constatat faptul că adaosul pulberii din frunze de conopidă în compoziția minichecurilor, corespunzător nivelului de fortifiere de 23%, afectează gustul și mirosul/aroma acestora.

Analiza fizico-chimică a produselor „Minibaghetă fortifiată cu pulbere din tulpini de conopidă” și „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă” a evidențiat faptul că acestea se remarcă prin conținutul în elemente minerale (1,86-2,30%), proteine (13,42-16,06 %), fibre totale (4,16-6,92 %) și compuși bioactivi (polifenoli totali: 81,85-157,15mg GAE/100g; glucozinolați: 70,56 - 647,87 mmol/100g;  $\alpha$ -tocoferol: 0,51-0,68 mg/100g; carotenoizi totali: 0,74-4,27 mg/100g;  $\beta$ -Caroten: 0,24-1,43 mg/100g; clorofila a: 1,09 -5,75 mg/100g; clorofila b: 1,76-10,06 mg/100g) și prin capacitatea antioxidantă (155,45-364,23 mg Echivalenți Trolox/100 g).

Produsul „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă” are conținutul în polifenoli totali, glucozinolați și  $\alpha$ -Tocoferol și capacitatea antioxidantă, mai mari, comparativ cu produsul „Minibaghetă fortifiată cu pulbere din tulpini de conopidă”.



**Figura 3.** Conținutul în polifenoli totali și glucozinolați, al produselor fortifiolate cu pulberi obținute din deșeuri de conopidă, comparativ cu probele Martor



**Figura 4.** Capacitate antioxidantă a produselor fortificate cu pulberi obținute din deșeuri de conopidă, comparativ cu probele Martor

Pe baza analizelor senzoriale și fizico-chimice, precum și a conținutului în compuși bioactivi și a capacității antioxidante, a fost selectată *varianta optimă* pentru fiecare produs: *V3* (cod MB\_FCC-V3, nivel de fortifiere 3,5%) pentru "Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă" și *V3* (cod MCh\_FFC-V3, nivel de fortifiere 18%) pentru "Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă".

În urma analizei microbiologice a produsului "Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă" ambalat în pungă de polipropilenă, s-a constatat faptul că acesta se încadrează în prevederile legislației în vigoare și la 6 zile de la data fabricației.

În urma analizei microbiologice a produsului "Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă" ambalat în pungă de polipropilenă, s-a constatat faptul că acesta se încadrează în prevederile legislației în vigoare și la 28 zile de la data fabricației.

Coroborând rezultatele analizei senzoriale, fizico-chimice, conținutului în compuși bioactivi și capacității antioxidante, a fost stabilită durabilitatea minimală a celor două produse de fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă:

- ✓ "Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă" - durabilitate minimală 3 zile
- ✓ "Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă" – durabilitate minimală 15 zile

Totodată, în această fază a proiectului a fost elaborată documentația tehnică de realizare a produselor fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă, după cum urmează:

- ✓ Documentație tehnică de realizare a produsului „Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă” (Standard de firmă, Instrucțiune tehnologică)
- ✓ Documentație tehnică de realizare a produsului „Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă” (Standard de firmă, Instrucțiune tehnologică).

Diseminarea rezultatelor obținute în cadrul proiectului s-a realizat prin:

- ✓ Articol publicat în revistă de specialitate, indexată WoS: *Scientific Papers Series B.Horticulture*, Volume LXVII, No. 1, 2023, pag. 745-753 (Monica Catană, Luminița Catană, Adrian Constantin Asănică, Monica-Alexandra Dără, Florica Constantinescu, 2023, *Research on the capitalization of the nutritional and bioactive potential of cauliflower leaves in the circular economy context*, *Scientific Papers. Series B, Horticulture (indexată WoS)*, Vol. LXVII, No. 1, 2023, pag. 745-753)
- ✓ Articol acceptat spre publicare în *Volume International Symposium ISB-INMA TEH, Technologies and Technical Systems in Agriculture, Food Industry and Environment*, 2023 (articol BDI) (Monica Catană, Luminița Catană, Florica Constantinescu, Alexandra-Monica Dără, Nicolae-Valentin Vlăduț, 2023, *Research on the achievement of a functional ingredient from cauliflower leaves by lyophilization*, *Volume International Symposium ISB – INMA TEH, Technologies and Technical Systems in Agriculture, Food Industry and Environment*)
- ✓ Participare cu postere la două Conferințe științifice internaționale
- ✓ Fișe sintetice de prezentare ale produselor „Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă” și „Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă”.

Au fost elaborate și depuse la OSIM două Cereri de Brevet Invenție, însoțite de documentația aferentă (Descrierea invenției, Revendicări, Rezumat):

**Cerere de Brevet de de invenție nr. A2023/00740 din 27.11.2023 - „Minibaghetă fortifiată cu pulbere din tulpini de conopidă”**

**Cerere de Brevet de de invenție nr. A2023/00739 din 27.11.2023 - „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă”.**

Rezultatele obținute în cadrul fazei 2 a proiectului au atins integral obiectivul propus și, respectiv, țintele propuse, în cadrul proiectului. Acestea au fost:

**1 Raport de experimentări**

**2 Documentații tehnice** de realizare a produselor de panificație/patiserie fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă

**2 Produse panificație/patiserie fortificate**

**2 Rețete de fabricație**

**1 Articol științific indexat WoS**

**1 Articol științific BDI**

**2 Participări la conferințe științifice naționale/internaționale**

**2 Fișe ale produselor de panificație/patiserie fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă**

**2 Cereri de Brevet de invenție, depuse la OSIM.**

În cadrul proiectului **PN 23 01 02 02**, au fost desfășurate următoarele faze:

**Faza 1:** Cercetări privind obținerea de aluaturi acide prin fermentație spontană și

**Faza 2:** Optimizarea proceselor fermentative a aluaturilor acide obținute prin fermentație spontană.

În **faza 1**, obiectivul principal a fost obținerea aluaturilor acide prin fermentație spontană, utilizând diferite ingrediente și parametri tehnologici.

Au fost realizate studii aprofundate cu privire la stadiul actual al cunoașterii aspectelor legate de tehnologiile de obținere a aluaturilor acide cu trimitere către ingredientele și parametri tehnologici utilizați și importanța aluaturilor acide pentru calitatea igienică, nutrițională și senzorială a produselor de panificație. Studiile au cuprins două etape care descriu tehnologiile de obținere și valorificare a aluaturilor acide, importanța bacteriilor acido-lactice pentru industria de panificație, caracterizarea morfologică a acestora, evidențierea avantajelor utilizării aluaturilor acide în industria de panificație precum și înțelegerea aprofundată a comportamentului microorganismelor (bacterii lactice și drojdii) în procesul de fermentație.

De asemenea, în prima fază s-a testat tehnologia de obținere a aluaturilor acide la nivel de laborator, prin elaborarea de rețete cu ingrediente diferite, supuse fermentării pe seama microflorei proprii, în condiții controlate, pentru obținerea a două tipuri de aluaturi acide ce vor fi utilizate în experimentările viitoare.

Studiile despre aluatul acid până în prezent sugerează că cei mai influenți factori sunt tipul de făină, hidratarea, temperatura, timpul, practicile de reimprospătare-împrospătare și mediul. Ecosistemul aluatului acid este o cultură complexă de microorganisme înalt specializate care determină în mare măsură calitatea, structura și funcția culturilor starter în produsele de panificație.

Cercetările viitoare ar trebui să examineze ecologia microbiană și calitatea senzorială a produselor autentice de aluat acid/maia și de asemenea să urmărească conectarea ecologiei microbiene cu calitățile senzoriale și tehnice ale produselor cu aluat.

Utilizarea aluatului acid este considerat un instrument cheie pentru producerea pâinii de înaltă calitate. Au fost evidențiate mai multe avantaje prin aplicarea aluatului în fabricarea pâinii, cum ar fi durata de conservare crescută, profiluri aromatice și caracteristici senzoriale îmbunătățite, valoare nutritivă crescută și beneficii pentru sănătate. De asemenea, au fost evidențiate și beneficii tehnologice, precum aplicarea cu succes a aluatului acid în pâinele fără gluten. Mulți factori sunt considerați importanți pentru produsele cu aluat acid; cu toate acestea, selecția corectă a culturilor inițiale este considerată cea mai centrală.

Avantajele folosirii aluatului acid în tehnologia de panificație sunt legate de:

- posibilitatea dospirii pâinii cu puțină drojdie;

- îmbunătățirea proprietăților reologice ale aluatului (prin acumularea de metaboliți respectiv de aminoacizi);
- obținerea unor produse cu aroma și textură (ca urmare a formării de exopolizaharide) mai bună, comparativ cu produsele fermentate doar cu drojdie;
- îmbunătățirea valorii nutritive a pâinii, prin creșterea biodisponibilității mineralelor și scăderea indexului glicemic, etc;
- creșterea duratei de păstrare datorită efectului inhibitor asupra mucegaiurilor pe care îl au acizii organici formați în timpul fermentării.

Proprietățile antimicrobiene ale bacteriilor lactice sunt date de moleculele antimicrobiene produse de aceste tulpini, care pot fi împărțite în trei grupe: (a) bacteriocine peptidice sau proteice; (b) acizi organici (acid butiric, acetic, lactic); (c) alte molecule mici, de exemplu diacetil, peroxid de hidrogen, acetaldehidă, acetoină, reuterină și reutericiolină. Bacteriile lactice acide sunt, de asemenea, potrivite pentru inhibarea mucegaiurilor care sunt responsabile pentru alterarea alimentelor și producerea de micotoxine. Bacteriile lactice sunt dotate cu substanțe asemănătoare bacteriocinei și produc acizi organici care au proprietăți fungistatice și fungicide caracteristice și inhibă ciupercile și drojdiile, cum ar fi *Aspergillus versicolor*, *Debaryomyces hansenii*, *Penicillium expansum*, *Fusarium culmorum*, *Aspergillus fumigatus*, *Candida parapsilosis*, *Aspergillus niger* și *Penicillium crissogenum*.



**Figura 1.** Tipurile de făină utilizate în experimentări

Analiza caracteristicilor fizico-chimice a evidențiat că valorile umidității (%) în cazul probelor de făină de grâu nu depășesc valorile optime pentru acest tip de făină, valoarea maximă fiind de 14,5 %. Doar făina de porumb prezintă o umiditate mai ridicată, 13,7%, dar valoarea limită nu este depășită. În ceea ce privește aciditatea, au fost înregistrate valori diferite pentru probele de făină analizate, proba de făină grâu Einkorn prezintă cea mai mare valoare a acidității, 8,33 grade.

Au fost testate 7 variante de aluat acide de fermentație spontană, perioada de urmărire a fermentației la 25°C și 35°C a fost de 96 de ore, cu trei etape de înprospătare. La începutul fermentației, aluatul fermentat la 25°C a avut valori ale pH-ului mai mari decât cele observate la loturile de aluat fermentat la 35°C și o creștere mai lentă a acidității. În paralel, numărul de bacterii lactice a fost mult mai mare în aluatul fermentat la 35°C la începutul fermentației, dar după ce au trecut 24 h, loturile de aluat fermentat la 25°C au avut un număr mai mare, care a rămas mai mult sau mai puțin constant până la sfârșitul fermentației. În cazul probelor de aluat acid fermentat la 25°C valorile de pH au pornit de la o medie de 6,31 și au scăzut până la o medie de 3,82 iar în cazul aluaturilor acide fermentate la 35°C valoarea de pH a variat de la o medie de 5,37 până la 3,46. Valorile optime de pH pentru probele de aluat fermentate la cele două temperaturi experimentale a determinat că perioada optimă de fermentație este de 48 h. Rata de acidificare a aluatului a fost mai rapidă la 35°C decât la 25°C. Acest fapt a devenit evident prin valorile pH-ului obținute în primele 24 ore. Totuși, din acest moment, valorile pH-ului au fost mai scăzute în probele menținute la 25°C, arătând că o temperatură de fermentație mai rece permite prelungirea activității de acidifiere a microorganismelor într-un timp mai mare. O frecvență optimă de înprospătare promovează o mare diversitate și activitate fermentativă. Timpii intermediari de fermentație ating un echilibru între pH și microorganismele tolerante la acid. Cu cât timpul de

fermentație este mai lung, doar speciile de bacterii lactice tolerante la acid și drojdiile vor predomina. Timpul ideal de fermentație permite atât bacteriilor lactice cât și drojdiilor să atingă o rată optimă de creștere și densitate celulară. În studiul realizat timpul ideal de fermentație pentru populația de bacterii lactice și drojdiile este de 72 de ore la o temperatură de 25°C, iar cele mai productive aluaturi acide au fost aluatul cu făină de grâu Einkorn 100% și aluatul obținut din combinarea 1:1 a făinii de secară și făinii de porumb. Durata perioadei de fermentație de 72 de ore la temperatura de 25°C a fost selectată ca urmare a rezultatelor obținute prin caracterizarea chimică și microbiologică a aluaturilor acide studiate.

Rezultatele au fost diseminate prin prezentarea **unui poster** cu titlul "Technologies For Sourdough Obtaining, Fermentation And Applications – A Review", autori: Bobea S.A., Belc N., Comea C.P., la Conferința internațională de la USAMV București – „AGRICULTURE FOR LIFE, LIFE FOR AGRICULTURE”, din 8-10 iunie 2023 și publicarea rezumatului în volumul Conferinței la pag. 44, ISSN 2343 – 9653, ISSN-L 2343-9653, Romania, Section 6 – Biotechnology.

În faza 1 a proiectului au fost realizați toți indicatorii de rezultat, după cum urmează:

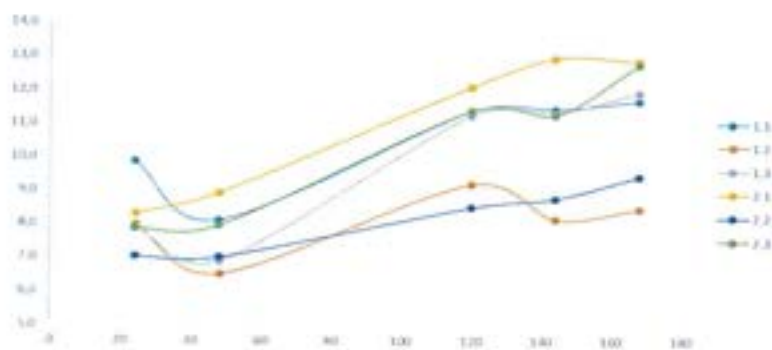
**1 Studiu** privind abordările utilizate în obținerea de aluaturi acide: ingrediente, parametri tehnologici;

**1 Studiu** privind influența utilizării aluaturilor acide asupra calității igienice, nutriționale și senzoriale ale produselor de panificație;

**1 Raport științific** privind tehnologia de obținere a 2 aluaturi acide prin fermentație spontană.

În faza 2 a proiectului s-a urmărit caracterizarea complexă a celor două aluaturi acide selectate în faza 1 a proiectului, aluaturi acide obținute prin fermentație spontană, în condiții controlate de temperatură, umiditate și timp. Procesul de fermentație a fost optimizat, calitatea aluaturilor acide fiind evaluată urmărind parametrii exogeni cu influență majoră (consistența aluatului, modul de înmprospătare, temperatura și timpul de fermentare, valoarea pH – ului și a acidității, conținutul de oxigen în aluat, adaos de zaharuri și clorură de sodiu). Datele fizico-chimice și microbiologice oferă informații utile pentru aprecierea influenței parametrilor procesului asupra aluatului acid. Scopul principal al acestei faze a fost evaluarea influenței înmprospătării aluatului acid (obținută prin adăugarea de făină nouă și apă după 24 ore de fermentare) asupra vitezei de acidificare, a producției de gaze, a populației de bacterii lactice și drojdiile. De asemenea, s-a urmărit și influența zaharurilor (glucoza și fructoză) și a NaCl (clorură de sodiu) asupra fermentației aluatului privind creșterea sau scăderea randamentului populațiilor microbiene din aluaturi.

Rezultatele au reflectat faptul că toate variantele de aluat acid au prezentat, în perioada de fermentație la 25°C, scăderea valorilor de pH și creșterea acidității ca urmare a producerii de acid lactic și acetic de către bacteriile lactice din microflora spontană a făinurilor testate. În cazul tuturor variantelor de lucru, valorile maxime de aciditate au fost identificate la 168 de ore de fermentație (7 zile), rezultatele valorilor TTA fiind prezentate în figura nr. 2.



**Figura 2.** Evoluția în timp a valorilor acidității (TTA) pentru variantele de aluat acid

Aciditatea a variat mai mult în funcție de conținutul de apă din aluat decât de pH, ceea ce indică faptul că activitatea microorganismelor a fost dependentă de nivelul pH – ului.

Modificările numărului populației de bacterii lactice în variantele de aluat acid fermentat la 25°C timp de 7 zile sunt prezentate în tabelul 1. Populația bacteriilor lactice, după 7 zile de reînprospătare a prezentat o medie de 8,91 log ufc/g. Valorile cele mai ridicate ale populației de bacterii lactice au fost la

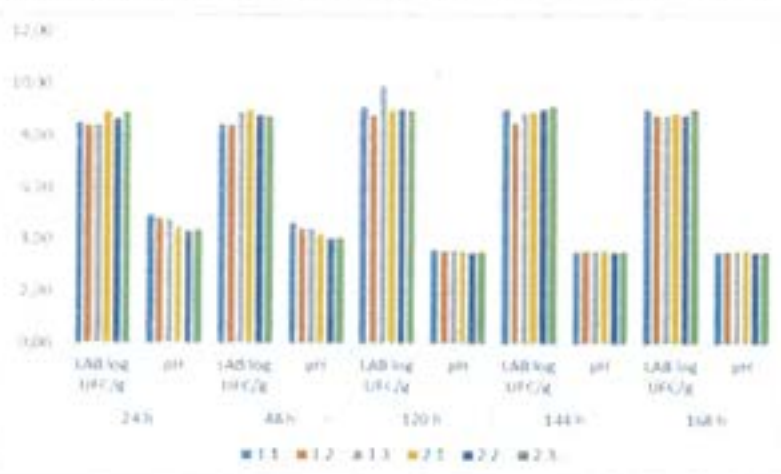
6 zile de reîmprospătare, ajungând la o valoare de 9,15 log ufc/g pentru varianta de aluat 2.3. (făină de seară cu făină de porumb proporție 1:2:2).

**Tabel 1.** Evoluția populației de bacterii lactice (LOG UFC/g) în aluaturile fermentate

Variante	24 h	48h	120h	144h	168h
1.1.	8,51± 0,10	8,48± 0,10	9,11± 0,11	9,04± 0,20	9,04± 0,21
1.2.	8,38± 0,12	8,43± 0,12	8,81± 0,20	8,54± 0,18	8,81± 0,15
1.3.	8,43± 0,20	8,93± 0,10	9,95± 0,20	8,90± 0,15	8,82± 0,18
2.1.	8,94± 0,15	9,00± 0,08	9,00± 0,10	8,97± 0,18	8,90± 0,17
2.2.	8,67± 0,10	8,79± 0,08	9,04± 0,15	9,04± 0,10	8,83± 0,13
2.3.	8,92± 0,08	8,78± 0,10	9,00± 0,21	9,15± 0,10	9,08± 0,15

\*Rezultatele sunt medie a două determinări ± SD

Populația de bacterii lactice prezentă în aluaturile semitari, în care raportul de apă:făină de grâu este similar (variantele 1.1., 1.3., 2.1. 2.3.) a prezentat o creștere semnificativă pe tot parcursul perioadei de fermentare până la 120 h (5 zile), păstrând o valoare constantă până la 7 zile.



**Figura 3.** Evoluția populațiilor de bacterii lactice (LOG UFC/g) și variația pH -ului în variantele de aluaturi acide

Din figura 3 se observă că la 120 h de fermentație populația de bacteriile lactice a atins maximum de creștere iar valorile pH-ului sunt constante, indicator al atingerii maturității aluaturilor. Populațiile de drojdii la 24 de ore de fermentare, în special în cazul variantelor cu făină de grâu Einkorn, au prezentat populații mari, de la 7,08 log ufc/g până la 7,20 log uf/g. Gradul de creștere al drojdiilor în cazul amestecului de făină de seară:făină de porumb a fost puțin mai scăzut, populația având o creștere relativ scăzută la 24 de ore de fermentare iar pe parcursul perioadei de reîmprospătare de 7 zile a rămas constant. Populația de drojdii a prezentat o scădere semnificativă pe parcursul perioadei de testare față de 24 de ore de fermentare a aluaturilor, cea mai mică populație fiind înregistrată la 48 h de fermentație, fiind sesizată o scădere bruscă a numărului de drojdii. A fost analizată și consistența aluatului starter.

**Tabel 2.** Variantele de aluaturi acide de diferite consistențe

Variante	Maia starter	Făină de grâu 650	Apă plată Borsec	Raport
<b>Einkorn</b>				
V 1.1.	50 g	50 g	50 ml	1 : 1 : 1
V 1.2.	50 g	50 g	100 ml	1 : 1 : 2
V 1.3.	50 g	100 g	100 ml	1 : 2 : 2
<b>Secară/Porumb</b>				
V 2.1.	50 g	50 g	50 ml	1 : 1 : 1

V 2.2.	50 g	50 g	100 ml	1 : 1 : 2
V 2.3.	50 g	100 g	100 ml	1 : 2 : 2

Variantele testate au prezentat consistențe diferite, în funcție de tipul de făină folosit și de procentul de apă. Astfel, la 24 h de fermentare, variantele 1.2. cu făină Einkorn și 2.2. cu secară/porumb au fost cele mai lichide, cu miros înțepător de fermentație și prezență de bule de gaz, chiar dacă pe suprafață exista exces de apă. Făina de grâu Einkorn a determinat o compoziție diferită a maielelor în comparație cu amestecul de secară/porumb, chiar dacă procentul de apă/făină/cultură starter a fost același. Astfel, variantele 1.1. și 1.3. în cazul starterului cu făină Einkorn sunt semilichide, în timp ce variantele 2.1. și 2.3. (care au aceeași rețetă de obținere) cu făină secară/porumb au o consistență semitare.

Generarea de CO<sub>2</sub> ca urmare a dospirii aluatului acid a fost măsurată indirect prin înregistrarea volumului fiecărei variații într-un vas gradat. Volumul crescut a fost măsurat la 24 ore după prepararea variațiilor de aluat. Variantele lichide ale aluaturilor (1.2., 2.2.) testate au prezentat un volum scăzut în a doua zi de fermentare, respectiv 33% și 42% comparativ cu variantele cu făină mai multă care au prezentat volume peste 50%, chiar 100% în cazul variantei 1.1.

Studiul experimental a urmărit caracterizarea complexă a celor două aluaturi acide selectate, aluaturi acide obținute prin fermentație spontană, în condiții controlate de temperatură, umiditate și timp. S-a realizat optimizarea procesului fermentativ prin urmărirea consistenței aluaturilor, a duratei de fermentație, a degajării de CO<sub>2</sub>, a caracteristicilor microbiologice și chimice.

Principalele variabile independente (parametrii biotehnologici) cu influență asupra calității procesului fermentativ s-au dovedit a fi: consistența aluatului, durata procesului fermentativ, temperatura de fermentare.

Astfel, aluatul acid cu proprietăți bioactive superioare se obține în următoarele condiții fermentative optimizate:

- ✓ Timpul ideal de fermentație pentru atingerea maturității aluaturilor acide este de 7 zile. Timpul ideal de fermentație permite atât bacteriilor lactice cât și drojdiilor să atingă o rată optimă de creștere și densitate celulară. În studiul realizat timpul ideal de fermentație pentru populația de bacterii lactice și drojdia este de 7 zile la o temperatură de 25°C, iar cele mai productive variante de aluaturi acide au fost 1.1., 1.3., 2.1., 2.3.
- ✓ Raportul de înprospătare nu a influențat foarte mult TTA finală, cu toate că variantele lichide (1.2., 2.2.) au prezentat cea mai mică aciditate dintre toate variantele testate.
- ✓ Consistența aluatului: În aluaturile mai umede drojdia a fost mai activă iar populația de bacterii lactice a avut un parcurs constant pe perioada testată. Aluaturile semisolide au prezentat cea mai mare creștere a populației de bacterii lactice pe parcursul perioadei de fermentare.

Adaosul de zaharuri în concentrații de 2,5% a favorizat creșterea populației de bacterii lactice, comparativ cu martorii și concentrația de 5% de zaharuri. Variația concentrațiilor de zaharuri și NaCl a avut un efect de plafonare a populației de drojdia, în cazul NaCl observându-se faptul că odată cu creșterea concentrației populația a scăzut. Un aluat acid starter este o cultură atent echilibrată de drojdia sălbatică și bacterii lactice, ce evoluează, consumând făina cu care este hrănită. Adăugarea de zahăr la amestec ar putea încuraja alte specii de drojdia care sunt tolerante la zahăr și are ar afecta timpul de fermentație. De asemenea, zahărul poate afecta echilibrul acid al culturii, fapt demonstrat în experimentul realizat, prin obținerea unor valori mai scăzute ale TTA față de martori. Cu toate că s-a constatat o influență a zaharurilor asupra creșterii populației de bacterii lactice, putem concluziona că adăugarea suplimentară a zahărului nu este necesară, deoarece aluatul conține toate sursele pentru dezvoltarea populațiilor de bacterii lactice și drojdia sălbatică.

Documentația tehnică de realizare cuprinde fișa tehnică a produsului și instrucțiunea tehnologică. Fișa tehnică al produsului „Aluat acid obținut prin fermentație spontană” obținut prin fermentarea unui amestec de făină de grâu Einkorn în variantele 1:1:1 și 1:2:2 și a unui amestec de făină de secară:făină de porumb în variantele 1:1:1 și 1:2:2, prezintă următoarea structură:

- Condiții tehnice de calitate
- Proprietăți organoleptice
- Proprietăți fizico-chimice
- Proprietăți microbiologice

- Reguli pentru verificarea calității
- Metode de analiză
- Ambalare
- Depozitare.

Documentația economică implică calcularea cheltuielilor materiale (materii prime, consumabile) și a cheltuielilor directe în vederea identificării costurilor necesare obținerii celor două ingrediente noi (aluaturi acide obținute prin fermentație spontană).

#### Diseminarea rezultatelor:

- ✓ **Articol** publicat în Scientific Bulletin Biotechnology: Series F - *Bobea S.A., Belc N., Cornea C.P. 2023, Technologies for sourdough obtaining, fermentation and applications – a review, Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XXVII, Issue 1, ISSN 2285-1364, 131-138.*
- ✓ **Prezentare orală** susținută în cadrul Conferinței Științifice Internaționale "Biodiversitatea agrosilvică sub impactul schimbărilor climatice - gestionarea prin ameliorare și tehnologii adecvate, garanție a siguranței și securității alimentare", Sala de Conferințe „Prof. Dr. Gh. K. Constantinescu”, Calea 13 Septembrie nr. 13 București, organizată de către Academia Română în perioada 12–13 octombrie 2023, "Tehnologii verzi în sprijinul sustenabilității sistemului alimentar studiu de caz: Biotehnologii în industria alimentară" Autori: Bobea Sabina-Andreea, Dobre Alina Alexandra, Cucu Elena Mirela, Florea Cristian, Nastasia Belc (IBA București).
- ✓ **Articol** înregistrat pentru publicare în colecția "Cereals and Cereal Products: Nutritional and Physicochemical Characterization and Novel Foods", *Frontiers in Nutrition*, cu titlul "Influence of technological parameters on sourdough starter from different flours", Autori: Alina-Alexandra Dobre, Elena Mirela Cucu, Sabina-Andreea Bobea, Nastasia Belc,.

În faza 2 a proiectului au fost realizați toți indicatorii de rezultat, după cum urmează:

**1 Raport științific** privind indicatorii de calitate fizico-chimici și microbiologici ai celor 2 aluaturi acide obținute;

**1 Raport științific** privind optimizarea cantitativă și calitativă a ingredientelor utilizate în rețeta prototip a aluaturilor acide, precum și a parametrilor tehnologici;

**1 Documentație tehnico-economică** pentru 2 ingrediente noi: aluaturi acide obținute prin fermentație spontană.

În cadrul Obiectivului 23 01 03: Dezvoltarea de sisteme și tehnici analitice moderne pentru asigurarea siguranței alimentare și sănătății populației s-au derulat 3 proiecte:

- **PN 23 01 03 01 Aplicație relevantă și sustenabilă în analiza hidrocarburilor aromatice policiclice (HAP) din alimente prin d-SPE-QuEChERS- GC-MS/MS**
- **PN 23 01 03 03 Studii integrate de personalizare a dietei alimentare, în vederea adoptării unei conduite nutriționale adecvate**
- **PN 23 01 03 04 Evaluarea integrată a riscului privind indicatorii cantitativi, calitativi și comerciali ai grâului comun și pâinii în România în contextul schimbărilor climatice, în scopul identificării unor măsuri de adaptare și asigurării sustenabilității sistemului agroalimentar**

În cadrul proiectului **PN 23 01 03 01**, au fost desfășurate următoarele faze:

**Faza 1:** Dezvoltarea unei metode instrumentale GC-MS/MS. Diseminare rezultate și

**Faza 2:** Optimizarea condițiilor d-SPE-QuEChERS – semințe de oleaginoase și cereale. Diseminare rezultate.

În **faza 1** a proiectului s-a urmărit dezvoltarea unei metode instrumentale GC-MS/MS. Pentru aceasta au fost efectuate **2 studii:**

- *Studiu privind fundamentarea științifică a hidrocarburilor aromatice policiclice (HAP) din alimente.*

În acest studiu au fost analizate sursele, apariția și formarea HAP în alimente, reglementările oficiale cu privire la monitorizarea și analiza acestor contaminanți din alimente. De asemenea, au fost abordate aspecte privind factorii care influențează extracția/partiția cu săruri și purificarea d-SPE-QuEChERS în vederea analizei instrumentale a HAP din alimente.



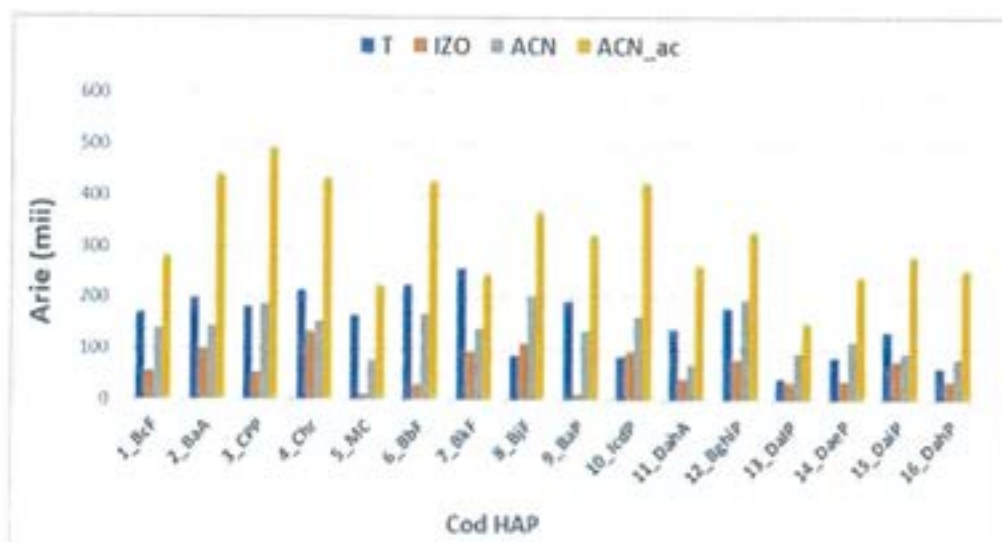
Alimentele pot fi contaminate chimic cu HAP prezente în aer, sol sau apă sau care se formează în timpul proceselor tehnologice industriale și prin unele practici domestice de gătit care permit contactul direct între aliment și produsul de ardere. Consumul unor astfel de alimente este considerat o cauză majoră a expunerii la HAP și prin urmare este necesar să se cunoască modul de formare, analiză, reducere și control pentru HAP din produsele alimentare. Chiar și la nivel de urme (ppb), acești compuși sunt cunoscuți că determină efecte mutagene și cancerigene la oameni. Evaluările efectelor toxicologice ale HAP de-a lungul timpului au condus la prioritizarea setului de HAP care se reflectă în legislația UE (15+1 HAP prioritare UE-EFSA) sau în legislația SUA (16 HAP prioritare US-EPA).

• *Studiu experimental, preliminar, pentru dezvoltarea unei metode instrumentale GC-MS pentru analiza simultană a HAP prioritare UE-EFSA.*

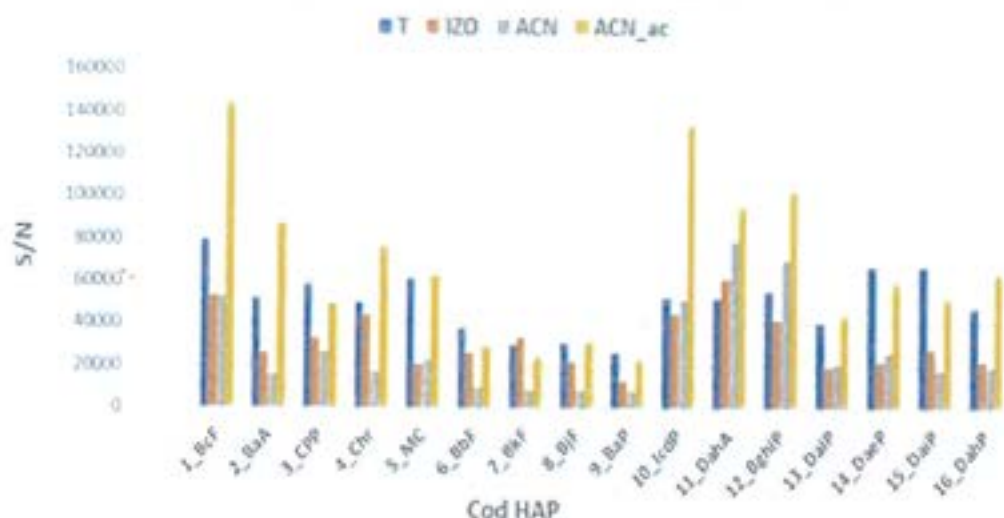
Au fost realizate 15 variante experimentale în vederea stabilirii unor metode instrumentale GC-MS pentru separarea, detecția și identificarea simultană a 16 HAP prioritare UE-EFSA și respectiv a 4 HAP pentru care sunt impuse limite maxime admise, conform Regulamentului CE nr. 835/2011. Au fost evaluați diferiți factori ca:

- tipul de solvent (toluen-T, izooctan- IZO, acetonitril-ACN, acetonitril cu 1% acid acetic- ACN\_ac) folosit la realizarea soluțiilor etalon de HAP,
- debitul gazului purtător: 1,5; 1,2; 1 mL/min;
- rata de creștere a temperaturii pe rampa R1: 45<sup>0</sup>C/min; 35<sup>0</sup>C/min; 25<sup>0</sup>C/min; 15<sup>0</sup>C/min; 10<sup>0</sup>C/min; 5<sup>0</sup>C/min.
- temperatura pe cuptor (rampa R1, 15<sup>0</sup>C/min): 220<sup>0</sup>C; 210<sup>0</sup>C; 200<sup>0</sup>C.
- modificarea parametrilor din rampa R3 (350<sup>0</sup>C, 7<sup>0</sup>/min) și defalcarea acesteia în alte două rampe: R3 nou (305<sup>0</sup>C, 5<sup>0</sup>C/min) și R4 (350<sup>0</sup>C 15<sup>0</sup>C/min), cu variația duratei de menținere
- debitul de splitare "split flow" de la 24 mL/min la 30 mL/min., cu aceleași condiții la cuptor și același mod de injecție "CT Split"
- tehnica de injecție: modul "PTV Splitless" (cu programarea temperaturii de vaporizare); modul "CT split" (cu divizarea probei);
- debitul pe injector (30; 40; 50 mL/min) și durata de splitare (1, 2, 3 min) în modul PTV.

Rezultatele obținute au arătat că cele mai mari arii ale analiților țintă (Figura 1) și cel mai mare raport semnal/zgomot (S/N) au fost obținute în cazul ACN\_ac urmat de ACN, T și IZO (Figura 2).



**Figura 1.** Variația ariilor HAP din soluția etalon de mix de 16 HAP, de 10 μg/L, în diferiți solvenți



**Figura 2.** Variația S/N picurilor de HAP din soluții etalon de mix de 16 HAP, în diferiți solvenți

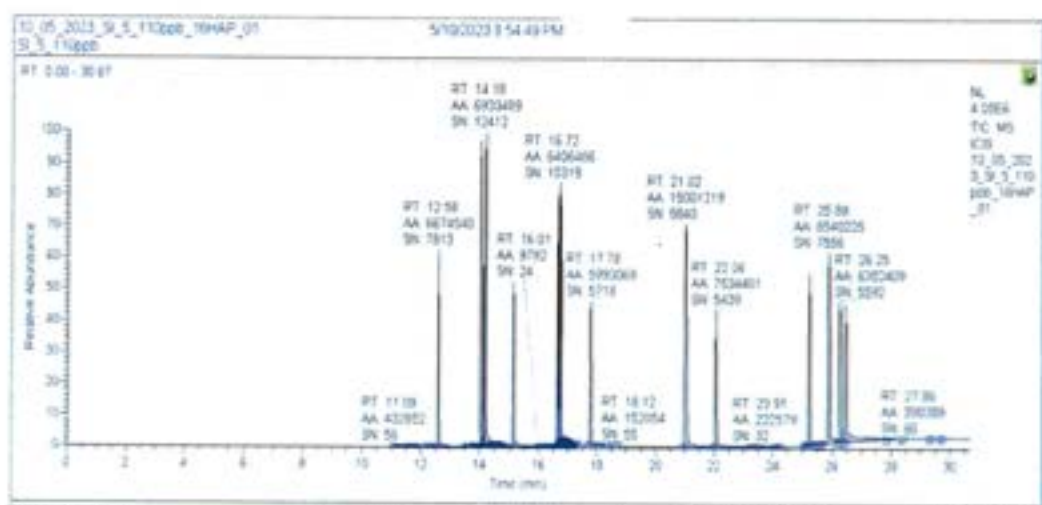
Solventul, ACN\_ac tinde să dea un volum mare de expansiune în timpul vaporizării GC față de ceilalți solvenți, exprimat prin raportul S/N (Figura 2). Față de alți solvenți, în timpul transferurilor de volume mici, acetonitrilul este avantajos deoarece are o vâscozitate mai scăzută, are o polaritate intermediară, este mai puțin volatil și este compatibil cu multe aplicații cromatografice (AOAC, 2000). De asemenea, toluenul, datorită ratei de evaporare mai lente, a miscibilității cu ACN, a solubilității și stabilității înalte a HAP în toluen, acesta va fi utilizat ca solvent pentru prepararea soluțiilor stoc de HAP. Este cel mai potrivit solvent pentru depozitare pe termen lung (Lehotay, 2004) în comparație cu alți solvenți. Considerând că toluenul este mai toxic decât ACN, s-a ales ACN\_ac ca solvent analitic de injecție, urmând ca în etapele viitoare să se verifice care dintre acești solvenți dau interacțiunea maximă cu analitul în etapa de extracție.

Următoarele 14 variantele experimentale au fost realizate în ACN\_ac și avut drept scop obținerea unor separări satisfăcătoare a celor 16, respectiv 4 HAP și în special a grupelor critice de compuși:

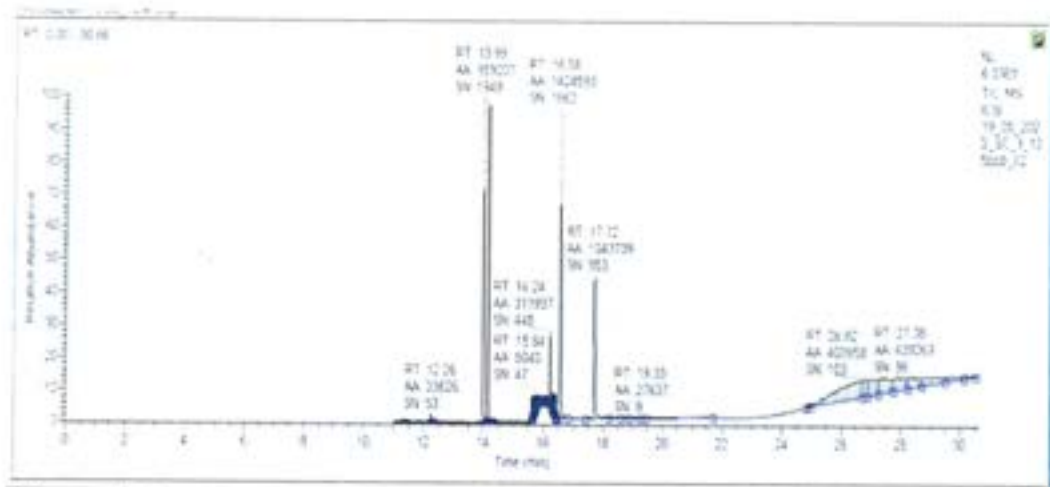
- Ciclopenta(*c,d*)piren (CPP) - Crisen (Chr);
- Benzo(*b*)fluoranten (BbF) – Benzo(*k*)fluoranten (BkF) – Benzo(*j*)fluoranten (BjF);
- Indeno(1,2,3-*cd*) piren (IcdP) și Dibenzo(*a,h*)antracen (DahA)

cu asigurarea unor rezoluții corespunzătoare pentru BbF/BkF,  $R_s \geq 0,8$  și BkF/BjF,  $R_s \geq 0,4$ .

În urma evaluării variantelor experimentale, din punct de vedere al separării HAP din grupele critice (rezoluție, RT) și obținerii unor intensități corespunzătoare ale semnalelor fiecărui pic cromatografic (arie, S/N) s-au observat că valorile optime (rezoluția între BbF/BkF  $\geq 0,8$ ; R între BkF/BjF  $\geq 0,4$ ), au fost obținute în cadrul variantei V14\_40\_1. Cromatogramele în SIM pentru soluția de mix 16 HAP, respectiv a soluției mix 4HAP, în condițiile variantei optime sunt prezentate în Figurile 3 și 4.



**Figura 3.** Cromatograma în SIM pentru soluția de mix 16 HAP, în condițiile V14\_40\_1



**Figura 4.** Cromatograma în SIM pentru soluția de mix 4 HAP, în condițiile V14\_40\_1

De asemenea, în acest studiu experimental s-a realizat o metodă de procesare pentru cuantificarea simultană a 4 HAP din alimente, prin metoda standardului intern. Au fost folosite: un mix de 4 HAP native (benzo(a)antracen; crisen; benzo(b)fluoranten; benzo(a)piren, un mix de 4 HAP marcate ((benzo(a)antracen(<sup>13</sup>C<sub>6</sub>, 99%); crisen(<sup>13</sup>C<sub>6</sub>, 99%); benzo(b)fluoranten (<sup>13</sup>C<sub>6</sub>, 99%); benzo(a)piren(<sup>13</sup>C<sub>4</sub>, 99%) utilizat ca standard intern și un standard de injecție pentru evaluarea recuperării HAP-urilor marcate cu izotopi stabili. Au fost realizate curbele de calibrare ale celor 4 HAP native, cu utilizarea standardelor interne marcate isotopic cu <sup>13</sup>C și s-au evaluat statistic funcțiile de etalonare și caracteristicile acestora. Prin analiza statistică a curbelor de calibrare pentru fiecare HAP din soluțiile etalon, s-a realizat un test de validare preliminar, prin evaluarea unor parametri de performanță pe instrument, ca: *domeniul de liniaritate, factor de recuperare, limita de detecție, limita de cuantificare, domeniul de lucru.*

În Tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile curbelor de calibrare pe 9 nivele (5 – 125 μg/L), respectiv 5 nivele de concentrație (5 – 55 μg/L) pentru fiecare HAP din soluțiile etalon și parametrii de performanță evaluați.

**Tabel 1.** Caracteristici ale curbelor de calibrare (CC), conform SR SR ISO 8466-1:2022

Nr crt.	Cod HAP	Caracteristici CC	CC, 5 – 125 μg/L	CC, 5 – 55 μg/L
1	BaA față de BaA_IS	$y = ax + b$	$y = 0,0171x + 0,0052$	$y = 0,0168x + 0,0139$
		Panta dreptei/slope (a)	0,0171	0,0168
		Interceptul/ordonata la origine (b)	0,0052	0,0139
		Coeficientul de regresie liniară ( $R^2$ )	0,9996	0,9994
		Coeficientul de corelație (R)	0,9998	0,9997
		Domeniul de liniaritate, μg/L	5,81 – 123,88	5,40 – 54,98
		Acuratețea (medie ± SD), %	103,45 ± 8,08	101,39 ± 4,49
		LOD, μg/L	2,70	1,91
		LOQ, μg/L	8,19	5,80
2.	Chr față de Chr_IS	$y = ax + b$	$y = 0,0177x + 0,0133$	$y = 0,0173x + 0,0207$
		Panta dreptei/slope (a)	0,0177	0,0173
		Interceptul/ordonata la origine (b)	0,0133	0,0207
		Coeficientul de regresie liniară ( $R^2$ )	0,9996	0,9995
		Coeficientul de corelație (R)	0,9998	0,9997
		Domeniul de liniaritate, μg/L	5,63 – 119,90	5,32 – 53,24

		Acuratețea (medie ± SD), %	102,75 ± 8,24	101,42 ± 5,39
		LOD, μg/L	2,74	1,70
		LOQ, μg/L	8,29	5,14
		Domeniul concentrațiilor de lucru, μg/L	8,29 -119,90	5,14– 53,24
3.	BbF față de BbF_IS	$y = ax + b$	$y = 0,0151x + 0,0257$	$y = 0,0147x + 0,0357$
		Panta dreptei/slope (a)	0,0151	0,0147
		Interceptul/ordonata la origine (b)	0,0257	0,0357
		Coeficientul de regresie liniară ( $R^2$ )	0,9998	0,9996
		Coeficientul de corelație (R)	0,9999	0,9998
		Domeniul de liniaritate, μg/L	5,91 – 123,89	5,40 – 54,70
		Acuratețea (medie ± SD), %	103,47 ± 9,11	101,09 ± 4,75
		LOD, μg/L	2,04	1,61
		LOQ, μg/L	6,18	4,86
		Domeniul concentrațiilor de lucru, μg/L	6,18 – 123,89	4,86 – 54,70
4.	BaP față de BaP_IS	$y = ax + b$	$y = 0,0141x + 0,116$	$y = 0,0138x + 0,1199$
		Panta dreptei/slope (a)	0,0141	0,0138
		Interceptul/ordonata la origine (b)	0,116	0,1199
		Coeficientul de regresie liniară ( $R^2$ )	0,9995	0,9985
		Coeficientul de corelație (R)	0,9997	0,9992
		Domeniul de liniaritate, μg/L	5,81 – 121,75	5,62 – 54,86
		Acuratețea (medie ± SD), %	102,65 ± 8,95	102,21 ± 7,09
		LOD, μg/L	3,35	3,00
		LOQ, μg/L	10,14	9,10
		DW, μg/L	10,14 – 121,75	9,10 – 54,86

Curbele de calibrare pentru cele 4 HAP native cu utilizarea standardelor interne marcate izotopic cu  $^{13}\text{C}$ , realizate pe 9 nivele de concentrație sunt prezentate în figurile 5, 6, 7 și 8.

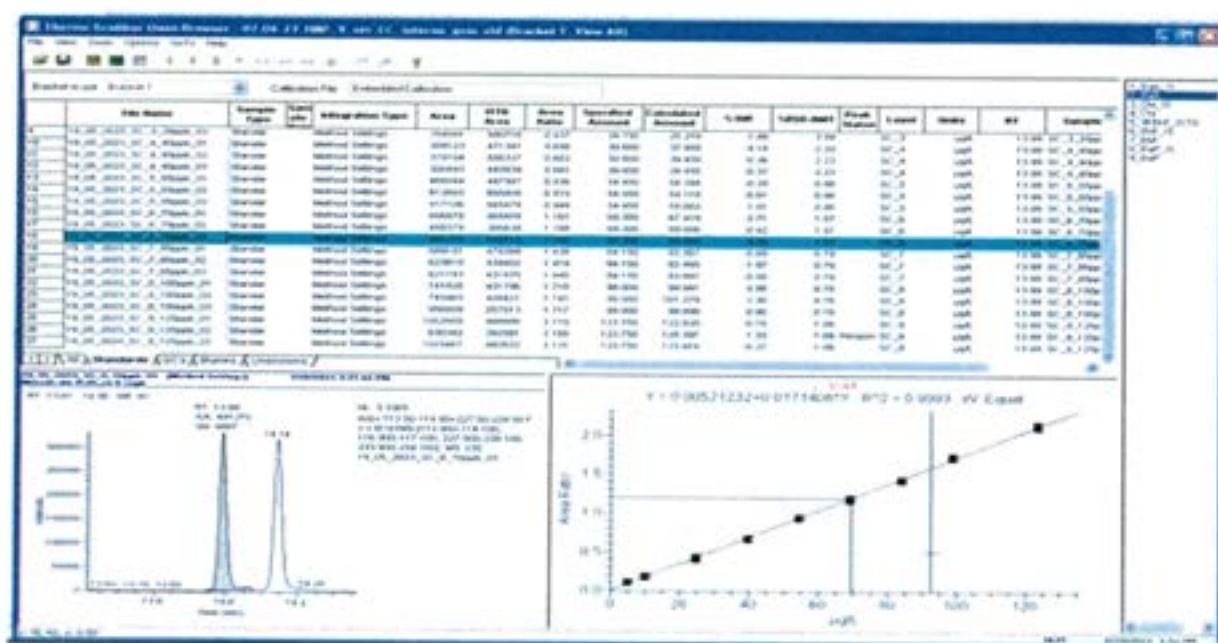


Figura 5. Curba de calibrare pentru BaA (5 – 125 μg/L)

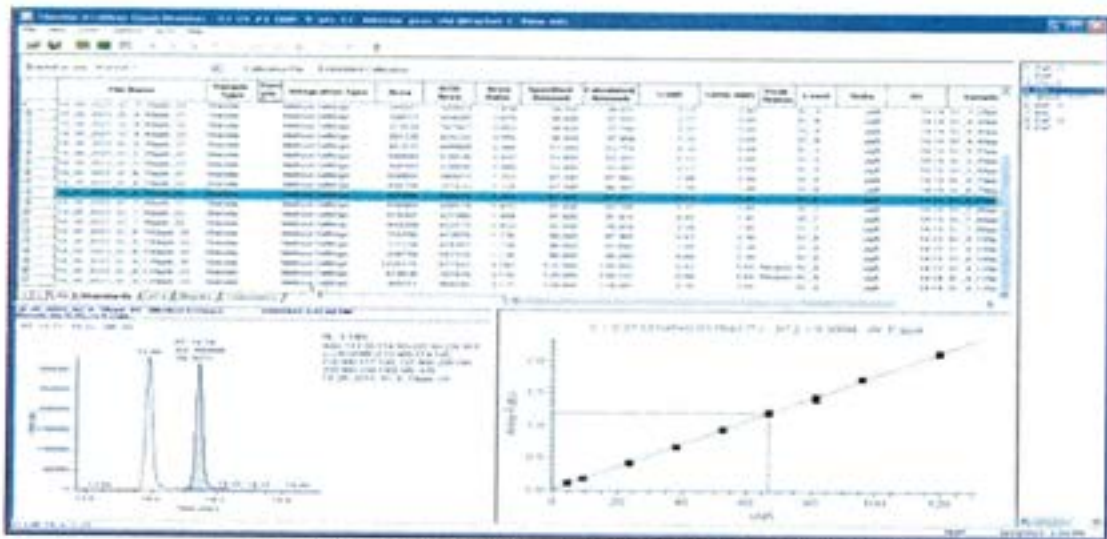


Figura 6. Curba de calibrare pentru Chr (5 – 125 µg/L)

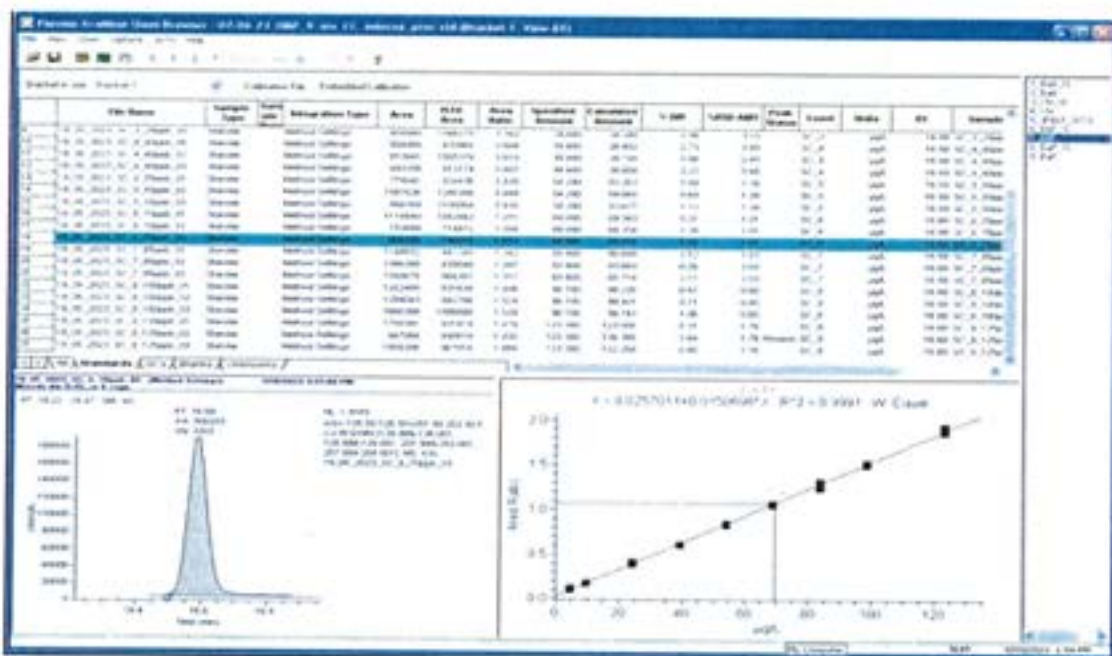


Figura 7. Curba de calibrare pentru BbF (5 – 125 µg/L)

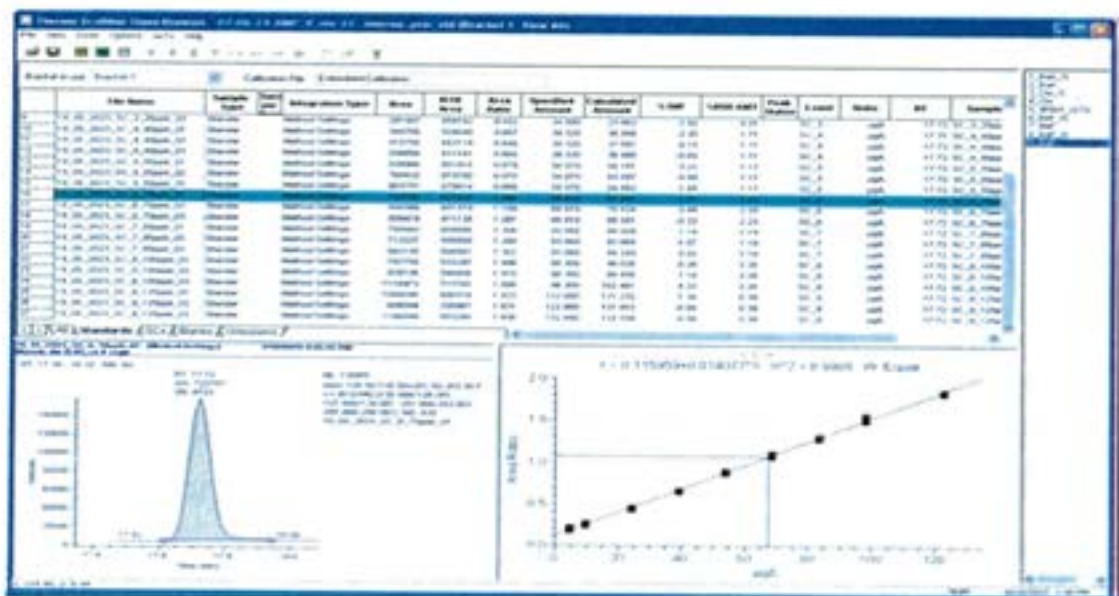


Figura 8. Curba de calibrare pentru BaP (5 – 125 µg/L)

De asemenea, au fost determinați factorii de răspuns relativi (RRF) pentru fiecare standard intern (mix de 4) față de standardul de injecție, care vor fi folosiți în formula de calcul pentru evaluarea și verificarea recuperării.

Rezultatele fazei 1 a proiectului au fost diseminate după cum urmează:

- A fost trimis spre publicare, **articolul** cu titlul: "Polycyclic aromatic hydrocarbons occurrence and formation in processed meat, edible oils, and cereal derived product: a review", autori: Palade Laurențiu Mihai, Negojă Mioara, Adascălului Alina Cristina, Mihai Adriana Laura. Articolul a fost trimis la Jurnalul *Applied Sciences*, ID manuscris: applsci-2441369/24.05.2023,
- A fost prezentată în plen, la Conferința Internațională "Agriculture for Life, Life for Agriculture", 8 – 10 iunie 2023, USAMV București, **o lucrare științifică** cu titlul "TRENDS IN QUECHERS-BASED SAMPLE PRETREATMENT METHODS FOR POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS ANALYSIS IN FOOD". Rezumatul acestei lucrări a fost publicat în *Book of Abstract*, International Conference "Agriculture for Life, Life for Agriculture", Section 6 "Biotechnology, 2023, oral presentations O.11, pag. 22, ISSN 2343-9653 (PRINT); ISSN-L 2343-9653.

În această fază, un membru din echipa de lucru a realizat un curs de instruire (modul 1), în domeniul statisticii și prelucrării datelor experimentale "JMP Software: A Case Study Approach to Data Exploration".

În **faza 1** a proiectului au fost realizați toți indicatorii de rezultat, după cum urmează:

- 1 Studiu** privind fundamentarea științifică a HAP din alimente;
- 1 Metodă instrumentală GC-MS - profil 4 HAP** (rezultat intermediar);
- 1 Cercetător instruit** (1 persoană/curs statistică);
- 1 Articol ISI indexat WoS**, trimis spre publicare;
- 1 Participare la o conferință internațională** (lucrări prezentare plen).

În **faza 2** a proiectului au fost efectuate experimentări în vederea optimizării condițiilor de extracție și purificare din semințe de oleaginoase și cereale, pentru determinarea HAP.

Au fost optimizate cantitățile, tipurile și combinațiile de săruri/sorbenți QuEChERS, tipurile de solvenți etc. cu scopul creșterii eficienței extracției, eliminării efectelor cromatografice induse de matrice cu obținerea unor extracte finale cât mai curate, cu prezența cât mai redusă a reziduurilor de co-extracte și obținerea unor recuperări bune ale analiților. Extractele finale obținute în variantele experimentale au fost evaluate din punct de vedere al recuperărilor individuale a celor 4 HAP: **benzo(a)antracen (BaA)**; **crisen (Chr)**, **benzo(b)fluoranten (BbF)**, **benzo(a)piren (BaP)**. Eficiența și compararea variantelor s-au realizat și prin determinarea reziduurilor de material co-extras obținut prin evaporarea unui mL de extract final obținut, sub un debit ușor de azot. Criteriile impuse pentru acceptarea extractelor finale au fost: *să fie curate, incolore; cantitatea de reziduu de co-extract determinată să fie cât mai redusă; recuperările obținute prin impurificarea cu soluție de HAP a matricelor luate în studiu, să se încadreze în intervalul 50 – 120%* (conform Regulamentului European 836/2011).

Pentru grupul de matrice "CEREALE" s-a ales ca matrice reprezentativă grâul, măcinat sub formă de făină măcinată integral (G2), iar pentru "SEMINȚE DE OLEAGINOASE" s-a ales ca matrice reprezentativă, semințele de floarea-soarelui (S2).

Pentru stabilirea **condițiilor optime de lucru ale etapelor de extracție și purificare din probe de grâu** au fost realizate mai multe variante experimentale, cu variația factorilor:

- **Efectul tipului de sare QuEChERS asupra extracției.**

Aceeași probă de grâu (G2) a fost supusă studiului comparativ al eficienței extracției cu 3 tipuri de săruri, specifice protocoalelor QuEChERS, cu folosirea aceluiași tip de sorbent d-SPE, utilizat la purificare. În acest sens au fost evaluate diferite tipuri de săruri de extracție (clorură de sodiu- Original/E1, E2, E3V; săruri acetat – AOAC/E4, E5, E6V, săruri citrat- EN/E7, E8, E9V), provenind de la diverși furnizori (Agilent; Macherey Nagel; Thermo-Scientific și Sigma-Aldrich) sub formă de kituri sau comercializate sub formă de "vrac", cu diferite purități.

Rezultatele obținute în urma prelucrării variantelor experimentale și determinării HAP au fost satisfăcătoare, îndeplinind condițiile impuse. Aplicarea metodologiei AOAC și EN modificate au

determinat cele mai mici cantități de reziduuri de co-extract (medie 0,35 mg/mL/AOAC; 0,45 mg/mL/EN), comparativ cu folosirea metodologiei ORIGINAL (0,62 mg/mL) și de aceea, aceste variante au fost selectate ca optime la prelucrarea extractelor de HAP. Din fiecare metodologie selectată s-a ales un furnizor, în care au fost determinate cele mai mici cantități de reziduuri de co-extract: THERMO (E5-AOAC) pentru sărurile acetat și AGILENT (E7-EN) pentru sărurile citrat. Aceste variante selectate au fost utilizate mai departe pentru evaluarea influenței altor factori, în vederea optimizării condițiilor de extracție și purificare. În Figura 9 sunt prezentate picurile analiților țintă (HAP), ale standardelor interne marcate cu C13 și ale standardului de injecție (ISI), cu ionii părinte "parent mass" și ionii produs "product mass" pentru proba de grâu spikată cu 10 μg/kg, în varianta de extracție AOAC/E6V.

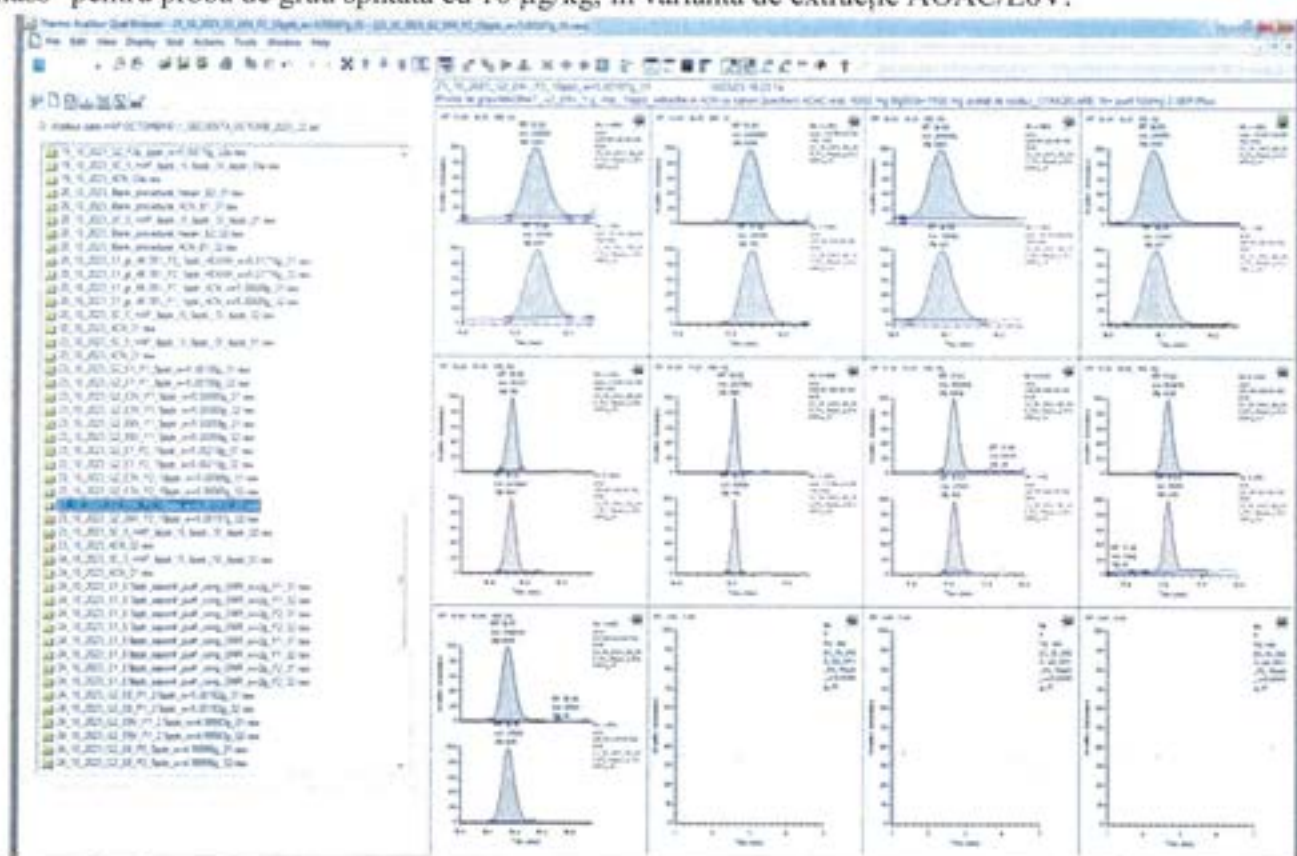


Figura 9. Cromatograma extractului obținut din probe de grâu (G2) în varianta de extracție QuEChERS AOAC - E6V\_P2\_10ppb

#### • Efectul tipului de sorbent d-SPE QuEChERS folosit la purificarea extractelor

Folosind cele 2 tipuri de săruri de extracție QuEChERS, selectate anterior ca optime, s-a urmărit să se realizeze purificarea extractelor din probe de grâu și pe alte tipuri de sorbenți d-SPE QuEChERS, existenți pe piața de comercializare. Urmând modul de lucru propus anterior, au fost realizate pentru fiecare sare de extracție, 10 variante experimentale cu 10 tipuri diferite de sorbenți. Din punct de vedere vizual, extractele finale obținute în variantele P4E5 + P10E5/P4E7 + P10E7, atât cu folosirea sărurilor acetat (E5/AOAC), cât și cu folosirea sărurilor citrat (E7/EN) au prezentat o culoare slab-gălbuie. Această colorație a fost confirmată și prin cantitatea mai mare de reziduuri de co-extract determinată, față de variantele anterioare în care s-a folosit ca sorbent Z-Sep<sup>+</sup>. Valorile determinate au variat între 0,73 – 1,62 mg/mL (E5), respectiv, între 0,56 – 1,18 mg/mL (E7). Valorile mai mari ale reziduurilor de co-extract în cazul variantelor de purificare cu extracție E5, pot fi explicate prin faptul că, sărurile acetat ar putea determina supraîncărcarea sorbentului PSA, făcându-l mai puțin eficient la purificarea d-SPE.

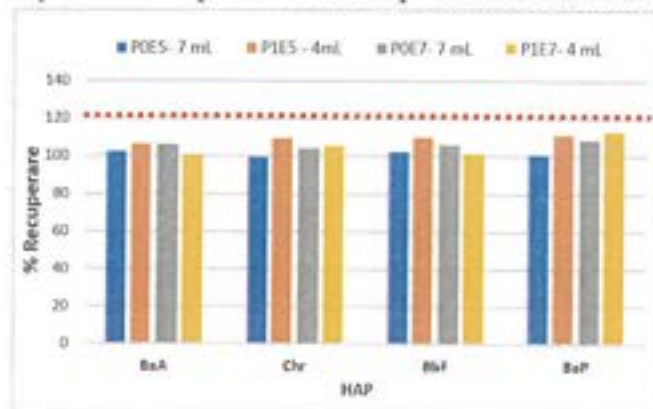
În variantele în care au fost folosite kituri care conțin sorbenți în cantități și proporții diferite, (PSA, C18, Z-Sep) valorile determinate ale co-extractelor au fost mai mici față de criteriul impus ( $\leq 2$  mg/mL), dar extractele finale au fost colorate și nu au fost injectate la GC-MS/MS. În schimb, extractele purificate prin sorbentul Z-Sep<sup>+</sup>, cu sau fără MgSO<sub>4</sub>, au fost incolore. Purificare cu acest sorbent asigură o îndepărtare mai bună a compușilor de culoare ai matricei, fiind mai eficient față de ceilalți sorbenți. Absența culorii în cazul extractelor purificate cu Z-Sep<sup>+</sup> a fost confirmată și prin cantitatea mai mică de reziduuri de co-

extract determinată (0,39 – 0,48 mg/mL). În cazul acestor variante, valorile recuperărilor pentru cele 4 HAP la spikarea probelor de făină de grâu (G2) cu soluție de HAP, în concentrații de 2 și 5 ppb, au variat între 97 ÷ 118%, îndeplinind criteriul impus de Reg. UE nr. 836/2011 (50 – 120%).

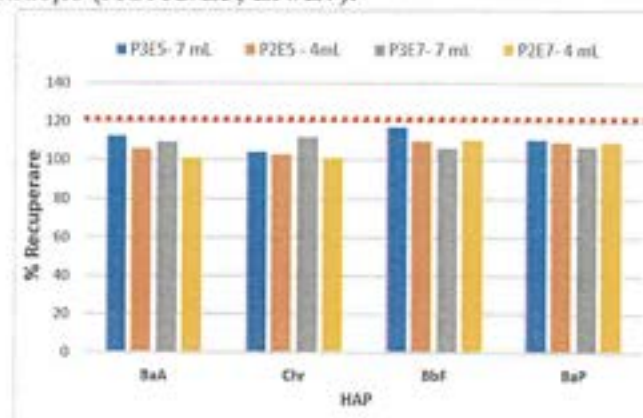
Întrucât pentru variantele, în care a fost folosit sorbentul Z-Sep<sup>+</sup> cu sau fără MgSO<sub>4</sub>, au fost îndeplinite toate criteriile impuse, acestea se vor considera ca optime și vor fi utilizate în continuarea experimentelor pentru evaluarea altor factori asupra extractelor finale.

• **Efectul volumului de extract aplicat la purificare**

Pentru a obține extracte cât mai curate, cu o cantitate de reziduuri de co-extract cât mai mică, în acest studiu s-a urmărit variația volumului de extract (7 mL; 4 mL) aplicat la purificarea d-SPE QuEChERS. Folosind sorbentul Z-Sep<sup>+</sup>, considerat optim în variantele anterioare, au fost realizate 4 variante experimentale pentru fiecare tip de sare folosită la extracție (AOAC/E5; EN/E7).

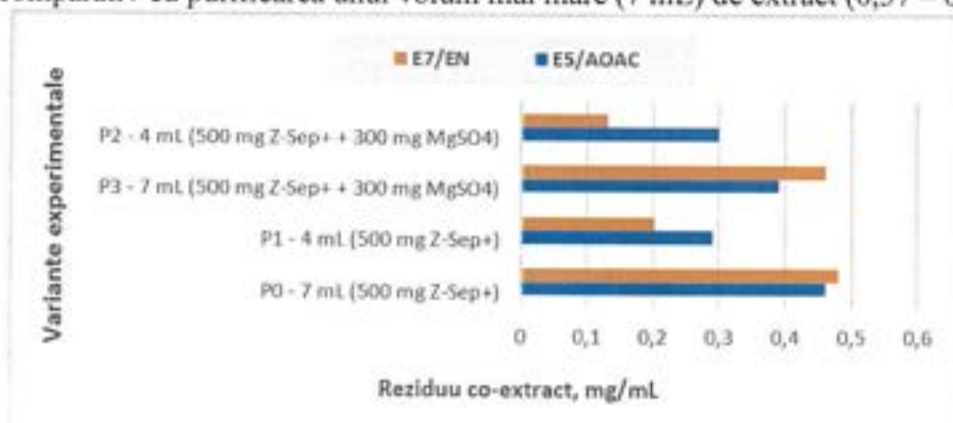


**Figura 10.** Media recuperării HAP din făina de grâu (G2) spikată 5 ppb, la purificarea unor volume diferite (7 mL; 4 mL) de extract, prin 500 mg Z-Sep<sup>+</sup>



**Figura 11.** Media recuperării HAP din făina de grâu (G2) spikată 5 ppb, la purificarea unor volume diferite (7 mL; 4 mL) de extract, prin 500 mg Z-Sep<sup>+</sup> + 300 mg MgSO<sub>4</sub>

Din rezultatele obținute (Figurile 10 și 11) s-au observat că în toate variantele experimentale, valorile recuperărilor obținute, pentru probele spikate cu soluție de HAP de 100 μg/L în concentrații de 2 ppb și 5 ppb, pentru cele 4 HAP s-au încadrat în intervalul 50-120%, îndeplinind criteriile impuse prin Reg. European 835/2011. De asemenea din Figura 12 se observă că purificarea unui volum mai mic de extract (4 mL) a determinat extracte curate, incolore, cu valori mai mici ale reziduurilor de co-extracte (0,13 – 0,32 mg/mL), comparativ cu purificarea unui volum mai mare (7 mL) de extract (0,37 – 0,49 mg/mL).



**Figura 12.** Variația reziduurilor de co-extract în variantele experimentale

Aceste rezultate sunt confirmate și de ariile, S/N, respectiv intensitățile picurilor, mai mari, în cazul cromatogramele obținute cu purificarea a 4 mL de extract, comparativ cu cele în care au fost folosite volume mai mari la purificare.



• **Efectul duratei de congelare asupra purificării extractelor**

Este o metodă simplă de îndepărtare a grăsimii din extract, deoarece grăsimea se solidifică și precipită sub 0°C, eliminându-se cea mai mare parte din lipide (trigliceride, mono/di-gliceride), ceară, acizi grași liberi și zaharuri, precum și alte componente cu solubilității scăzute în acetonitril, care pot, în mod negativ să afecteze robustețea analizei prin GC-MS/MS. Această abordarea a fost aplicată extractelor în acetonitril din făină de grâu, la -20°C, timp de 1 h, 2h, 3h, 24 h, înainte de purificarea d-SPE QuEChERS (500 mg Z-Sep<sup>+</sup> + 300 mg MgSO<sub>4</sub>). Extracția în ACN a probelor a fost realizată cu săruri acetat (E5/AOAC).

Din rezultatele obținute s-au observat că în cele 4 variante, extractele finale au fost curate, incolore, cu cantități de reziduuri de co-extracte, cuprinse între 0,20 mg/mL – 0,37 mg/mL și recuperări medii cuprinse între 98,23 ÷ 114,63%. Varianta V4 cu durata de congelare cea mai mare (24h) a oferit cele mai mici cantități de co-extracte, de 0,20 mg/mL. Valorile mai mici ale reziduurilor de co-extracte în această variantă (V4) se concretizează și prin arii, S/N, intensități ale picurilor, mai mari, comparativ cu variantele V1, V2 și V3. Astfel, pentru obținerea de extracte mai curate, cu cantități mai mici de reziduuri, se preferă aplicarea purificării combinate, congelarea extractelor timp de 24h cu purificarea d-SPE QuEChERS.

• **Efectul cantităților de sorbent Z-Sep<sup>+</sup> asupra purificării extractelor**

A fost studiată eficacitatea purificării extractelor de HAP din făina de grâu (G2), prin aplicarea a 9 x 2 variante de purificare d-SPE QuEChERS, cu variații ale cantităților de sorbent Z-Sep<sup>+</sup> și de MgSO<sub>4</sub>. Extracția în ACN a fost realizată cu folosirea sărurilor acetat (AOAC/E5) și a sărurilor citrat (EN/E7). Extractele obținute în variantele experimentale au fost curate și incolore (Figura 13).

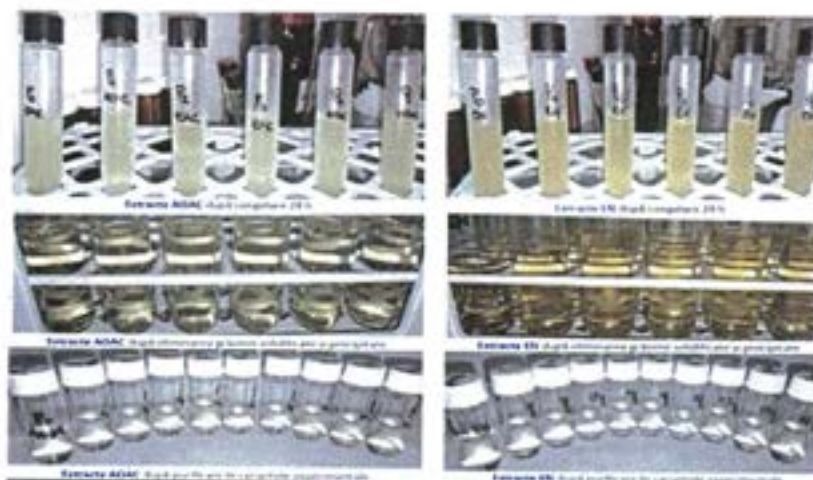


Figura 13. Imagini din etapele de pregătire ale probelor de grâu (G2) în variantele experimentale

Din punct de vedere al co-extractelor se observă din Figura 14, că în cazul variantelor de purificare, în care a fost folosită extracția cu săruri acetat (AOAC) au fost obținute valori mai mici ale acestora (0,18 ÷ 0,52 mg/mL), comparativ cu cele cu extracție citrat (EN) (0,36 ÷ 0,57 mg/mL), ambele încadrându-se în criteriul impus.

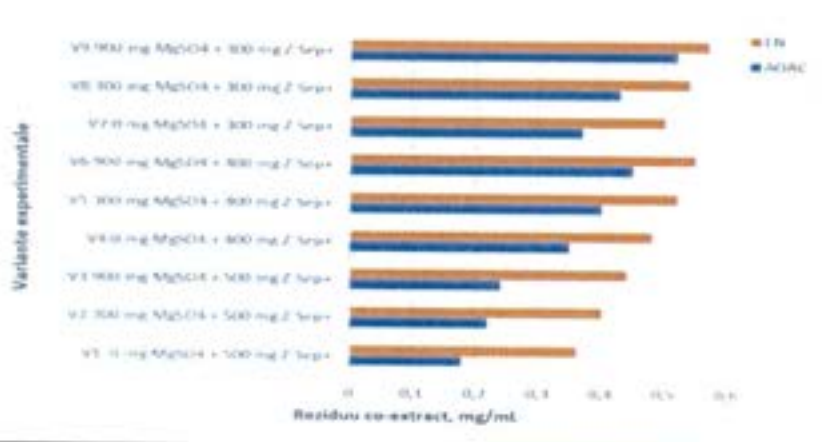
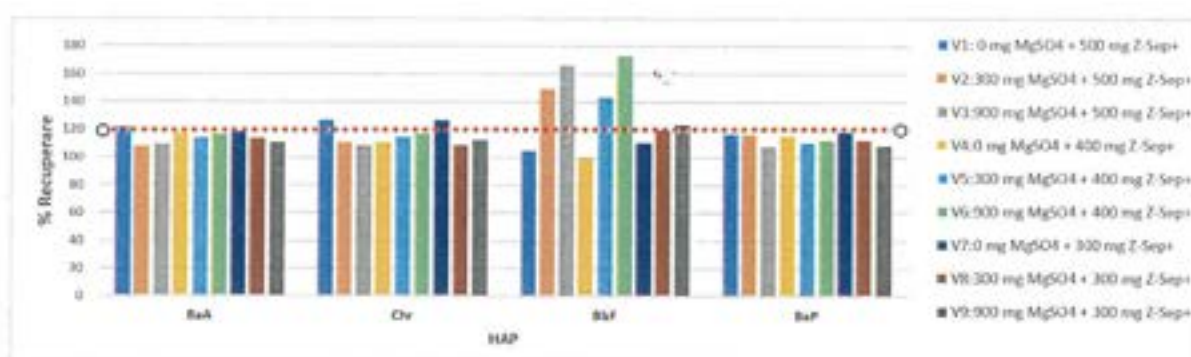
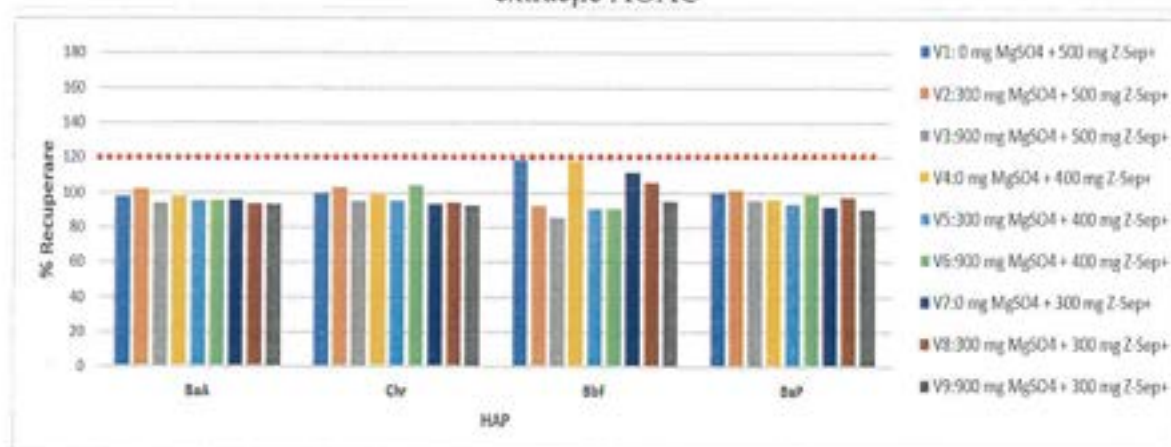


Figura 14. Variația reziduurilor de co-extract în variantele experimentale

Cu toate acestea, folosirea sărurilor acetat (AOAC) a condus la creșterea valorilor de recuperare pentru anumite HAP, cum ar fi BbF (Figura 15), depășind criteriul impus de regulamentul european (50- 120%). În schimb, în cazul variantelor cu săruri citrat (EN), valorile de recuperare (Figura 16) au variat între 85,78 ÷ 118,09% pentru probele de făină de grâu (G2) spikate cu soluție de HAP, de 5ppb.



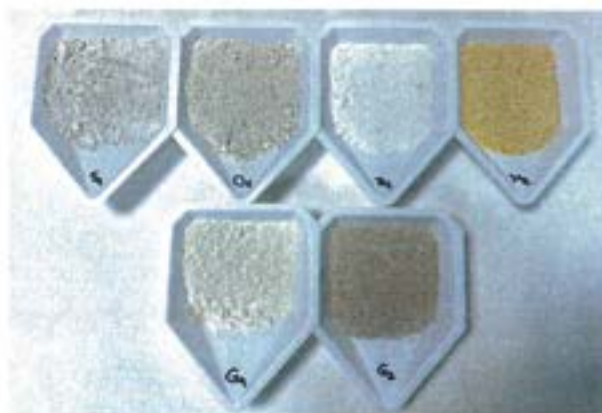
**Figura 15.** Media recuperării HAP din făina de grâu spikată la 5 ppb, în variantele experimentale, cu extracție AOAC



**Figura 16.** Media recuperării HAP din făina de grâu spikată la 5 ppb, în variantele experimentale, cu extracție EN

Ținând cont că sorbentul folosit în aceste variante (Z-Sep<sup>+</sup>) se găsește comercializat sub formă de vrac și kituri cu tuburi care conțin 500 mg Z-Sep<sup>+</sup>, respectiv tuburi care conțin 900 mg MgSO<sub>4</sub> + 300 mg Z-Sep<sup>+</sup>, se vor selecta din toate variantele, **V2: 300 mg MgSO<sub>4</sub> + 500 mg Z-Sep<sup>+</sup>** și **V9: 900 mg MgSO<sub>4</sub> + 300 mg Z-Sep<sup>+</sup>** pentru a folosi deja cantitățile dozate de Z-Sep<sup>+</sup>, respectiv MgSO<sub>4</sub> din kiturile existente, în vederea eliminării etapei de cântărire.

Condițiile optime selectate au fost adaptate și verificate și pe alte tipuri de făinuri de cereale (Figura 17), ca: făină de secară (S1), făină de ovăz (O1), făină de orez (Z1), făină de porumb (M1) și făină albă de grâu (G1). Probele au fost prelucrate ca atare și spikate la nivel de 5ppb cu soluție de HAP. Au fost evaluate cantitățile de co-extract și recuperările HAP. Probele luate în studiu s-au caracterizat prin faptul că, unele HAP nu au fost detectate (Nd), iar altele au fost sub LOD ( $\leq 0,3$  ppb) sau sub LOQ ( $\leq 0,9$  ppb). Din punct de vedere al recuperărilor, acestea au fost cuprinse între 89,05% ÷ 107,05% pentru toate făinurile analizate.



**Figura 17.** Tipuri de făinuri din diferite cereale

Toate probele de făinuri, prelucrate în condițiile variantelor optime, au condus la extracte finale curate și incolore, cu excepția făinii de mălai (Figura 18).

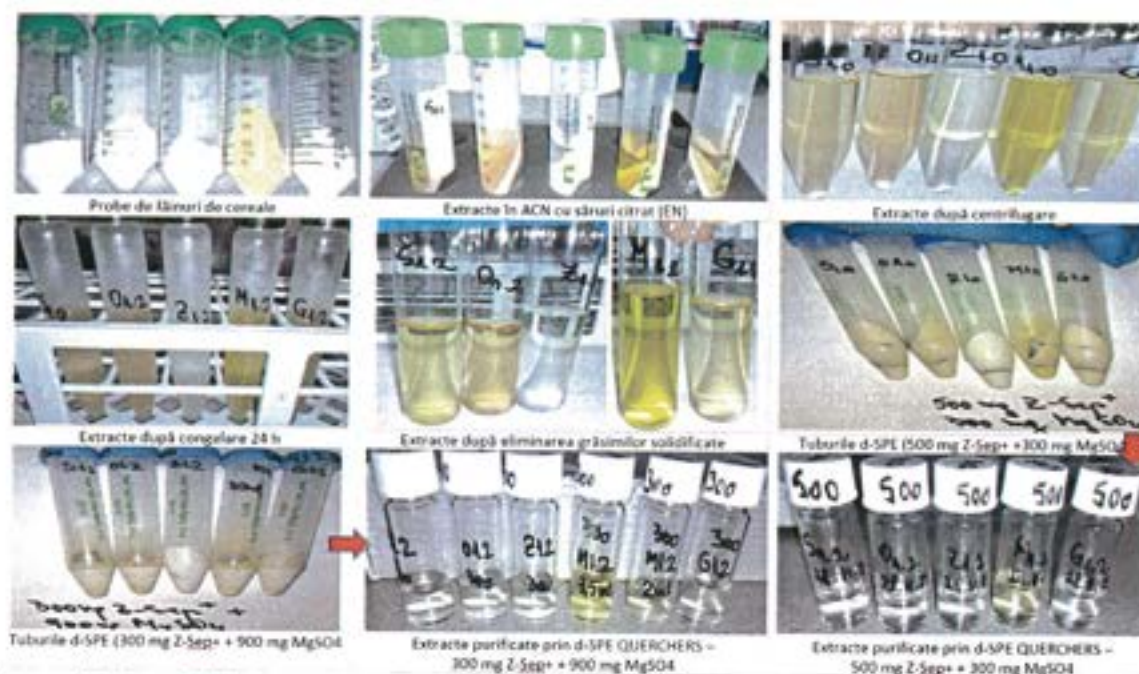


Figura 18. Imagini din etapele de pregătire ale probelor de făinuri provenite din diferite cereale

Valorile determinate ale reziduurilor de co-extracte au fost cuprinse între  $0,23 \div 0,37$  mg/mL pentru extractele care au fost purificate prin  $500$  mg Z-Sep<sup>+</sup> +  $300$  mg MgSO<sub>4</sub>, respectiv,  $0,24 \div 0,45$  mg/mL pentru extractele care au fost purificate prin  $300$  mg Z-Sep<sup>+</sup> +  $900$  mg MgSO<sub>4</sub>. Pentru extractele din probele de mălai, care au prezentat o tentă gălbuie, se recomandă purificarea prin  $500$  mg Z-Sep<sup>+</sup> +  $300$  mg MgSO<sub>4</sub>, a unor volume mai mici de extract ( $3,5$  mL;  $2$  mL) sau diluții ale acestora.

Pe baza rezultatelor obținute s-a propus un protocol optim de lucru pentru pregătirea extractelor din diferite făinuri, rezultate prin măcinarea cerealelor, în vederea determinării HAP prin GC-MS/MS. Schema protocolului de lucru este prezentată în Figura 19.

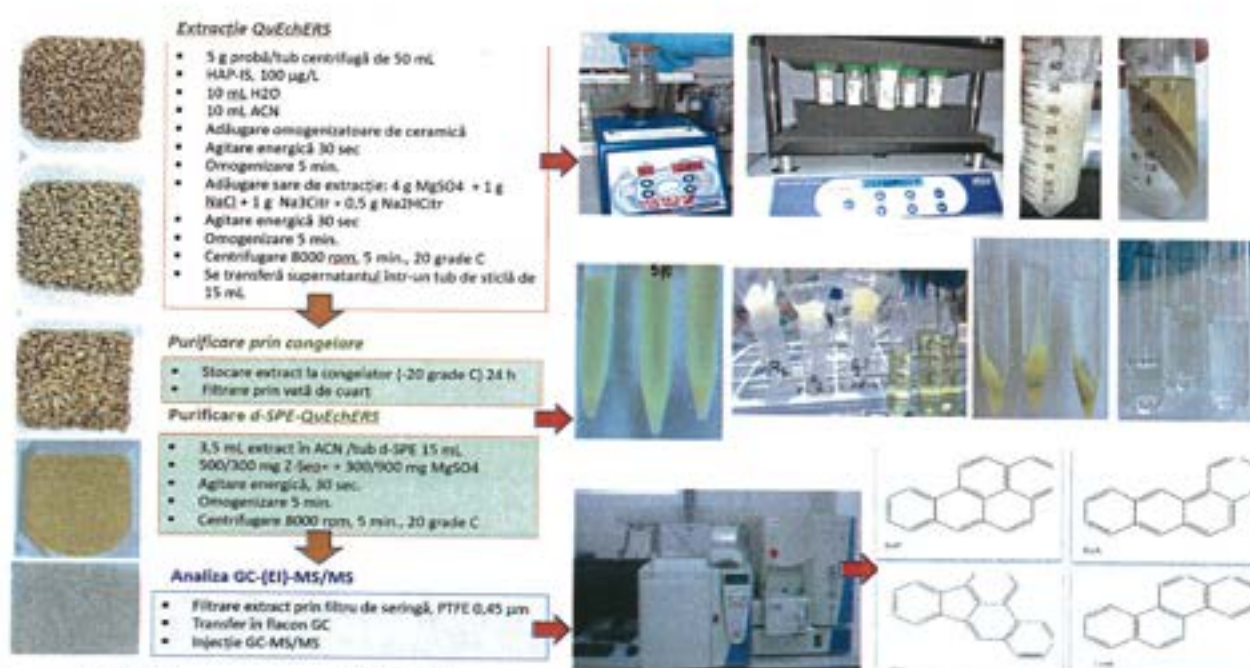


Figura 19. Schema protocolului de lucru pentru pregătirea extractelor din matrice de tip "CEREALE" prin aplicarea tehnicii d-SPE QuEChERS, în vederea determinării HAP prin GC-MS/MS.

Similar, variantelor experimentale de stabilirea a condițiilor optime de extracție și purificare din probe de grâu, au fost studiați anumiți factori și în cazul matricelor din grupa "SEMINȚE DE OLEAGINOASE". Cantitatea mai mare de grăsime a probelor din această categorie de matrice, determină o separare inefficientă a HAP-urilor, afectând negativ identificare, separarea și/sau cuantificarea acestora. Datorită acestui fapt au fost încercate 2 tehnici de extracție: QuEChERS și lichid-lichid (LL) cu saponificare în prealabil.

În cazul extracției QuEChERS au fost evaluați următorii factori:

- Cantitatea de probă luată în lucru (2 g, 3 g, 4 g, 5 g)
- Tipul de săruri de extracție QuEChERS
- Tipul de solvent folosit la extracția QuEChERS (acetonitril, hexan)
- Tipul de sorbent folosit la purificarea d-SPE QuEChERS
- Volumele de extract folosite la purificare

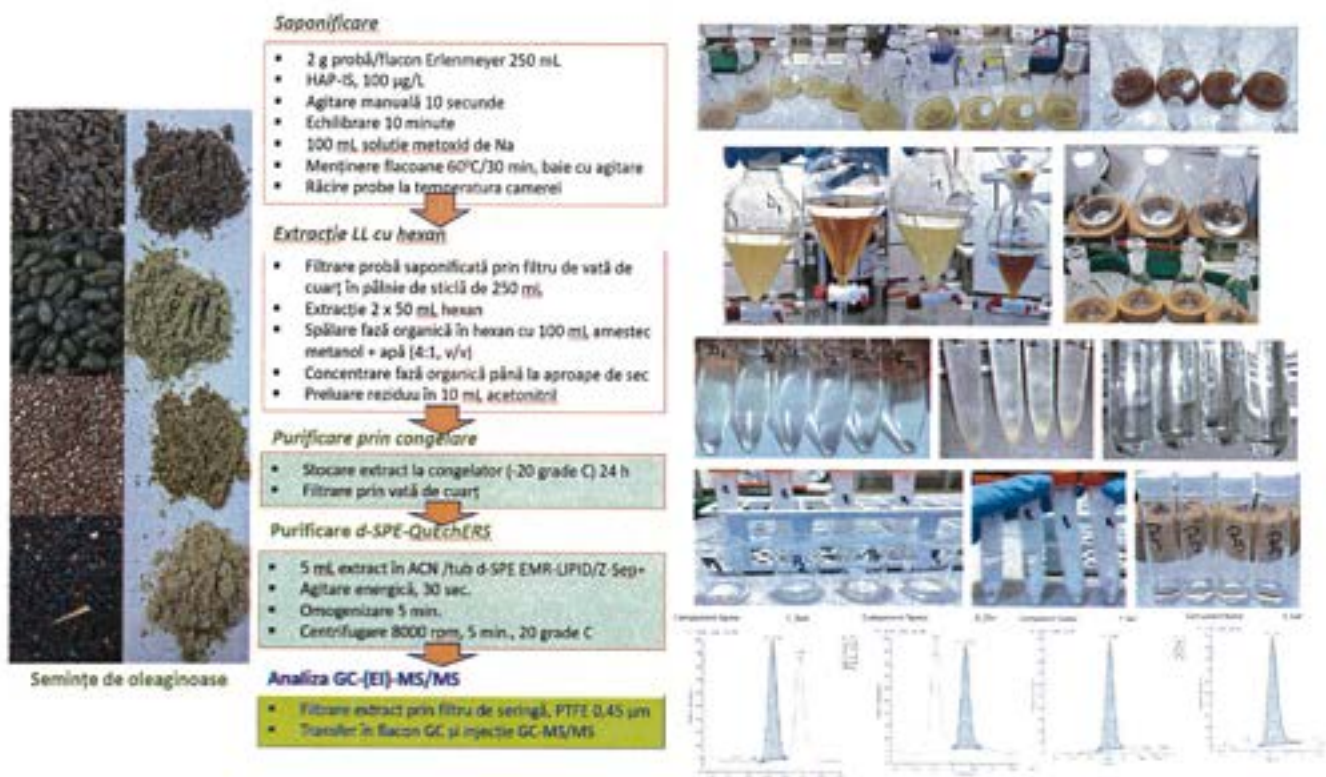
Valorile reziduurilor de co-extract determinate au variat între 0,25 – 4,46 mg/mL, iar recuperările variantelor optime selectate au fost cuprinse între 75,31 – 112,50%.

În cazul extracției LL cu saponificare în prealabil, au fost evaluați următorii factori:

- Cantitățile de reactivi folosiți în etapa de saponificare
- Modul de agitare al extractelor în timpul saponificării
- Tipul de sorbent folosit la purificarea d-SPE QuEChERS
- Durata de congelare a extractelor, înainte de purificare d-SPE QuEChERS

Pentru ambele metode de extracție aplicate, au fost elaborate protocoale de lucru pentru pregătirea extractelor din diferite semințe de oleaginoase. În Figura 20 este prezentată schema protocolului de lucru pentru grupa de matrice "SEMINȚE DE OLEAGINOASE", prin aplicarea extracției LL.

Condițiile selectate au fost adaptate și verificate și pe alte tipuri de semințe de oleaginoase, ca: semințe de dovleac (D1), semințe de in (I1), semințe de rapiță (R1) și alte 2 soiuri de semințe de floarea-soarelui (S2, S5).



**Figura 20.** Schema protocolului de lucru pentru pregătirea extractelor din matrici de tip "SEMINȚE DE OLEAGINOASE" prin aplicarea extracției LL, în vederea determinării HAP prin GC-MS/MS

De asemenea, în această fază au fost realizate experimentări cu reevaluarea condițiilor instrumentale pentru separarea, detecția, identificarea și cuantificarea simultană a 4 HAP din extractele obținute din grupele de matrice alimentare luate în studiu, în vederea stabilirii metodei instrumentale finale. Separarea GC a fost inițiată de volatilizarea extractului într-un injector PTV, încălzit la 70°C. Toți analiții probei sunt direcționați în coloană, de gazul purtător, heliu, fiind separați pe faza staționară a coloanei (TraceGOLD TG-PAH, 30 m x 0,25 mm x 0,10 mm, Thermo Fisher Scientific, SUA), la diferiți timpi de retenție. După ce HAP-urile au fost eluate pe coloana cromatografică GC, acestea au fost detectate de către MS/MS, folosind tehnica de ionizare electronică (EI), în modul de lucru "SRM" (monitorizarea reacției selecționate), cu fragmentarea ionilor precursori ("parent mass") în ionii produs ("product mass"), indicați în Tabelul 2.

**Tabel 2.** Parametri pentru analiza HAP din CEREALE și SEMINȚE DE OLEAGINOASE, prin GC-MS/MS

Parametru		Condiții instrumentale	
Injector		PTV <u>Splitless</u> , 70°C	
Volum de injecție		1 μL	
Gazul purtător și debitul		Heliu, 1,5 mL/min	
Program cuptor		80°C, menținere 1 min 15°C/min → 210°C 25°C/min → 260°C 5°C/min → 305°C, menținere 2 min. 15°C/min → 350°C, menținere 5 min.	
Detector		Ionizare electronică (EI) 70eV, Temperatura sursei: 300°C Temperatura liniei de transfer: 340°C	
Gazul de coliziune		Argon	
Analitul și ionul precursor	m/z	Ionul produs (m/z) și ionii de cuantificare ( <b>bolduiti</b> )	Segmentul/Scan event
<u>Benzo[a]antracen (BaA)</u>	228	202, <b>226</b>	1/1
<u>Benzo[a]antracen-<sup>13</sup>C<sub>6</sub> (BaA-IS)</u>	234	208, <b>232</b>	1/2
<u>Crisen (Chr)</u>	228	202, <b>226</b>	1/1
<u>Crisen-<sup>13</sup>C<sub>6</sub> (Chr-IS)</u>	234	208, <b>232</b>	1/2
<u>9-fluorobenzo[k]fluoranten (FBkF) – ISI</u>	270	249, <b>268</b>	2/1
<u>Benzo[b]fluoranten (BbF)</u>	252	226, <b>250</b>	3/1
<u>Benzo[b]fluoranten-<sup>13</sup>C<sub>6</sub> (BbF-IS)</u>	258	232, <b>256</b>	3/2
<u>Benzo[a]piren (BaP)</u>	252	226, <b>250</b>	4/1
<u>Benzo[a]piren-<sup>13</sup>C<sub>4</sub> (BaP-IS)</u>	256	228, <b>254</b>	4/2

**Rezultatele fazei 2** a proiectului au fost diseminate după cum urmează:

➤ **Articolul** cu titlul: "Polycyclic aromatic hydrocarbons occurrence and formation in processed meat, edible oils, and cereal derived product: a review", autori: Palade Laurențiu Mihai, Negoită Mioara, Adascălului Alina Cristina, Mihai Adriana Laura **a fost publicat** în jurnalul *Applied Sciences* 2023, 13, 7877. <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/13/7877>

➤ **Prezentare în plen**, la Simpozionul Internațional "ISB-INMA TEH" 5-6 octombrie 2023, București, o lucrare cu titlul "Apariția hidrocarburilor aromatice în produsele pe bază de cereale și evaluarea riscurilor- o revizuire"/"Polycyclic aromatic hydrocarbons occurrence in cereal based-products and risk assessment – a review", având ca autori: Mihai Adriana Laura, Negoită Mioara, Adascălului Alina Cristina, Palade Laurențiu-Mihai, cu obținerea unui certificat de participare.

➤ **Participare** la Simpozionul Internațional "ISB-INMA TEH" 5- 6 octombrie 2023, București, cu un **poster** cu titlul "Dezvoltarea unei metode GC-MS/MS pentru determinarea hidrocarburilor aromatice policiclice din alimente"/"Development of a GC-MS/MS method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in food", având ca autori: Negoită Mioara, Mihai Adriana Laura, Adascălului Alina Cristina, Palade Laurențiu-Mihai, Duță Denisa Eglantina, cu obținerea unui certificat de participare.

În această fază, membri din echipa de lucru a proiectului au realizat 2 cursuri: unul în domeniul prelucrării statistice a datelor experimentale și altul în domeniul Sistemului de Management al calității într-un laborator acreditat/în proces de acreditare, conform standardelor SR EN ISO/IEC 17025:2018.

**Rezultatele obținute în cadrul fazei 2** a proiectului au atins integral obiectivul propus și țintele din cadrul proiectului. Acestea au fost:

**1 Metodă** instrumentală GC-MS/MS – profil HAP (rezultat final)

**2 Protocoale** de lucru bazate pe tehnica d-SPE-QuEChERS: (1) oleaginoase; (1) cereal

**Cercetători** instruiți: 1 persoana/curs statistică; 1 persoană/curs validare

**1 Participare** la manifestări științifice internațională la Simpozionul Internațional "ISB-INMA TEH", 5 – 6 octombrie 2023, București cu o lucrare științifică prezentată sub formă de poster

**1 Articol indexat WoS** publicat, "Polycyclic aromatic hydrocarbons occurrence and formation in processed meat, edible oils, and cereal derived product: a review" în jurnalul *Applied Sciences* 2023, 13, 7877, Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Occurrence and Formation in Processed Meat, Edible Oils, and Cereal-Derived Products: A Review.

În plus față de ce s-a previzionat:

**1 Participare la o conferință internațională** (1 lucrare prezentată în plen).

În cadrul proiectului **PN 23 01 03 03**, a fost desfășurată faza 1:

**Faza 1:** Optimizarea design-ului studiului populațional

În faza 1 în cadrul activității *optimizarea design-ului proiectului pe baza celor mai recente date din literatura de specialitate* s-a realizat interogarea bazelor de date publice, pentru selectarea articolelor științifice în care s-au studiat comportamentele cu risc alimentar, efectele terapiilor nutriționale sau cognitiv-comportamentale asupra comportamentului de risc alimentar, predispoziția genetică, gene de risc pentru bolile de nutriție, mutații și blocuri de secvențe etc.

Ca urmare a acțiunilor întreprinse s-au elaborat 2 studii structurate astfel:

➤ Studiul privind factorii psihologici și biologici (genetici și antropometrici) cu rol în predispoziția pentru comportamentul de risc alimentar care cuprinde:

- Clasificarea produselor alimentare,
- Comportamentele cu risc alimentar,
- Factorii antropometrici,
- Identificarea factorilor exogeni care pot influența calitatea vieții,
- Identificarea celei mai bune soluții de transpunere a programelor de personalizare a dietei în platforme de tip e-health și
- Identificarea și proiectarea arhitecturii soluției informatice.

➤ Studiul privind efectele terapiilor nutriționale sau cognitiv-comportamentale asupra comportamentului de risc alimentar care cuprinde:

- Factorii psihologici care pot influența comportamentul alimentar,
- Predispoziția pentru comportamentele de risc alimentar și definirea factorilor genetici predispozanți pentru fenotipurile de interes și
- Efectele terapiilor nutriționale sau cognitiv-comportamentale asupra comportamentului de risc alimentar.

În cadrul activității *testarea, optimizarea și validarea metodelor de analiză bioinformatică a genelor de interes* s-au realizat următoarele: stabilirea criteriilor de includere – excludere a subiecților necesare pentru constituirea loturilor de studiu, cu respectarea declarației de la Helsinki; elaborarea unei metodologii de analiză bioinformatică a genelor de interes care va permite organizarea părții genetice a studiului și stabilirea regiunilor genomice de interes pe baze științifice; analiza bioinformatică a regiunilor genomice de interes; stabilirea genelor de interes și predicții asupra relațiilor metabolice dintre produșii codificați de acestea.

Ca urmare a acțiunilor întreprinse s-au elaborat 2 rapoarte științifice structurate astfel:

➤ Raportul științific privind caracterizarea prin analiza bioinformatică a minim 20 gene/nutrigene (parțial) care cuprinde:

- Elaborarea unei metodologii de analiză bioinformatică a genelor de interes care va permite organizarea părții genetice a studiului și stabilirea regiunilor genomice de interes pe baze științifice,
- Analiza bioinformatică a regiunilor genomice de interes a presupus identificarea blocurilor de secvență și a dezechilibrului de linkage dintre markeri și
- testarea și optimizarea protocoalelor de analiză moleculară a polimorfismelor de interes.
  - Raportul științific de testare *in silico* a secvențelor genomice, transcriptomice și proteomice de interes și a variabilității genelor relevante (parțial) care cuprinde:
- Stabilirea criteriilor de includere – excludere a subiecților necesare pentru constituirea loturilor de studiu, cu respectarea declarației de la Helsinki și
- Interogarea bazelor de date publice.

Rezultatele obținute au condus la redactarea a două lucrări: un abstract (care a fost prezentat sub formă de poster la Congresul Societății Europene de Genetică Medicală) și 1 articol (acceptat spre publicare la revista WoS – Balkan Journal of Medical Genetics, ISSN: 13110160).

Țintele/indicatorii Fazei 1 au fost realizați în totalitate:

## 2 Studii

- 1 studiu privind factorii psihologici și biologici (genetici și antropometrici) cu rol în predispoziția pentru comportamentul de risc alimentar
- 1 studiu privind efectele terapiilor nutriționale sau cognitiv-comportamentale asupra comportamentului de risc alimentar

## 2 Rapoarte științifice

- 1 raport științific privind caracterizarea prin analiza bioinformatică a minim 20 gene/nutrigene (parțial)
- 1 raport științific de testare *in silico* a secvențelor genomice, transcriptomice și proteomice de interes și a variabilității genelor relevante (parțial)

## 1 Articol BDI

- The predisposition for Type 2 Diabetes Mellitus and Metabolic Syndrome. Zenoaga-Barbăroșie C, Berca L., Vassu-Dimov T, Toma M, Nica MI, Alexiu-Toma OA, Ciornei C, Albu A, Nica S, Nistor C, Nica R. (acceptat spre publicare la revista indexată WoS– Balkan Journal of Medical Genetics, ISSN: 13110160)

## 1 Participare la conferințe științifice

- 1 poster -Genetic predisposition for several complex diseases. Lavinia Mariana Berca, Robert-Mihail Sionel, Catalina Zenoaga-Barbarosie, Danut Cimponeriu, Mihai Toma, Matei Ioan Nica, Ortansa Csutak, ESHG (The European Society of Human Genetics) 2023: (control number: 2434).

**În faza 2** - Optimizarea design-ului studiului populațional au fost realizate următoarele activități:

### Testarea, optimizarea și validarea metodelor de analiză bioinformatică a genelor de interes

În cadrul acestei activități s-au realizat următoarele: studiul bibliometric și cartarea domeniilor cunoașterii, caracterizarea genei VDR și identificarea polimorfismelor din vecinătatea locusului VDR, identificarea genelor care pot predispuce la fenotipuri comune, stabilirea protocolului de analiză bioinformatică pentru identificarea genelor care pot conține elemente de răspuns la vitamina D.

Principalele rezultate obținute sunt:

- identificarea datelor cunoscute referitoare la vitamina D (ex. 126383 publicații) și la aspectele de noutate care se pot testa (utilizând un criteriu obiectiv nu doar o descriere narativă a literaturii consultate),
- caracterizarea variabilității VDR (15286 polimorfisme, majoritatea sunt de tip SNP), căutarea polimorfismelor funcționale și a celor care au potențial funcțional și a blocurilor de secvențe din VDR (care permite selectarea polimorfismelor țintă), caracterizarea distribuției populaționale a polimorfismelor de interes (pentru a putea exclude polimorfismele care au alele foarte rare și pentru a identifica polimorfismele care sunt localizate în blocuri de secvențe diferite)
- identificarea genelor care pot predispuce la patologii comune și care conțin în regiunea promotor elemente de răspuns la vitamina D.

Ca urmare a acțiunilor întreprinse s-au elaborat 2 rapoarte științifice structurate astfel:

**a) Raportul științific privind caracterizarea prin analiza bioinformatică a minim 20 gene/nutrigene (final) care cuprinde:**

Analiza bioinformatică a fost centrată pe trei elemente principale:

1) Studiu bibliometric pentru a identifica evoluția cunoașterii în domeniu și pentru a identifica aspectele publicate.

Rezultatele sunt importante deoarece scot în evidență aspectele care au fost publicate și modul în care au evoluat conceptele în domeniu. Aceste rezultate pot orienta cercetarea ulterioară pentru a putea asigura un nivel crescut de originalitate acestui studiu.

Principalele etape parcurse în acest studiu au fost: stabilirea cuvintelor cheie relevante pentru studiu și alegerea bazelor de date relevante; interogarea bazelor de date pe baza cuvintelor cheie; filtrarea rezultatelor relevante; analiza articolelor filtrate; stabilirea concluziilor.

Bazele de date interogate pentru identificarea articolelor publicate în literatura de specialitate au fost SCOPUS și WOS. Interogarea s-a realizat utilizând diferite cuvinte cheie (ex. "Vitamin D\*" AND "human" OR "Homo Sapiens"). Selectarea rezultatelor s-a bazat pe următoarele criterii: Document type: "article"; Publication stage "final"; Source type – journal; Language "english".

Rezultatele obținute au vizat intervalul de timp 1929-2023. Având în vedere dinamica publicării articolelor pentru analiza finală au fost păstrate articolele publicate în interval 1993- 2023.

Setul de date inițial a inclus 126383 articole (dintre care 83716 articole) publicate în 41 limbi (89,98% sunt publicate în limba engleză). În limba română au fost identificate 36 documente (0,028% dintre articolele identificate sau poziția 26 în clasamentul realizat pe baza numărului de documente identificate în SCOPUS).

Articolele au fost incluse în 28 de arii tematice (cele mai multe articole sunt incluse în domeniile: Medicine, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology și Agricultural and Biological Sciences, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics). După anul 1991 a început să crească numărul de publicații pentru ambele genuri. Creșterea este mai accentuată în cazul căutării "vitamin D" și "women"OR"girls".

Cele mai mari diferențe între numărul de documente identificate între cele două genuri sunt identificate după anul 2016. În analiza finală au fost păstrate 20000 articole iar perioada de timp a fost 2019-2023 pentru a putea identifica tendințele în domeniu. Aproximativ 34% dintre diferențe constatate între cele 2 genuri sunt cauzate de osteoporoză. Rezultatele privind relația dintre VDR și patologia umană reprezintă o bază pentru actualizarea criteriilor de includere/excludere și pentru identificarea factorilor de confuzie care pot influența rezultatele acestui proiect.

2) Analiza bioinformatică a genei VDR la om și a polimorfismelor genetice înregistrate în SNPdb.

A fost analizată organizarea genei VDR. Structura obținută și organizarea genei este necesară pentru estimarea impactului funcțional a mutațiilor din gena VDR și pentru analiza blocurilor de secvență.

Au fost identificate 15286 polimorfisme care sunt localizate în gena și în vecinătatea genei VDR. Marea majoritate sunt de tip SNP (polimorfismul unui singur nucleotid). Au fost căutate polimorfismele funcționale și polimorfismele celor care au potențial funcțional din VDR.

Analiza blocurilor de secvență permite selectarea polimorfismelor țintă (*Tag SNPs*) din VDR, polimorfisme care urmează să fie testate în etapa următoare a acestui studiu în probele prelevate de la subiecți. Frecvența estimată a SNP a fost documentată prin interogarea *1000 Genomes*. De asemenea, frecvențele alelor SNP s-au căutat și în baza de date *ALFRED*. În studiu nu sunt păstrate polimorfismele care au frecvența alelei minore (MAF) < 5%.

Au fost utilizate programele *Arlequin* și *SheSis* pentru a estima frecvența haplotipurilor alcătuite din polimorfismele VDR selectate și din celelalte gene candidat (s-a utilizat un set de date de antrenament). Rezultatele obținute prin această analiză vor permite analiza statistică a datelor și la nivel haplotipic (nu doar la nivel de alelă și de genotip).

Au fost identificați și comparați prin BLAST transcripții genei VDR.

A fost identificat profilul de expresie al genei VDR în diferite țesuturi. Acest aspect a fost necesar pentru a estima dacă mutațiile și expresia genei afectează țesuturile de interes pentru acest studiu. Metoda de analiză se poate extinde și pentru alte seturi de gene.



3) Analiza bioinformatică a genelor care pot interacționa cu receptorul pentru vitamina D. Identificarea genelor care pot să conțină în regiunea promotor elemente de reglare (VDRE) care pot să interacționeze cu receptorul pentru vitamina D (VDR). Prin aceste interacțiuni vitamina D poate modifica nivelul lor de expresie și poate predispuce la diferite patologii.

**b) Raportul științific de testare *in silico* a secvențelor genomice, transcriptomice și proteomice de interes și a variabilității genelor relevante (final) care cuprinde:**

Prin data mining au fost identificate 200 gene care pot să interacționeze cu VDR (chiar și la nivel ipotetic). Principala bază de date interogată pentru a identifica genele implicate în patologiile comune (ex. cardio și cerebrovasculare) a fost Genes (NCBI).

În total au fost analizate aproximativ 2900 gene. Spre exemplu au fost identificate pentru HTA – 7 gene; infarct miocardic – 4 gene; accidente vasculare cerebrale – 3 gene; HTA și accidente vasculare cerebrale – 3 gene; HTA și infarct miocardic – 10 gene; infarct miocardic și AVC – 9 gene; infarct miocardic + insuficiență cardiacă -3 gene. În etapa următoare au fost identificate genele care pot să contribuie și la 3 sau chiar la 4 patologii (ex. HTA, infarct miocardic, insuficiență cardiacă, accidente vasculare cerebrale).

În paralel au fost scanate bazele de date pentru a se identifica studiile de tip GWAS (studii de scanare genomică) în care a fost raportată o asociere între polimorfismele VDR și patologia umană. Rezultatele au fost clasificate și în funcție de populația testată (populații din Europa, Africa de Sud, Asia de Est, America). Au fost identificate 26 de patologii care au prezentat asocieri semnificative cu polimorfismele VDR (dintre care se pot menționa boli hematologice, boli maligne, anomalii ale microbiotei intestinale, parametrii antropometrici, boli cardiovasculare).

S-au identificat genele care pot interacționa (cel puțin teoretic) cu VDR. Secvențele acestor gene au fost descărcate din UCSC Genome Browser (Human Assembly – jan 2022). Secvențele de interes pentru fiecare dintre genele analizate au fost reprezentate de regiunea promotor (10.000 bp/ genă). În total din bazele de date s-au descărcat secvențe care depășesc 29.000.000 bp din genomul uman. Formatul ales pentru stocarea acestor secvențe este fasta (.fa). Secvențele corespunzătoare promotorului genelor de interes au fost aliniate cu ajutorul programelor de alinare locală a secvențelor de nucleotide de tip BLASTn sau aliniere multiplă.

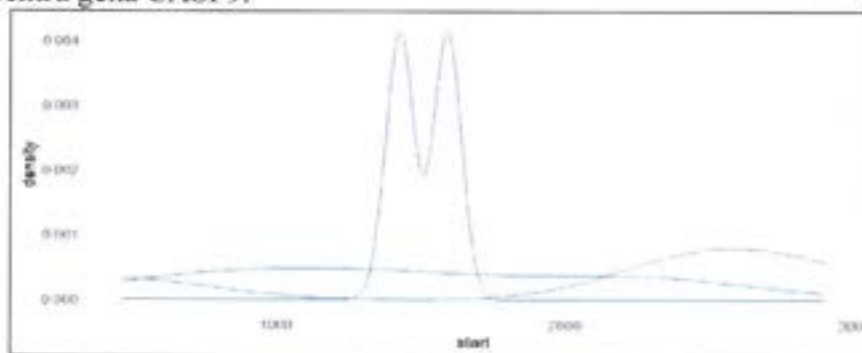
A fost elaborată strategia de analiză care permite identificarea secvențelor VDRE (elemente cu care poate interacționa VDR dimerizat (homodimer sau heterodimer).

Prin coroborarea rezultatelor obținute se poate realiza o triere a genelor de interes care să permită creșterea probabilității obținerii unor asocieri semnificative între polimorfismele/ mutațiile din aceste gene și fenotipurile de interes. Situsuri potențiale pentru legarea factorilor transcripționali s-a testat cu RStudio, Contra v3 și FIMO.

În FIMO au fost testate situsurile de legare atât pentru homodimerul VDR cât și pentru heterodimerul RXRA::VDR.

Secvențele cu care pot interacționa VDR și RXRA::VDR au fost identificate în Jaspar. Secvențele au fost descărcate ca MEME.

Scriptul care a fost realizat și rulat în RStudio a vizat și secvențele revers complement (3'TGAACT5', 3'TGAACC 5'). Iar pentru RXRA au fost: 5'GGGTCA3' sau 5'AGGTCA3' (și secvențele revers complement 3'TGACCC5' și 3'TGACCT5'). Pentru exemplificare este prezentat rezultatul obținut pentru gena CASP9.



**Figura 1.** Poziția din amonte de gena CASP9 în care pot exista situsuri potențiale pentru interacțiunea cu VDR (identificare cu programul R Studio).

**Tabel. 1.** Poziția din promotorul genei CASP9 în care se pot lega secvențele VDR și RXRA

Nr. crt.	Varianta de secvență căutată în matrița ADN din CASP9	Poziția în secvența de ADN din CASP9
1	"AGTTCA"	-
2	"TGAACT"	-
3	"GGTTCA"	-
4	"TGAACC"	1427 1432 1592 1597
5	"GGGTCA"	-
6	"TGACCC"	469 474 2481 2486 2493 2498 2895 2900
7	"AGGTCA"	2632 2637
8	"TGACCT"	769 774 1405 1410 2274 2279

Datele obținute pe parcursul acestei etape au fost centralizate și analizate. Rezultatele obținute au condus la redactarea a trei lucrări: o prezentare orală (în cadrul Conferinței Academiei de Științe Medicale, sesiunea Impactul alimentelor/alimentației asupra sănătății umane) și 2 articole publicate.

Țintele/indicatorii Fazei 2 au fost realizați în totalitate:

#### **2 Rapoarte științifice**

- 1 raport științific privind caracterizarea prin analiza bioinformatică a minim 20 gene/nutrigene (final)
- 1 raport științific de testare in silico a secvențelor genomice, transcriptomice și proteomice de interes și a variabilității genelor relevante (final)

#### **2 Articole BDI**

- Assessment of Low-Doses Doxorubicin Effects in Mice Using Chromosomal Aberration Assay. Raluca S. Costache, Remus Nica, Silvia Nica, Robert M. Sionel, Sonia Spandole-Dinu, Oana Costianu, Irina Radu, Mirela Oancea, Matei I. Nica, Danut Cimponeriu, Lavinia Berca. Publicat in Vol. CXXVI, No. 4/2023, Noiembrie. *Romanian Journal of Military Medicine*. <https://doi.org/10.55453/rjmm.2023.126.4.1>
- Food, nutrition and health and sustainable food system. Nastasia Belc, Denisa Duta, Claudia Mosoiu and Lavinia Berca. 2023. *Proc. Rom. Acad., Series B*, 25(1), p. 25–29 (<https://acad.ro/sectii2002/proceedingsChemistry/doc2023-1/Art04Belc.pdf>)

**1 Participare la conferință științifică**, Modularea comportamentul alimentar de factori bio-psiho-sociali, autor: Sionel Robert Mihail. Prezentare orală în cadrul Conferinței Academiei de Științe Medicale, sesiunea Impactul alimentelor/alimentației asupra sănătății umane, organizată on-line în data de 21 iulie 2023.

În cadrul proiectului **PN 23 01 03 04**, au fost desfășurate următoarele faze:

**Faza 1:** Evaluarea evoluției temporale a unor indicatori cantitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice.

**Faza 2:** Evaluarea evoluției temporale și spațiale a unor indicatori calitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice

**În faza 1** a fost evaluată evoluția temporală a unor indicatori cantitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice.

**Bază de date cu indicatorii cantitativi ai recoltelor de grâu (suprafețe cultivate, producție și productivitate; preț de vânzare) în România în perioada de referință 1961–2021.** Datele anuale ale

indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România în perioada 1961–2021 (suprafețe cultivate; producție; productivitate; preț de vânzare) au fost importate din baza de date a Organizației pentru Alimentație și Agricultură a Națiunilor Unite (FAO). Datele oficiale primare privind indicatorii cantitativi au fost raportate anual de Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale (MADR) către FAO. Datele au fost convertite din format *.csv* în format *Excel* și folosite pentru crearea unei baze de date a IBA București, care să permită evaluarea statistică și a evoluției temporale a acestor factori meteorologici.

**Bază de date cu factorii meteorologici (temperatură aer și precipitații) în România în perioada 1901–2021.** Datele anuale privind evoluția temperaturii aerului și precipitațiilor în România în perioada 1961–2021 și 1901–2021, au fost importate din baza de date a Băncii Mondiale (CCKP-WB, 2022). Datele meteorologice primare au fost raportate de Meteo-România către Banca Mondială. Datele au fost convertite din format *.csv* în format *Excel* și folosite pentru crearea unei baze de date a IBA București, care să permită evaluarea statistică și a evoluției temporale a factorilor meteorologici.

**Studiu statistic al indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu și Studiu statistic al factorilor meteorologici.** A fost efectuat studiul statistic al indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu (suprafețe recoltate, cantitate de producție și productivitate) și al factorilor meteorologici (temperatură aer și precipitații) în perioada 1961–2021. Datele au fost prelucrate folosind software Shell/Linux și Fortran/C++, coduri dezvoltate pentru acest proiect de cercetare. Fișierele transformate în format *.netcdf* au fost procesate statistic folosind Climate Data Operators (CDO) software în Linux® Operating System. Reprezentarea grafică a fost realizată în Grid Analysis and Display System (*GrADS*)– Linux software și Excel software.

**Datele obținute au fost utilizate pentru elaborarea studiului de evaluare a evoluției temporale a indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice.**

În perioada 1901–2021 (120 ani), România a avut un climat caracterizat de o temperatură medie de  $9.39 \pm 0.79$  °C și precipitații anuale de  $640 \pm 27$  mm. Temperatura aerului a depășit media pe 120 ani începând cu deceniul 1991–2000 ( $9.49 \pm 8.22$  °C) și a continuat în deceniile următoare, 2001–2010 ( $10.08 \pm 8.30$  °C) și 2011–2020 ( $10.83 \pm 8.26$  °C). Precipitațiile cumulate anuale au înregistrat valori sub media pe 120 ani în deceniile 1901–1910 ( $617 \pm 59$  mm), 1921–1930 ( $624 \pm 59$  mm), 1941–1950 ( $606 \pm 102$  mm) și cele mai mici valori în deceniul 1981–1990 ( $584 \pm 76$  mm). Precipitații peste medie au fost înregistrate în deceniile 1911–1920 ( $674 \pm 94$  mm), 1931–1940 ( $660 \pm 77$  mm), 1971–1980 ( $671 \pm 59$  mm) și 2001–2010 ( $684 \pm 88$  mm) [CCKP-WB; ANM].

În perioada de referință 1961–2021 (60 ani), România a avut un climat caracterizat de o temperatură a aerului cu medie de  $9.63 \pm 0.85$  °C și precipitații cumulate anuale de  $643 \pm 86$  mm. Temperatura medie anuală a depășit valoarea de 10 °C în anii 1966, 1990, 1994, 1999, 2000, 2002, 2007–2010, 2012, 2013, 2016 și 2021, și valoarea de 11 °C în anii 2014, 2015, 2018–2020. Cei mai ploioși ani au fost 2010 (831 mm), 2005 (796 mm) și 1970 (796 mm), iar cei mai secetoși ani au fost 2000 (446 mm), 2011 (478 mm), 1990 (484 mm) și 1986 (489 mm) (Oprea și alții, 2018; EEA, 2017; Mateescu și alții, 2016; Spinoni și alții 2015; ANM; CCKP-WB).

Analiza temporală și analiza statistică a indicatorilor recoltelor de grâu au arătat o evoluție variată, cu o scădere a suprafeței recoltate și o creștere a producției și productivității în perioada 1961–1989 (colectivizare; mecanizarea și industrializarea agriculturii), urmată de o scădere în perioada 1991–2000 (Revoluția din decembrie 1989; desființarea întreprinderilor agricole de stat) și o dezvoltare semnificativă după aderarea la Uniunea Europeană la 1 ianuarie 2007 (Figura 1). O influență majoră asupra indicatorilor grâului au avut-o finanțările externe de la Fondul Monetar Internațional, Banca Mondială și Uniunea Europeană care au permis achiziționarea de tehnologii moderne, precum și rambursarea anticipată a creditului până în martie 1989 și fenomenele meteorologice extreme (inundații istorice în anii 1970 și 2010; precipitații și inundații extreme în deceniul 1971–1980; secetă extremă în anii 2007, 2011, 2012, 2013 și 2021) care sunt mai frecvente și intense după anul 2000. Temperaturile ridicate în Februarie–Martie, temperaturile scăzute în Mai, precum și prezența precipitațiilor abundente în Mai și mai ales în lunie favorizează creșterea producției, conform corelațiilor statistice semnificative pe 60 de ani (1961–2021).

Evoluția sectorului agricol a fost și va fi influențată de schimbările climatice care favorizează creșterea producției de grâu din cauza condițiilor de primăvară, dar scad producția de grâu din cauza condițiilor de vară. Aceste efecte au fost accentuate de apariția evenimentelor meteorologice extreme care au influențat negativ indicatorii cantitativi, calitativi și comerciali ai culturilor de grâu în România în perioada 1961–2021.

**Diseminarea rezultatelor:**

**1 Abstract și 1 Poster** la Conferința Internațională "Agriculture for Life, Life for Agriculture", USAMV București, 8–10 Iunie 2023, Evaluation of the quantitative indicators of wheat crops in Romania in the period 1961–2021, autori Valeria Gagi, Mihaela Caian, Antoanela Dobre, Oana Alexandra Oprea, Elena Mateescu, Nastasia Belc, Publisher: University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Faculty of Agriculture; and CERES Publishing House Bucharest, Romania. Book of Abstracts, p. 179, Section 1: *Agronomy*, 2023. ISSN 2457-3205 (PRINT), ISSN-L 2457-3205. [https://agricultureforlife.usamv.ro/images/2023/Book\\_of\\_Abstracts/Agronomy\\_Book\\_of\\_Abstract\\_2023.pdf](https://agricultureforlife.usamv.ro/images/2023/Book_of_Abstracts/Agronomy_Book_of_Abstract_2023.pdf)

**1 Articol WoS trimis spre publicare** la revista *Toxins-MDPI* (IF 5.075), Deoxynivalenol and Heavy Metals Contamination in Common Wheat in Romania in the extremely dry year 2015, autori Valeria Gagi, Elena L. Ungureanu, Daniela Borda, Gabriel Mustăța, Elena Mateescu, Nastasia Belc.

**1 Articol WoS în pregătire**, care va trimis la revista *Agronomy-MDPI* (IF 3.949), The evolution of crop and trade indicators of wheat in Romania in the context of climate change, autori Valeria Gagi, Mihaela Caian, Antoanela Dobre, Oana Alexandra Oprea, Elena Mateescu, Nastasia Belc

Țintele/indicatorii Fazei 1 au fost realizați în totalitate:

**1 Bază de date** cu indicatorii cantitativi ai recoltelor de grâu (suprafețe cultivate; producție; productivitate; preț de vânzare) în România, în perioada de referință 1961–2020,

**1 Bază de date** cu factorii meteorologici (temperatură aer precipitații) în România, în perioada 1901–2021,

**1 Studiu statistic** al indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu,

**1 Studiu statistic** al factorilor meteorologici,

**1 Studiu** de evaluare a evoluției temporale a indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice,

**1 Participare la conferințe naționale/internaționale.**

**În faza 2** a fost evaluată evoluția temporală și spațială a unor indicatori calitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice.

Valorile indicatorilor de calitate (fizico-chimici și impurități) ai recoltelor de grâne organizate pe județe în România în perioada 2000-2014 au fost transferate din Cataloagele pentru Calitatea Grânelor din Recoltele 2000-2014 ale INCDBA – IBA București și Ministerului Agriculturii și Dezvoltării Rurale, fiind create Baze de Date anuale. Cele 15 baze de date anuale au fost reunite într-o singură bază de Date pentru perioada 2000-2014, care a fost separată în alte patru Baze de Date organizate pe tip de Grâne (Grâu Comun, Grâu Dur, Triticale și Secară).

Au fost realizate baze de date cu Parametrii Meteorologici (Temperatură Aer și Precipitații) în România în perioada 1901-2021, pe baza datelor înregistrate de Administrația Națională de Meteorologie (Meteo-Romania) și publicate de Banca Mondială (WB-CCKP).

Pentru realizarea activităților fazei 2 a proiectului, au fost realizate și folosite Bazele de Date pentru Recoltele de grâu comun și pentru Parametrii meteorologici (mediile temperaturii aerului și precipitațiilor) în România în perioada 2000-2014.

Analiza statistică descriptivă (Minime, Maxime, Medie, Deviație Standard, Mediană, Count) a fost realizată pentru fiecare indicator fizico-chimic și impurități ale recoltelor de grâu comun și parametru meteorologic pe județe, regiuni agricole și România în perioada 2000-2014, folosind funcțiile statistice ale programului Excel. Valorile analizei statistice descriptive ale fiecărui parametru de calitate fizico-chimică (Masă hectolitrică, Conținut de umiditate, Indice de cădere Hagberg, Conținut de proteină, Gluten umed, Gluten index și Indice de deformare) și atacul de *Fusarium* pe județe, regiuni agricole și anii 2000-2014 au fost centralizate în câte un document Word ( $N = 8$ ). Prelucrarea datelor a fost

continuată prin analiza statistică de corelație Pearson între fiecare indicator de calitate al grâului comun și temperatura aerului și precipitații în lunile Mai, Iunie, Iulie, August și medie anuală (programele Shell/Linux, Fortran/C++ și JASP Team).

Au fost efectuate 12 Hărți GIS și, suplimentar, 12 BoxPloturi de reprezentare a contaminării cu fungi din genul *Fusarium* în grâul comun în România în perioada 2000-2011.

A fost efectuat un studiu de evaluare a evoluției temporale a indicatorilor calitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice. Astfel, au fost analizați următorii indicatori:

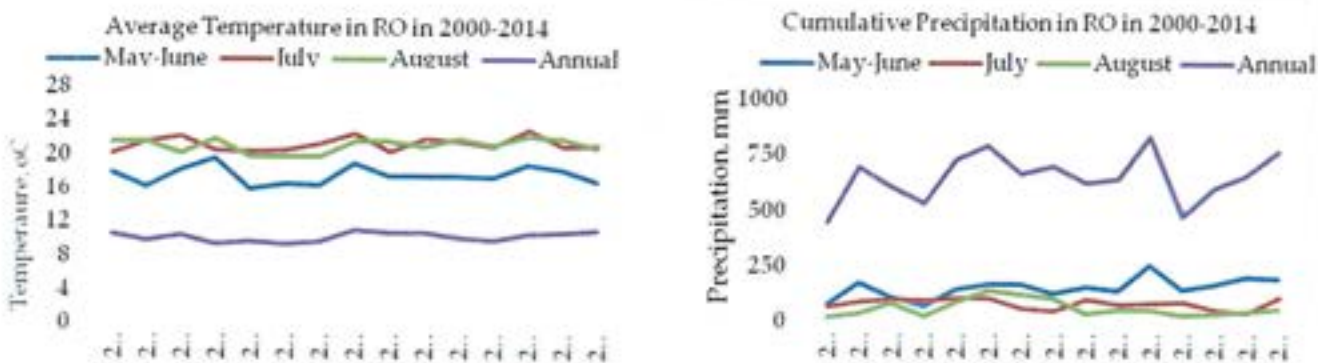
- ✓ Condițiile climatice în România în perioada 2000-2014 în contextul schimbărilor climatice în perioada 1901-2021,
- ✓ Conținutul de umiditate în recoltele de grâu comun sub influența factorilor agroclimatici în România în perioada 2000-2014,
- ✓ Masa hectolitrică a grâului comun sub influența factorilor agroclimatici în România în perioada 2000-2014,
- ✓ Conținutul de proteină brută în recoltele de grâu comun sub influența factorilor agroclimatici în România în perioada 2000-2014,
- ✓ Cantitatea și calitatea glutenului în grâul comun sub influența factorilor agroclimatici în România în perioada 2000-2014,
- ✓ Conținutul de gluten umed în grâul comun sub influența factorilor agroclimatici în România în perioada 2000-2014.

Indicatorii calitativi (conținut de umiditate, masă hectolitrică, conținut de proteină, gluten umed, indice de deformare a glutenului umed, gluten index, indice de cădere Hagberg și boabe atacate de *Fusarium*) ai grâului de panificație în România în contextul schimbărilor climatice în perioada 1901-2021 au fost corelați semnificativ și foarte semnificativ cu evenimentele meteorologice înregistrate în perioada 2000-2014 (Figura 1). Cele mai mari influențe asupra indicatorilor de calitate ai grâului comun au fost înregistrate în anii cu evenimente meteorologice extreme (temperaturi ridicate și secetă în anii 2000, 2002, 2003, 2007-2009, 2011; precipitații și inundații în perioada mai-iunie de înflorire a grâului în toți anii; precipitații și inundații în perioada iulie-august de maturare și recoltare a grâului) (Figura 2).

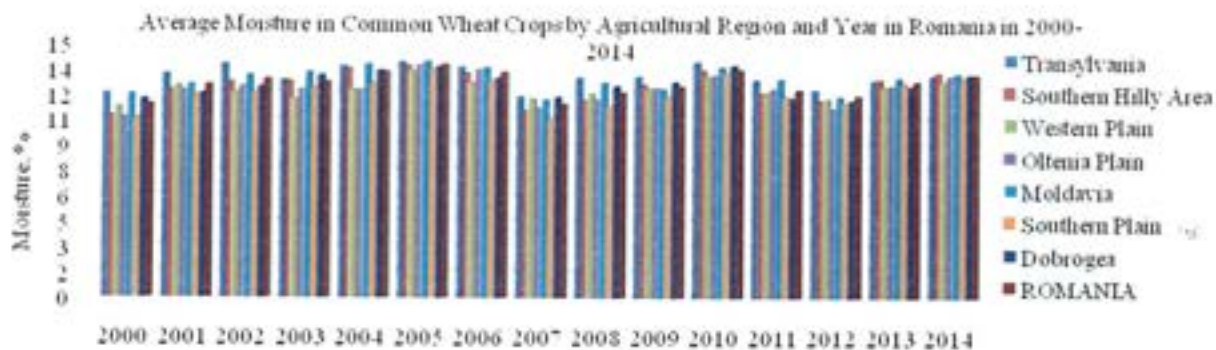
Variația indicatorilor de calitate ai grâului și intensitatea evenimentelor meteorologice este influențată de localizarea geografică și caracteristicile agroclimatice ale regiunilor agricole. Schimbările climatice și factorii geoclimatici determină un gradient de încălzire în ultimii ani care este orientat NV-SE, cu încălzire maximă în SE în întreaga Europă; efectele vor fi amplificate până în anul 2100.

Rezultatele științifice obținute sunt relevante pentru sectorul agricol, sectorul de morărit-panificație, autorităților competente (Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, MADR și Academia de Științe Agricole și Silvicultură, ASAS) în vederea stabilirii și implementării unor măsuri de prevenție/control și a unor strategii agricole, precum și domeniului de cercetare științifică multi- și transdisciplinară.

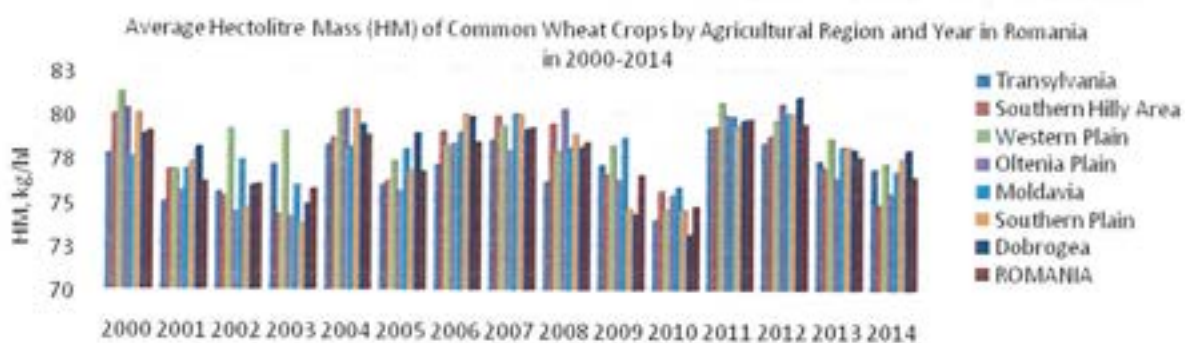
Analizele statistice și reprezentările grafice vor fi continuate și aprofundate în procesul de publicare a datelor științifice, integrând literatură de specialitate agricolă, meteorologică și climatologică de dată foarte recentă.



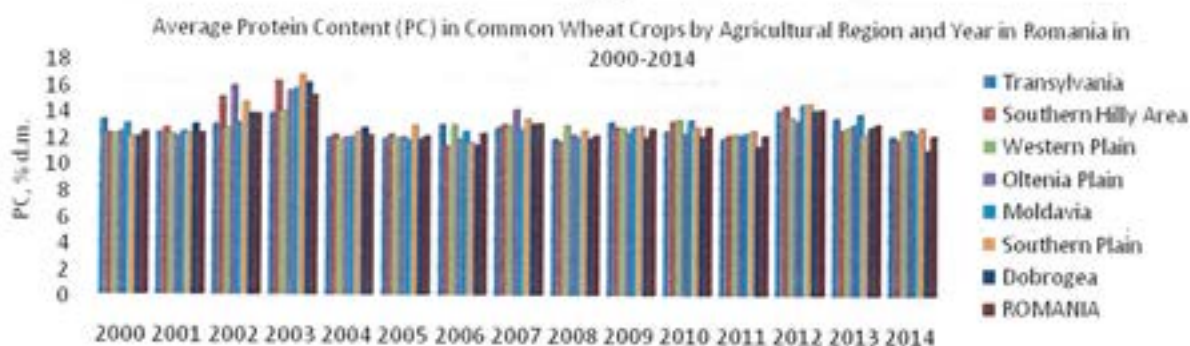
**Figura 1.** Condiții meteorologice (temperatura medie și precipitații cumulate) în România în perioada 2000-2014.



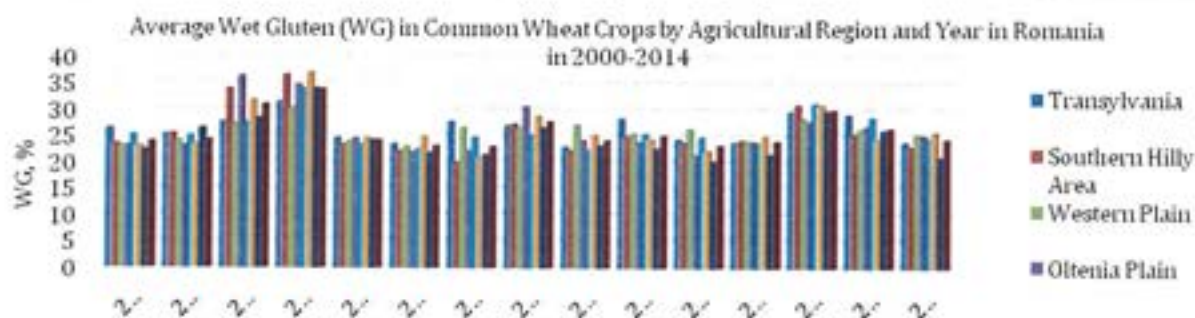
a



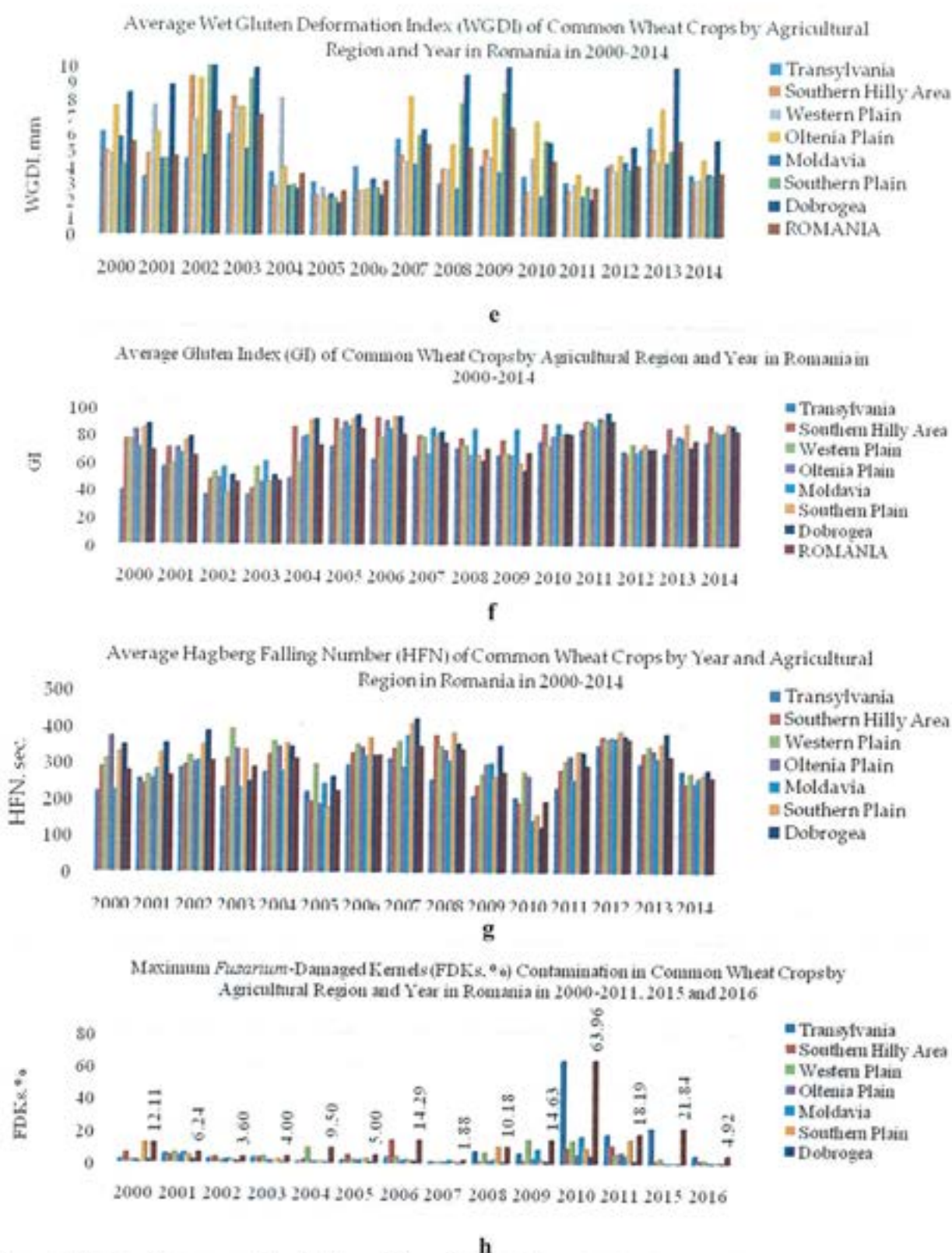
b



c



d



**Figura 2.** Evoluția temporală a indicatorilor calitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România în perioada 2000-2014, în contextul schimbărilor climatice: **a)** conținut de umiditate, **b)** masă hectolitrică, **c)** conținut de proteină, **d)** gluten umed, **e)** indice de deformare a glutenului umed, **f)** gluten index, **g)** indice de cădere Hagberg, **h)** boabe atacate de *Fusarium*.

Datorită volumului extrem de mare al datelor analizate (formarea bazei de date cu recoltele de grâu comun, grâu dur, triticale și seară în perioada 2000-2014 (12.099 probe); extragerea și prelucrarea recoltelor de grâu comun pe indicatori de calitate fizico-chimici și impurități (11081 probe de grâu comun și 85.430 teste), regiuni agricole, coordonate geografice, indicatori de ariditate istorici în perioada 1901-

2000, parametrii meteorologici (temperatură aer și precipitații) lunar și anual și schimbări climatice prognozate până în anul 2100, publicarea rezultatelor științifice obținute va continua pe întreaga perioadă de derulare a contractului de cercetare.

**Tabel 1. Număr de teste anlitice pentru indicatorii de calitate ai grâului comun în România în perioada 2000-2014.**

Indicator de calitate ai grâului comun	Număr de probe testate pentru indicatorii de calitate ai grâului comun în România în perioada 2000-2014 (efectuate de către INCDBA- IBA București în cadrul Programelor anuale de testare a calității grânelor, cu finanțare de la MADR)							
	TOTAL, din care	Transilvania	Zona Colinară de Sud	Câmpia de Vest	Câmpia Olteniei	Moldova	Câmpia de Sud	Dobrogea
Masă hectolitrică	11.084	1.092	1.148	1.538	1.809	1.625	2.917	955
Umiditate	11.086	1.092	1.149	1.538	1.809	1.625	2.918	955
Proteină brută	11.036	1.085	1.149	1.535	1.800	1.602	2.915	950
Gluten umed	10.871	1.064	1.139	1.514	1.765	1.612	2.851	926
Indice de deformare a glutenului umed	10.869	1.064	1.139	1.511	1.765	1.613	2.851	926
Indice glutenic	10.858	1.061	1.139	1.511	1.765	1.612	2.849	921
Indice de cădere Hagberg	11.081	1.090	1.149	1.534	1.809	1.625	2.919	955
Boabe atacate de <i>Fusarium</i> spp.	8.545	845	858	1.206	1.467	1.218	2.255	696
<b>TOTAL</b>	<b>85.430</b>	<b>8.393</b>	<b>8.870</b>	<b>11.887</b>	<b>13.989</b>	<b>12.532</b>	<b>22.475</b>	<b>7.284</b>

Diseminarea rezultatelor s-a realizat prin:

- **1 poster** cu titlul „Indicatorii de calitate ai recoltelor de grâu comun în România în perioada 2000-2014 [quality indicators of common wheat harvests in Romania during 2000-2014]”, autori Valeria Gagi, Denisa Duță, Elena Mateescu, Nastasia Belc, la Sesiunea anuală de comunicări științifice „Protecția plantelor, cercetare interdisciplinară în slujba dezvoltării durabile a agriculturii și protecției mediului” 16 noiembrie 2023, București. Publicarea rezumatului în volumul sesiunii Editura Oscar Print. ISSN 3008-4180 ISSN L 3008-4180. Available online: <https://icdpp.ro/fisiere/2023/11/VOLUM%20Rezumate%20lucrari%20Sesiune%20ICDPP%2023%20-%20completata%2015%20nov.pdf>
- **2 Articole BDI:**
  - Valeria Gagi, Elena Mateescu, Nastasia Belc, „Assessment of common wheat quality in Romania in the context of climate change – minireview”, *Romanian Journal for Plant Protection*, Vol. XVI, 2023, 1-13, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X. Available online: <http://www.rjpp.ro/images/Archive/2023/1%20-%20Gagi-%20ASSESSMENT%20OF%20COMMON%20WHEAT.pdf>



- Valeria Gagi, Elena Mateescu, Nastasia Belc, „The impact of climate change on fusarium spp. and deoxynivalenol contamination in wheat in the milling-bakery sector – minireview”, *Romanian Journal for Plant Protection*, Vol. XVI, 2023, p. 14-23, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X. <http://www.rjpp.ro/images/Archive/2023/2-%20Gagiu-%20THE%20IMPACT%20OF%20CLIMATE%20CHANGE.pdf>

- **1 Articol WoS în pregătire**, care va trimis la revista *Toxins-MDPI*, The evolution of *Fusarium*-damaged kernels in common wheat in Romania in 2000-2011 in the context of climate change, autori Gagi V., Caian M., Dobre A., Oprea O. A., Pomohaci M.C., Mateescu E., Belc N.

Țintele/indicatorii Fazei 2 care au fost realizați:

**1 Bază de date** cu indicatorii calitativi ai recoltelor de grâu (indicatori fizico-chimici: masa hectolitrică, umiditate, indice de cădere, proteine, gluten umed, indice de deformare și gluten-index; impurități: boabe atacate de *Fusarium*) în România, în perioada de referință 2000–2014,

**1 Studiu** statistic al indicatorilor calitativi ai recoltelor de grâu,

**1 Studiu** statistic al factorilor meteorologici,

**9 Hărți GIS,**

**1 Studiu** de evaluare a evoluției temporale a indicatorilor calitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice,

**1 Participare la conferințe** naționale/internaționale (1 Poster),

**2 Articole BDI,**

**1 Articol WoS în pregătire.**

### 1.2 Proiecte contractate:

Cod obiectiv	Nr. proiecte contractate	Nr. proiecte finalizate	Anul 2023
1. PN 23 01 01	2	2	Fazele celor 2 proiecte au fost realizate integral.
2. PN 23 01 02	2	2	Fazele celor 2 proiecte au fost realizate integral.
3. PN 23 01 03	3	3	Fazele celor 3 proiecte au fost realizate integral.
<b>Total:</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	-

### 1.3 Situația centralizată a cheltuielilor privind programul-nucleu :

	Cheltuieli (lei)
<b>I. Cheltuieli directe</b>	3,697,175.84
1. Cheltuieli de personal	3,075,189.30
2. Cheltuieli materiale și servicii	621,986.54
<b>II. Cheltuieli Indirecte: Regia</b>	2,903,881.69
<b>III. Achiziții / Dotări independente</b>	166,167.63
<b>TOTAL ( I+II+III)</b>	<b>6,767,225.16</b>

### 3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului

În anul 2023, activitățile de cercetare efectuate în cadrul celor 3 obiective, prin cele 7 proiecte de cercetare finanțate din programul Nucleu PN 23 01 al INCDBA IBA București, au condus la atingerea țintelor previzionate.

Rezultatele obținute au fost prezentate în rapoartele de activitate ale fazelor care s-au predat la MCID la data finalizării fiecărei faze de execuție. În cele ce urmează sunt prezentate, pe scurt, pe obiective, proiectele derulate în cadrul programului nucleu PN 23 01.

Nr. crt.	Denumire obiectiv și proiecte finanțate	Cod proiect	Stadiul de atingere a obiectivelor
<b>Obiectivul 23 01 01: Diversificarea alimentelor cu valoare nutrițională ridicată în contextul promovării sustenabilității</b>			
1.	Valorificarea potențialului nutrițional, antioxidant și terapeutic al microalgelor în procesul de fortifiere al produselor alimentare	PN 23 01 01 01	Obiectivele fazelor 1 și 2 au fost atinse.
2.	Îmbunătățirea calității nutriționale și a bioaccesibilității compușilor bioactivi în produse extrudate prin tehnici de extrudare și încapsulare	PN 23 01 01 02	Obiectivele fazei 1.1 au fost atinse.
<b>Obiectivul 23 01 02: Creșterea gradului de circularitate pe lanțul alimentar și diminuarea risipei alimentare</b>			
3.	Cercetări privind valorificarea superioară a unor deșeuri vegetale bogate în nutrienți și compuși bioactivi, în contextul economiei circulare și promovării "tehnologiilor verzi	PN 23 01 02 01	Obiectivele fazelor 1 și 2 au fost atinse.
4.	Cercetări privind creșterea duratei de valabilitate și a durabilității alimentelor prin procese fermentative	PN 23 01 02 02	Obiectivele fazelor 1 și 2 au fost atinse.
<b>Obiectivul 23 01 03: Dezvoltarea de sisteme și tehnici analitice moderne pentru asigurarea siguranței alimentare și sănătății populației</b>			
5.	Aplicație relevantă și sustenabilă în analiza hidrocarburilor aromatice policiclice (HAP) din alimente prin d-SPE-QuEChERS-GC-MS/MS	PN 23 01 03 01	Obiectivele fazelor 1 și 2 au fost atinse.
6.	Studii integrate de personalizare a dietei alimentare, în vederea adoptării unei conduite nutriționale adecvate	PN 23 01 03 03	Obiectivele fazelor 1 și 2 au fost atinse.
7.	Evaluarea integrată a riscului privind indicatorii cantitativi, calitativi și comerciali ai grâului comun și pâinii în România în contextul schimbărilor climatice, în scopul identificării unor măsuri de adaptare și asigurării sustenabilității sistemului agroalimentar	PN 23 01 03 04	Obiectivele fazelor 1 și 2 au fost atinse.

#### 4. Prezentarea rezultatelor:

##### 4.1 Stadiul de implementare al proiectelor componente

Nr cr t	Denumirea proiectului	Tipul rezultatului estimat 2023-2026	Stadiul realizării proiectului 2023
1.	Valorificarea potențialului nutrițional, antioxidant și terapeutic al microalgelor în procesul de fortifiere al produselor alimentare – <b>PN 23 01 01 01</b>	<p>1 Raport de cercetare; 4 Studii; 10 Fișe de prezentare a ingredientelor/produselor/metodelor; 5 Rapoarte de experimentări; 7 Documentații tehnice; 7 Documentații de transfer tehnologic; 4 Produse de panificație; 2 Produse "dietetice" din carne; 4 Rețete de fabricație; 7 Cereri de Brevet de invenție depuse la OSIM; 2 Proceduri specifice; 7 Instrucțiuni de lucru ale echipamentelor utilizate; 1 Metodă cromatografică HPLC-DAD; 1 Raport de validare internă; 10 Rapoarte de încercări; 5 Articole științifice indexate WoS; 3 Articole științifice indexate BDI; 8 Participări la conferințe științifice naționale/internaționale; 2 Participări la mese rotunde; 2 Participări la expoziții; 1 Carte</p>	<p><b>Rezultate obținute în faza 1/2023:</b> <b>1 Raport de cercetare</b> - caracteristici calitative ale microalgelor <i>Spirulină</i> și <i>Haematococcus Pluvialis</i> <b>1 Studiu (fundamentare științifică)</b> - potențialul de valorificare al microalgelor <i>Spirulină</i> și <i>Haematococcus Pluvialis</i> <b>2 Fișe de prezentare</b> a microalgelor <i>Spirulină</i> și <i>Haematococcus Pluvialis</i></p> <p><b>Rezultate obținute în faza 2/2023:</b> <b>1 Raport de experimentări</b> <b>1 Studiu experimental</b> - capacitatea de fermentare a mamelei naturale fortificate cu <i>Spirulină</i> pulbere, cu potențial antioxidant <b>1 Documentație tehnică</b> de realizare a mamelei naturale fortificate cu <i>Spirulină</i> pulbere, cu potențial antioxidant <b>1 Produs</b> (mamea naturală fortificată cu <i>Spirulină</i> pulbere); <b>1 Rețetă</b> de fabricație <b>1 Articol științific indexat WoS</b>, „Research on the nutritional value, bioactive compounds content and antioxidant capacity of <i>Spirulina</i>”, autori: Catană L., Catană M., Constantinescu F., Burnete A. G., Asănică A. C., Scientific Papers Series B. Horticulture, Volume LXVII, No. 1, 2023, pag. 735-744 <b>1 Articol științific BDI</b>, acceptat spre publicare „<i>Spirulina</i>, important source of proteins, fiber and fatty acids, useful in the fortification process of food products”, autori: Catană L., Tătaru E., Catană M., Burnete A.G., Constantinescu F., Vlăduț N. V.), <i>Volume International Symposium ISB – INMA TEH, Technologies and Technical</i></p>

*Systems in Agriculture, Food Industry and Environment.*

**2 Participări la conferințe științifice internaționale.**

- Agriculture for Life, Life for Agriculture", 8 – 10 iunie 2023, USAMV București
- ISB – INMA TEH, *Technologies and Technical Systems in Agriculture, Food Industry and Environment, 2023*

**1 Fișa sintetică de prezentare a produsului „Maia naturală fortifiată cu Spirulină pulbere, cu potențial antioxidant”**

**1 Cerere de Brevet de invenție, depusă la OSIM, nr. A2023/00741 din 27.11.2023 - „Maia naturală fortifiată cu Spirulină pulbere, cu potențial antioxidant”**

2. Îmbunătățirea calității nutriționale și a bioaccesibilității compușilor bioactivi în produse extrudate prin tehnici de extrudare și încapsulare – **PN 23 01 01 02**

4 Metode  
1 Raport de validare internă  
2 Proceduri  
4 Fișe de prezentare metode dezvoltate  
10 Studii experimentale  
6 Articole WoS  
4 Articole BDI  
3 Cercetători instruiți în proiectare statistică a experimentelor  
8 Participări la conferințe naționale/internaționale  
2 Participări la expoziție  
5 Produse extrudate  
2 Documentații de transfer tehnologic produse extrudate  
3 Fișe de prezentare a produselor extrudate cu profil proteic îmbunătățit;  
2 Microalge încapsulate  
2 Fișe de prezentare a microalgelor încapsulate  
2 Fișe de prezentare a produselor extrudate cu compuși bioactivi din microalge  
1 Cerere de brevet de invenție, depusă la OSIM  
1 Capitol carte

**Rezultate obținute în faza**

**1.1/2023:**

**1 Metodologie de lucru** – analiză bioaccesibilitate *in vitro*,

**3 Metode capacitate antioxidantă** (metodele ABTS, FRAP, CUPRAC),

**1 Studiu** – evaluare nutrițională surse proteice.

3. Cercetări privind valorificarea superioară a

8 Rapoarte de experimentări;  
2 Rapoarte de cercetare;  
10 Documentații tehnice;

**Rezultate obținute în faza 1/2023:**

**1 Raport de experimentări**  
**2 Documentații tehnice de**

unor deșeuri vegetale bogate în nutrienți și compuși bioactivi, în contextul economiei circulare și promovării "tehnologiilor verzi" –

**PN 23 01 02 01**

12 Fișe sintetice  
8 Articole științifice, elaborate și înaintate spre publicare/publicarea în reviste de specialitate indexate BDI/indexată ISI  
8 Participări la conferințe științifice  
7 Cereri de Brevet de invenție depuse la OSIM;  
2 Participări la mese rotunde;  
2 Participări la expoziții  
1 Studiu experimental  
1 Transfer tehnologic al al rezultatelor proiectului în Stațiile Pilot din IBA-București;

realizare a ingredientelor funcționale (pulberi), obținute din deșeuri de conopidă (frunze, tulpini)

**1 Studiu experimental** privind activitatea antibacteriană a ingredientelor funcționale obținute din deșeuri de conopidă (frunze, tulpini)

**2 Fișe** privind valorificarea deșeurilor de conopidă, prin obținerea de ingrediente funcționale

#### **Rezultate obținute în faza 2/2023:**

**1 Raport de experimentări**

**2 Documentații tehnice** de realizare a produselor de panificație/patiserie fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă (frunze, tulpini);

**2 Produse panificație/patiserie fortificate**

**2 Rețete de fabricație**

**1 Articol științific indexat WoS**

"Research on the capitalization of the nutritional and bioactive potential of cauliflower leaves in the circular economy context", autori: Catană M., Catană L., Asănică A. C., DărăM. A., Constantinescu F., Scientific Papers. Series B, Horticulture, Vol. LXVII, No. 1, 2023, pag. 745-753.

**1 Articol științific BDI**, acceptat spre publicare

"Research on the achievement of a functional ingredient from cauliflower leaves by lyophilization", autori: Catană M., Catană L., Constantinescu F., Dără A.M., Vlăduț N. V., Volume International Symposium ISB – INMA TEH, Technologies and Technical Systems In Agriculture, Food Industry And Environment

**2 Participări la conferințe științifice internaționale**

- Agriculture for Life, Life for Agriculture", 8 – 10 iunie 2023, USAMV București
- ISB – INMA TEH, Technologies and Technical

Systems in Agriculture, Food Industry and Environment, 2023

**2 Fișe** ale produselor de panificație/patiserie fortificate cu ingrediente funcționale (pulberi) obținute din deșeuri de conopidă

-Fișă sintetică de prezentare a produsului „Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă”

-Fișă sintetică de prezentare a produsului „Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă”.

**2 Cereri de Brevet de invenție**, depuse la OSIM:

-nr. A2023/00740 din 27.11.2023 - „Minibaghetă fortificată cu pulbere din tulpini de conopidă”

-nr. A2023/00739 din 27.11.2023 - „Minichec fortificat cu pulbere din frunze de conopidă”

**4. Cercetări privind creșterea duratei de valabilitate și a durabilității alimentelor prin procese fermentative - PN 23 01 02 02**

2 Studii

12 Rapoarte științifice

1 Procedură specifică

2 Documentații tehnico-economice

6 Articole științifice, elaborate și înaintate spre publicare/publicarea în reviste de specialitate indexate ISI

4 Prezentări la evenimente științifice internaționale

1 Articol indexat BDI

1 Seminar transfer de cunoștințe;

1 Workshop demonstrativ cu reprezentanți ai industriei privind prezentarea rezultatelor obținute.

1 Cerere Brevet de invenție, depusă la OSIM

**Rezultate obținute în faza 1/2023:**

**1 Studiu** privind abordările utilizate în obținerea de aluaturi acide: ingrediente, parametri tehnologici;

**1 Studiu** privind influența utilizării aluaturilor acide asupra calității igienice, nutriționale și senzoriale ale produselor de panificație;

**1 Raport științific** privind tehnologia de obținere a 2 aluaturi acide prin fermentație spontană;

**1 Prezentare** la Conferința internațională de la USAMV București „Agriculture For Life, Life For Agriculture”, din 8-10 iunie 2023, a **unui poster** cu titlul “Technologies For Sourdough Obtaining, Fermentation And Applications – A Review”, autori: Bobea S.A., Belc N., Cornea C.P. –și publicarea rezumatului în volumul Conferinței la pag. 44, ISSN 2343 – 9653, ISSN-L 2343-9653, Romania, Section 6 –

Biotechnology.

**Rezultate obținute în faza 2/2023:**

**1 Raport științific** privind indicatorii de calitate fizico-chimici și microbiologici ai celor 2 aluaturi acide obținute;

**1 Documentație tehnico-economică** pentru 2 ingrediente noi: aluaturi acide obținute prin fermentație spontană;

**1 Articol** tip review (WoS) privind aluaturile acide;

**1 Articol** original (WoS)

**înregistrat pentru publicare** în

colecția "Cereals and Cereal

Products: Nutritional and

Physicochemical Characterization

and Novel Foods", Frontiers in

Nutrition, cu titlul "Influence of

technological parameters on

sourdough starter from different

flours", autori: Alina-Alexandra

Dobre, Elena Mirela Cucu, Sabina-

Andreea Bobea, Nastasia Belc;

**1 Prezentare la** Conferința

Științifică Internațională

*"Biodiversitatea agrosilvică sub*

*impactul schimbărilor climatice -*

*gestionarea prin ameliorare și*

*tehnologii adecvate, garanție a*

*siguranței și securității*

*alimentare"*, organizată de

Academia Română, 12 – 13

octombrie 2023, "Tehnologii verzi

în sprijinul sustenabilității

sistemului alimentar studiu de caz:

Biotehnologii în industria

alimentară", autori: Bobea S.A.,

Dobre A. A., Cucu E. M., Florea

C., Belc N.

**1 Articol BDI**, „Technologies for

sourdough obtaining, fermentation

and applications – a review", autori

Bobea S.A., Belc N., Cornea C.P.,

Scientific Bulletin. Series F.

Biotechnologies, Vol. XXVII, Issue

1, ISSN 2285-1364, p. 131-138.

**Rezultate obținute în faza 1/2023:**

**1 Studiu** privind fundamentarea

științifică a HAP din alimente

5. Aplicație relevantă și sustenabilă în analiza

1 Studiu privind fundamentarea științifică a HAP din alimente;  
1 Metodă instrumentală GC-MS/MS - profil HAP;

hidrocarburilor  
aromatice  
policiclice  
(HAP) din  
alimente prin d-  
SPE-  
QuEChERS-  
GC-MS/MS -  
PN 23 01 03 01

4 Protocoale de lucru bazate pe  
tehnica d-SPE-QuEChERS;  
4 Proceduri specifice de lucru (4  
categorii de produse alimentare);  
1 Test PT de comparări inter-  
laboratoare;  
4 Rapoarte de validare internă  
metodă (4 categorii de produse  
alimentare);  
4 Metode cromatografice GC-  
MS/MS-d-SPE-QuEChERS;  
4 Fișe prezentare metode GC-  
MS/MS-d-SPE-QuEChERS;  
1 Documentație tehnică pentru  
autorizarea ANSVSA a metodelor  
d-SPE-QuEChERS-GC-MS/MS;  
4 Studii experimentale privind  
influența unor factori de mediu și  
factori tehnologici asupra HAP din  
4 categorii de produse alimentare;  
2 Rapoarte de cercetare estimări  
aport HAP: (1) din produsele  
procesate derivate din  
oleaginoase; (1) produse procesate  
derivate din cereale;  
4 Cercetători instruiți: 2  
persoane/curs statistică; 2  
persoane/curs validare;  
20 studenți/tehnicieni instruiți (4  
grupe x 5 pers.);  
5 Articole ISI indexate WoS;  
5 Articole științifice BDI publicate  
în regim deschis;  
8 Participări la manifestări  
științifice naționale/ internaționale

**1 Metodă** instrumentală GC-  
MS/MS – profil HAP (rezultat  
intermediar)

**1 Cercetător instruit** curs statistică

**1 Articol indexat** WoS (tip  
Review) transmis spre publicare cu  
titlul: "Polycyclic aromatic  
hydrocarbons occurrence and  
formation in processed meat, edible  
oils, and cereal derived product: a  
review", autori: Palade Mihai  
Laurențiu, Negoită Mioara,  
Adascălului Alina Cristina, Mihai  
Laura Adriana. Articolul a fost  
trimis la Jurnalul *Applied Sciences*,  
ID manuscrit: applsci-  
2441369/24.05.2023,

**1 Participare** la Conferința  
Internațională "Agriculture for Life,  
Life for Agriculture", 8 – 10 iunie  
2023, USAMV București cu  
lucrarea științifică "Trends in  
quechers-based sample  
pretreatment methods for  
polycyclic aromatic hydrocarbons  
analysis in food", Laurentiu Mihai  
Palade, Adriana Laura Mihai, Alina  
Cristina Adascălului, Gabriela-  
Andreea Horneț, Mioara Negoită,  
Rezumat publicat în *Book of  
Abstract*, Section 6  
"Biotechnology, 2023, oral  
presentations O.11, pag. 22, ISSN  
2343-9653 (PRINT); ISSN-L 2343-  
9653.

#### **Rezultate obținute în faza 2/2023:**

**1 Metodă** instrumentală GC-  
MS/MS – profil HAP (rezultat  
final)

**2 Protocoale** de lucru bazate pe  
tehnica d-SPE-QuEChERS: (1)  
oleaginoase; (1) cereale

**Cercetători** instruiți: 1  
persoana/curs statistică; 2  
persoane/curs validare

**1 Participare** la manifestări  
științifice internațională la  
Simpozionul Internațional "ISB-  
INMA TEH", 5 – 6 octombrie  
2023, București cu o lucrare  
științifică prezentată sub formă de  
poster



6. Studii integrate de personalizare a dietei alimentare, în vederea adoptării unei conduite nutriționale adecvate –  
**PN 23 01 03 03**
- 2 Studii
  - 9 Articole științifice WoS;
  - 8 Articole BDI;
  - 8 participări a conferințe științifice
  - 5 Rapoarte științifice
  - 2 Baze de date
  - 1 Raport de cercetare
  - 1 Produs informatic (platformă online funcțională);
  - 1 Produs informatic - platforma funcțională și validată;
  - 1 Cerere de brevet.

**1 Articol indexat WoS** publicat, "Polycyclic aromatic hydrocarbons occurrence and formation in processed meat, edible oils, and cereal derived product: a review" a fost publicat în jurnalul *Applied Sciences* 2023, 13, 7877, <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/13/7877>.

**Rezultate obținute în faza 1/2023:**

**1 Studiu** privind factorii psihologici și biologici (genetici și antropometrici) cu rol în predispoziția pentru comportamentul de risc alimentar;

**1 Studiu** privind efectele terapiilor nutriționale sau cognitiv-comportamentale asupra comportamentului de risc alimentar;

**1 Raport științific** privind caracterizarea prin analiza bioinformatică a minim 20 gene/nutrigene (parțial);

**1 Raport științific** de testare in silico a secvențelor genomice, transcriptomice și proteomice de interes și a variabilității genelor relevante (parțial);

**1 Articol WoS** – „The predisposition for Type 2 Diabetes Mellitus and Metabolic Syndrome”, Zenoaga-Barbăroșie C., Berca L., Vassu-Dimov T., Toma M., Nica M.I., Alexiu-Toma O.A., Ciomei C., Albu A., Nica S., Nistor C., Nica R. (*acceptat spre publicare* la revista indexată WoS– Balkan Journal of Medical Genetics, ISSN: 13110160)

**1 Participare la conferințe științifice** „Genetic predisposition for several complex diseases”, Berca L.M., Sionel R. M., Catalina Zenoaga-Barbarosie, Cimponeriu D., Toma M., Matei I. N., Csutak O., **1 poster** prezentat la ESHG (The European Society of Human Genetics), 2023, (control number: 2434).

		<p><b>Rezultate obținute în faza 2/2023:</b></p> <p><b>1 raport științific</b> privind caracterizarea prin analiza bioinformatică a minim 20 gene/nutrigene (partial)</p> <p><b>1 raport științific</b> de testare in silico a secvențelor genomice, transcriptomice și proteomice de interes și a variabilității genelor relevante (partial)</p> <p><b>1 articol BDI</b>  “Assessment of Low-Doses Doxorubicin Effects in Mice Using Chromosomal Aberration Assay”, Vol. CXXVI, No. 4/2023, Noiembrie. Romanian Journal of Military Medicine, <a href="https://doi.org/10.55453/rjmm.2023.126.4.1">https://doi.org/10.55453/rjmm.2023.126.4.1</a></p> <p><b>1 Participare la Conferința</b> Academiei de Științe Medicale, sesiunea Impactul alimentelor/alimentației asupra sănătății umane, organizată on-line în data de 21 iulie 2023, lucrare prezentată de Sionel R. în plen.</p>
<p>7. Evaluarea integrată a riscului privind indicatorii cantitativi, calitativi și comerciali ai grâului comun și pâinii în România în contextul schimbărilor climatice, în scopul identificării unor măsuri de adaptare și asigurării sustenabilității sistemului agroalimentar - PN 23 01 03 04</p>	<p>5 Rapoarte științifice;  6 Baze de date;  21 Hărți GIS;  9 Hărți de risc;  6 Articole științifice WoS;  2 Articole științifice BDI;  6 Articole publicate în Book of abstract la conferințe internaționale;  23 Studii.</p>	<p><b>Rezultate obținute în faza 1/2023:</b></p> <p><b>1 Bază de date</b> cu indicatorii cantitativi ai recoltelor de grâu (suprafețe cultivate; producție; productivitate; preț de vânzare) în România, în perioada de referință 1961–2020.</p> <p><b>1 Bază de date</b> cu factorii meteorologici (temperatură aer precipitații) în România, în perioada 1901–2021</p> <p><b>1 Studiu statistic</b> al indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu</p> <p><b>1 Studiu statistic</b> al factorilor meteorologici</p> <p><b>1 Studiu de evaluare</b> a evoluției temporale a indicatorilor cantitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice</p> <p><b>1 Participare la Conferința</b> Internațională “Agriculture for Life, Life for Agriculture”, USAMV București, 8–10 Iunie 2023, cu <b>1 poster</b> “Evaluation of the quantitative indicators of wheat crops in Romania in the period</p>

1961–2021”, autori Gagiu V., Caian M., Dobre A., Oprea O.A., Mateescu E., Belc N., Book of Abstracts, p. 179, Section 1: *Agronomy*, 2023. ISSN 2457-3205 (PRINT), ISSN-L 2457-3205.

**1 Articol WoS trimis spre publicare** la revista *Toxins-MDPI* (IF 5.075), Deoxynivalenol and Heavy Metals Contamination in Common Wheat in Romania in the extremely dry year 2015, autori Gagiu V., Ungureanu E. L., Borda D., Mustăţea G., Mateescu E., Belc N.

**1 Articol Wos în pregătire**, care va trimis la revista *Agronomy-MDPI* (IF 3.949), The evolution of crop and trade indicators of wheat in Romania in the context of climate change, autori Gagiu V., Caian M., Dobre A., Oprea O. A., Mateescu E., Belc N.

#### **Rezultate obţinute în faza 2/2023:**

**1 Bază de date** cu indicatorii calitativi ai recoltelor de grâu (indicatori fizico-chimici: masa hectolitrică, umiditate, indice de cădere, proteine, gluten umed, indice de deformare și gluten-index; impurități: boabe atacate de *Fusarium*) în România, în perioada de referință 2000–2014

**1 Studiu statistic** al indicatorilor calitativi ai recoltelor de grâu

**1 Studiu statistic** al factorilor meteorologici

**9 Hărți GIS**

**1 Studiu de evaluare** a evoluției temporale a indicatorilor calitativi ai recoltelor de grâu de panificație în România, în contextul schimbărilor climatice

**1 Participare la conferințe naționale/internaționale**

**2 Articole BDI**

„Assessment of common wheat quality in romania in the context of climate change – minireview”. *Romanian Journal for Plant Protection*, Vol. XVI, 2023, p. 1-

13, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X, Valeria Gagi V., Mateescu E., Belc N.

„The impact of climate change on fusarium spp. And deoxynivalenol contamination in wheat in the milling-bakery sector – minireview”, *Romanian Journal for Plant Protection*, Vol. XVI, 2023, p. 14-23, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X, Gagi V., Mateescu E., Belc N.

**4.2. Lucrări științifice, cărți, studii relevante, strategii, teze de doctorat, aplicații informatice, planuri, scheme, baze de date, colecții relevante și alte asemenea**

Tip	Nr. Total
Lucrări științifice	23
Cărți/capitole carte	0
Comunicări științifice	11
Studii relevante la nivel național/domeniului	16
Strategii elaborate/actualizate	0
Teze de doctorat	0
Produse informatice	0
Modele	0
Tehnologii	0
Planuri	0
Scheme	0
Baze de date	3
Colecții relevante	0
Alte asemenea ( <i>se vor specifica</i> )	
Documentații tehnice	6
Metode de lucru	5
Fișe de prezentare	6
Produse de panificație	3
Rețete de fabricație	2
Protocoale de lucru	2

**Din care:**

**4.2.1. Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact ISI ne-nul**

Nr.	Nume Autori	Titlul articolului	Denumire jurnal, an, volum, pagina nr.	DOI (Digital Object Identifier)	Factor de impact	Număr citări
1.	Palade M. L., Negoiță M.	Polycyclic aromatic hydrocarbons	<i>Applied Sciences</i> 2023, 13 (13),	<a href="https://doi.org/10.3390/">https://doi.org/10.3390/</a>	2,9	3

	<b>Adascălului A. C., Mihai L. A.</b>	occurrence and formation in processed meat, edible oils, and cereal derived product: a review	7877, <a href="https://www.mdpi.com/2076-3417/13/13/7877">https://www.mdpi.com/2076-3417/13/13/7877</a> .	<a href="https://www.mdpi.com/2076-3417/13/13/7877">appl3137877</a>		
2.	<b>Luminița Catană, Monica Catană*, Florica Constantinescu, Anda-Grația Burnete, Adrian Constantin Asănică</b>	Research on the nutritional value, bioactive compounds content and antioxidant capacity of <i>Spirulina</i>	<i>Scientific Papers. Series B, Horticulture</i> , Vol. LXVII, No. 1, 2023, pag. 735-744	<a href="https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art99.pdf">https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art99.pdf</a>	0,4	-
3.	<b>Monica Catană, Luminița Catană, Adrian Constantin Asănică, Monica-Alexandra Dâră, Florica Constantinescu</b>	Research on the capitalization of the nutritional and bioactive potential of cauliflower leaves in the circular economy context	<i>Scientific Papers. Series B, Horticulture</i> Vol. LXVII, No. 1, 2023, pag. 745-753	<a href="https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art100.pdf">https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art100.pdf</a>	0,4	-

#### 4.2.2. Lucrări publicate în publicații indexate în alte baze de date internaționale:

Nr.	Nume Autori	Titlul articolului	Denumire jurnal, an, volum, pagina nr.
1.	<b>Bobea S.A., Bele N., Cornea C.P.</b>	Technologies for sourdough obtaining, fermentation and applications – a review	Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. XXVII, Issue 1, 2023, ISSN 2285-1364, p. 131-138
2.	<b>Gagiu V., Caian M., Dobre A., Oprea O. A., Mateescu E., Bele N.</b>	Evaluation of the quantitative indicators of wheat crops in Romania in the period 1961–2021	Book of Abstracts, p. 179, Section 1: <i>Agronomy</i> , 2023. ISSN 2457-3205 (PRINT), ISSN-L 2457-3205.
3.	<b>Costache R.S., Nica R., Nica S., Sionel R. M., Spandole-Dinu S., Costianu O., Radu I., Oancea M., Nica M. I., Cimponeriu D., Berca L.</b>	Assessment of Low-Doses Doxorubicin Effects in Mice Using Chromosomal Aberration Assay	Romanian Journal of Military Medicine, Vol. CXXVI, No. 4/2023, p. 347-353, <a href="https://doi.org/10.55453/rjmm.2023.126.4.1">https://doi.org/10.55453/rjmm.2023.126.4.1</a>
4.	<b>Gagiu V., Duță D., Mateescu E., Bele N.</b>	Indicatorii de calitate ai recoltelor de grâu comun în România în perioada 2000-2014 [quality indicators of common wheat harvests in Romania during 2000-2014]	Book of Abstracts „Protecția plantelor, cercetare interdisciplinară în slujba dezvoltării durabile a agriculturii și protecției mediului”, Editura Oscar Print. ISSN 3008-4180 ISSN L 3008-4180, p. 44
5.	<b>Gagiu V.,</b>	Assessment of common wheat	<i>Romanian Journal for Plant Protection</i> ,

	Mateescu E., Belc N.	quality in Romania in the context of climate change – minireview	Vol. XVI, 2023, 1-13, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X
6.	Gagiu V., Mateescu E., Belc N.	The impact of climate change on <i>Fusarium</i> spp. and deoxynivalenol contamination in wheat in the milling-bakery sector – minireview	<i>Romanian Journal for Plant Protection</i> , Vol. XVI, 2023, p. 14-23, ISSN 2248 – 129X; ISSN-L 2248 – 129X
7.	Belc N., Duta D., Mosoiu C., Berca L.	Food, nutrition and health and sustainable food system	<i>Proc. Rom. Acad., Series B</i> , 2023, 25(1), p. 25–29 The publishing house of the Romanian Academy, Medicine
8.	Catană L., Catană M., Constantinescu F., Burnete A.-G., Asănică A. C.	Research on the nutritional value, bioactive compounds content and antioxidant capacity of <i>Spirulina</i>	Book of abstracts - Section 2: <i>HORTICULTURE</i> , 2023, p. 240, ISSN 2457-3213, ISSN-L 2457-3213
9.	Catană M., Catană L., Asănică A.C., Dâră M. A., Constantinescu F.	Research on the capitalization of the nutritional and bioactive potential of cauliflower leaves in the circular economy context	Book of abstracts - Section 2: <i>HORTICULTURE</i> , 2023, p. 241, ISSN 2457-3213, ISSN-L 2457-3213

#### 4.2.3. Cărți/capitole carte: nu este cazul.

Nr.	Denumire carte	Capitol (Titlu, pagini)	An apariție	Editură	ISBN/ISSN
1.					

#### 4.2.4. Lucrări științifice comunicate la manifestări științifice (conferințe, seminarii, worksopuri etc):

Nr. crt.	Nume Autori	Titlul comunicării	Manifestarea științifică (denumire, date și loc desfasurare)	An desfășurare
1.	Bobea Sabina-Andreea, Dobre Alina Alexandra, Cucu Elena Mirela, Florea Cristian, Nastasia Belc	Tehnologii verzi în sprijinul sustenabilității sistemului alimentar studiu de caz: Biotehnologii în industria alimentară	Conferința Științifică Internațională "Biodiversitatea agrosilvică sub impactul schimbărilor climatice - gestionarea prin ameliorare și tehnologii adecvate, garanție a siguranței și securității alimentare", organizată de către Academia Română în perioada 12–13 octombrie 2023	2023
2.	Palade Laurentiu Mihai, Mihai Adriana Laura, Adascălului Alina Cristina, Horneț	Trends in quechers-based sample pretreatment methods for polycyclic aromatic hydrocarbons analysis in food	Conferința Internațională "Agriculture for Life, Life for Agriculture", 8–10 iunie 2023, București, România	2023

	Gabriela-Andreea, Negoită Mioara			
3.	Negoită Mioara, Mihai Adriana Laura, Adascălului Alina Cristina, Palade Laurențiu Mihai, Duță Denisa Eglantina	Development of a GC-MS/MS method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in food	Simpozion Internațional "ISB-INMA TEH", 5-6 octombrie 2023, București, România	2023
4.	Mihai Adriana Laura, Negoită Mioara, Adascălului Alina Cristina, Palade Laurențiu-Mihai	Polycyclic aromatic hydrocarbons occurrence in cereal based-products and risk assessment – a review"	Simpozion Internațional „ISB-INMA TEH”, 5-6 octombrie 2023, București, România	2023
5.	Lavinia Mariana Berca, Robert-Mihail Sionel, Catalina Zenoaga-Barbarosie, Danut Cimponeriu, Mihai Toma, Matei Ioan Nica, Ortansa Csutak	Genetic predisposition for several complex diseases	ESHG (The European Society of Human Genetics), 2023	2023
6.	Sionel Robert Mihail	Modularea comportamentul alimentar de factori bio-psiho-sociali	Conferința Academiei de Științe Medicale, sesiunea <i>Impactul alimentelor/alimentației asupra sănătății umane</i> , organizată on-line, 21.07. 2023	2023
7.	Valeria Gagi, Denisa Duță, Elena Mateescu, Nastasia Belc	Indicatorii de calitate ai recoltelor de grâu comun în România în perioada 2000-2014 [quality indicators of common wheat harvests in Romania during 2000-2014]	Sesiunea anuală de comunicări științifice a ICDPP București, " <i>Protecția plantelor, cercetare interdisciplinară în slujba dezvoltării durabile a agriculturii și protecției mediului</i> "	2023
8.	Luminița Catană, Monica Catană*, Florica Constantinescu, Anda-Grația Burnete, Adrian Constantin Asănică	Research on the nutritional value, bioactive compounds content and antioxidant capacity of <i>Spirulina</i>	Conferința Internațională "Agriculture for Life, Life for Agriculture", 8 – 10 iunie 2023, București, România	2023
9.	Monica Catană, Luminița Catană, Adrian Constantin Asănică, Monica-Alexandra Dără, Florica Constantinescu	Research on the capitalization of the nutritional and bioactive potential of cauliflower leaves in the circular economy context	Conferința Internațională "Agriculture for Life, Life for Agriculture", 8 – 10 iunie 2023, București, România	2023

10.	Luminița Catană, Eugen Tătaru, Monica Catană, Anda-Grațiela Burnete, Florica Constantinescu, Nicolae-Valentin Vlăduț	<i>Spirulina</i> , important source of proteins, fiber and fatty acids, useful in the fortification process of food products	Simpozion Internațional „ISB-INMA TEH”, 5 – 6 octombrie 2023, București, România	2023
11.	Monica Catană, Luminita Catană, Florica Constantinescu, Alexandra-Monica Dără, Nicolae- Valentin Vlăduț	Research on the achievement of a functional ingredient from cauliflower leaves by lyophilization	Simpozion Internațional „ISB-INMA TEH”, 5 – 6 octombrie 2023, București, România	2023

#### **4.2.5. Studii, rapoarte, documente de fundamentare sau monitorizare care:**

**a) au stat la baza unor politici sau decizii publice:** Nu este cazul.

**b) au contribuit la promovarea științei și tehnologiei - evenimente de mediatizare a științei și tehnologiei:**

Tip eveniment	Nr. apariții	Nume eveniment:
web-site	-	-
Emisiuni TV	-	-
Emisiuni radio	-	-
Presă scrisă/electronică	-	-
Reviste	-	-
Bloguri	-	-
Podcast	-	-
<b>Altele:</b> Conferință finală proiect Metrofood-RO	Nr. Participanti- 50	METROFOOD-RO final Conference & 23 Years of Activity for IBA Bucharest, 14-15.11.2023, USAMV, București
Conferință finală proiect Foodsafety4EU	Nr. Participanti- 80	27-28.11.2023, Bruxelles
Conferință online (live pe Facebook)	Nr. Participanti- 28	Impactul alimentelor/alimentației asupra sănătății umane, 21.07.2023, Eveniment găzduit de Academia de Științe Medicale
Conferință online (live pe Facebook)	Nr. Participanti- 95	“Soluții pentru crizele și profitul de mâine” BucharestFoodSummit, ediția a VI-a, 11-13 octombrie , 2023 <a href="https://www.facebook.com/bucharestfoodsummit.ro/">https://www.facebook.com/bucharestfoodsummit.ro/</a>
Conferință online (live pe Facebook)	Nr. Participanti- 20	Cum să facem alegeri alimentare sănătoase și sustenabile ASAS – octombrie 2023, organizat de FOOD Summit
Conferință online (live pe Facebook)	Nr. Participanti- 23	Biotehnologia, instrument în obținerea de alimente sănătoase. Studiu de caz, fermentația lactică și probiotice, 16 noiembrie 2023
Conferință online	Nr.	Conferinta Academiei de Stiinte medicale 21 iulie 2023,



	Participanti- 25	online, <a href="https://www.adsm.ro/2023/07/impactul-alimentelor-alimentatiei-asupra-sanatatii-umane/">https://www.adsm.ro/2023/07/impactul-alimentelor-alimentatiei-asupra-sanatatii-umane/</a>
--	---------------------	---

**c) contribuie la elaborare teze de doctorat**

Nume prenume doctorand	Titlu teza	Anul prevazut pentru susținerea publica
Bobea Sabina-Andreea	Obținerea unei maiele acide uscate pentru îmbunătățirea calității produselor de panificație și creșterea termenului de valabilitate.	2025

**4.3. Tehnologii, procedee, produse informatice, rețele, formule, metode și altele asemenea:**

Tip	Nr. total în anul 2023
Tehnologii	0
Procedee	0
Produse informatice	0
Rețele	0
Formule	0
Metode	6
Baze de date	3
Colecții relevante	0
Altele asemenea ( <i>se vor specifica</i> )	
Produse alimentare	3
Ingrediente funcționale	2

**Din care:**

**4.3.1 Propuneri de brevete de invenție, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea:**

	Nr. propuneri brevete	Anul înregistrării	Autorul/Autorii	Numele propunerii de brevet
OSIM	3	2023	Catană Monica, Catană Luminița, Dără Alexandra-Monica, Belc Nastasia, Duță Denisa-Eglantina, Constantinescu Florica, Cucu Mirela Elena	1. A2023/00740 din 27.11.2023 - „Minibaghetă fortifiată cu pulbere din tulpini de conopidă”
			Catană Monica, Catană Luminița, Burnete Anda-Grația, Dără Alexandra-Monica, Belc Nastasia, Duță Denisa-Eglantina, Constantinescu Florica	2. A2023/00739 din 27.11.2023 - „Minichec fortifiat cu pulbere din frunze de conopidă”
			Catană Luminița, Catană Monica, Burnete Anda-	3. A2023/00741 din 27.11.2023 - „Maia

		Grațiea, Belc Nastasia, Duță Denisa-Eglantina, Constantinescu Florica, Dobre Alina-Alexandra	naturală fortifiată cu Spirulină pulbere, cu potențial antioxidant”
--	--	--	---

#### **4.4. Structura de personal implicat în programul-nucleu:**

		Număr în anul 2023
Categoriile personal CDI	CS1/ IDT1	11
	CS2/ IDT2	8
	CS3/ IDT3	14
	CS/ IDT	12
	ACS	8
	Personal auxiliar cu studii superioare	19
	Personal auxiliar cu studii medii	15
Total personal CDI atestat		53
Total personal CDI cu titlul de doctor		32
Total personal CDI		87

#### **4.4.1 Lista personalului de cercetare care a participat la derularea Programului-nucleu:**

Nr.	Nume și prenume	Grad	Funcția	Echivalent normă întreagă (ENI)	Anul angajării	Nr. Ore lucrate/ An*
1.	Adascălului Alina Cristina	CS III	CS III	0,70	2008	1387
2.	Adascalului Marian	CS III	CS III	0,87	2007	1728
3.	Alexe Emilia Alexandra		Expert jurist	0,17	2021	336
4.	Belc Nastasia	CS I	CS I	0,28	2000	549
5.	Berca Lavinia Mariana	CS I	Responsabil proiect, CS I	0,49	2006	981
6.	Bobea Sabina Andreea	ACS	ACS	0,63	2020	1248
7.	Budeanu Adriana		Economist	0,17	2022	336
8.	Buhai Craus Lili		Responsabil achizitii	0,27	2023	544
9.	Burnete Anda-Grațiea	CS	CS	0,23	2016	447
10.	Catană Luminița	CS I	CS I	0,87	2004	1720
11.	Catană Monica	CS I	CS I	0,87	2004	1720
12.	Chirazi Paraschiva		Tehnician	0,17	2003	336
13.	Chiriac Roxana		Economist	0,17	2019	336
14.	Cimponeriu Danut	CS II	CS II	0,23	2022	456
15.	Constantinescu Florica	CS I	CS I	0,39	2018	772
16.	Cozma Ervin		Inginer	0,66	2021	1304

17.	Cristea Cornel Danut		Muncitor	0,83	2011	1648
18.	Cucu Mirela Elena	CS III	CS III	0,75	2009	1484
19.	Cucu Șerban Eugen	CS	CS	0,61	2013	1218
20.	Culețu Alina	CS I	CS I	0,11	2010	218
21.	Dara Alexandra Monica	CS	CS	0,81	2016	1616
22.	Dițoiu Alexandrina		Tehnician	0,78	2000	1539
23.	Dobre Alina Alexandra	CS III	CS III	0,75	2007	1479
24.	Dragancea Bogdan	CS	CS	0,06	2007	116
25.	Dragomir Costin Petru		Biolog	0,10	2023	208
26.	Duca Clementina		Tehnician	0,19	2023	384
27.	Dumitru Oana	CS I	CS I	0,20	2008	398
28.	Duță Denisa-Eglantina	CS I	CS I	0,37	2002	728
29.	Filimon George	CS	CS	0,44	2017	864
30.	Filimon Robert Florin		Biolog	0,90	2020	1776
31.	Florea Cristian	ACS	ACS	0,34	2022	679
32.	Gagiu Valeria	CS II	CS II	0,88	2017	1752
33.	Gheorghiu Doina		Economist	0,26	2017	520
34.	Horneț Andreea Gabriela	ACS	ACS	0,12	2018	240
35.	Iordache Ion		Administrator	0,17	2023	336
36.	Iordache Teodora	ACS	ACS	0,03	2018	56
37.	Iorga Corneliu Sorin	CS I	CS I	0,14	2010	285
38.	Lepșa Mihaela		Lăcătuș mecanic	0,17	2006	336
39.	Marin Alexandru Georgian	ACS	ACS	0,14	2022	282
40.	Manolache Fulvia Anuța	CS II	CS II	0,53	2008	1060
41.	Marculescu Ovidiu	CS	CS	0,46	2018	920
42.	Mertescu Veta		Tehnician	0,91	2017	1807
43.	Mihai Adriana Laura	CS II	CS II	0,80	2015	1580
44.	Mihociu Tamara Elena	CS III	CS III	0,44	2004	864
45.	Mirea Corina		Tehncian	0,89	2012	1760
46.	Mocanu Andreea Lavinia		Inginer	0,32	2021	640
47.	Mosoiu Claudia Elena	CS II	CS II	0,04	2000	78
48.	Muțescu Mihaela	CS III	CS III	0,53	2016	1044
49.	Musetescu Luminita-Dina		Inginer	0,90	2021	1784
50.	Muștătea Gabriel Sorin	CS I	CS I	0,10	2008	206
51.	Neagoe Rodica		Inginer	0,20	2016	398
52.	Negoita Mioara	CS I	CS I	0,76	2004	1500
53.	Negulici Daniela		Inginer	0,12	2023	232
54.	Nicolcioiu Mihai Bogdan	ACS	ACS	0,36	2022	716
55.	Niculae Cornelia		Functionar economic	0,27	2016	544
56.	Olteanu Mariana Ionica		Brutar	0,87	2017	1720

57.	Onisei Tatiana	CS II	CS II	0,54	2011	1067
58.	Palade Mihai Laurențiu	CS III	CS III	0,41	2022	816
59.	Panciu Corina Maria		Tehnician	0,21	2022	412
60.	Pascal Luiza Maria	CS III	CS III	0,03	2016	57
61.	Pîrvu Gina Pușa	CS III	CS III	0,85	2004	1683
62.	Pîrvu Constanța		Tehnician	0,13	2004	248
63.	Popa Iulia Maria		Economist	0,13	2018	252
64.	Poteras Catalina Beatrice		Inginer	0,28	2023	552
65.	Poturu Ilona Andreea		Tehnician	0,07	2023	132
66.	Raducanu Adina Elena	CS III	CS III	0,65	2003	1296
67.	Rascol Manuela	CS	CS	0,64	2012	1268
68.	Romedea-Novikov Adrian-Ovidiu	CS	CS	0,20	2011	396
69.	Sandric Maria Magdalena	CS III	CS III	0,33	2004	648
70.	Șerban Marinela		Laborant	0,91	2003	1808
71.	Serbancea Cristian	ACS	ACS	0,08	2022	168
72.	Serbancea Floarea	CS II	CS II	0,13	2015	248
73.	Sionel Robert Mihail	ACS	ACS	0,54	2021	1076
74.	Stamatie Gabriela Daniela	CS	CS	0,46	2018	916
75.	Stanciu Cristina Oana		Economist, specialist relatii publice	0,11	2011	210
76.	Stănescu Călin Alexandru		Inginer	0,51	2017	1020
77.	Stere Irina		Economist	0,27	2012	544
78.	Stoianov Radu	CS II	CS II	0,42	2006	840
79.	Stoica Florin		Ambalator	0,85	2017	1696
80.	Stoica Rodica		Casier	0,18		363
81.	Stroe Corina Alexandra		Inginer	0,35	2022	700
82.	Susman Iulia Elena	CS	CS	0,51	2018	1013
83.	Tihauan Bianca Maria	CS	CS	0,02	2020	35
84.	Todașcă Maria Cristina	CS III	CS III	0,16	2017	321
85.	Ungureanu Elena Loredana	CS III	CS III	0,30	2015	586
86.	Uțoiu Claudiu Daniel	CS III	CS III	0,005	2018	9
87.	Zugravu Corina	CS	CS	0,21	2021	408

**4.5. Infrastructuri de cercetare rezultate din derularea programului-nucleu. Obiecte fizice și produse realizate în cadrul derulării programului; colecții și baze de date conținând înregistrări analogice sau digitale, izvoare istorice, eșantioane, specimene, fotografii, observații, roci, fosile și altele asemenea, împreună cu informațiile necesare arhivării, regăsirii și precizării contextului în care au fost obținute:**

Nr.	Nume infrastructură/obiect/bază	Data achiziției	Valoarea achiziției	Sursa finanțării	Valoarea finanțării infrastructurii din
-----	---------------------------------	-----------------	---------------------	------------------	---

	de date...		(lei)		bugetul Progr. Nucleu
1.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> Multi Tube Mixer cu timer	16.02.2023	8.847,65	PN 23010301/ Faza 1	8.847,65
2.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> Termobalanță	15.02.2023	14.329,98	PN 23010301/ Faza 1	14.329,98
3.	<b>Calculatoare electronice și echipamente periferice:</b> Calculatoare electronice Dell Optiplex (2 bucati)	08.06.2023	12.000	PN 23010301/ Faza 1	12.000
4.	<b>Programe de calculator, licențe, brevete și altele asemenea conform legii:</b> Pachet de licențe Software Windows 7 Pro + office 2016 Pro Plus	08.06.2023	3006,55	PN 23010301/ Faza 1	3006,55
5.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> Vortex	31.08.2023	4232,83	PN 23010301/ Faza 2	4232,83
6.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> Balanță analitică	03.05.2023	14434,7	PN 23 01 01 01/ Faza 1	14434,7
7.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> pH/Conductometru de laborator	03.05.2023	17565,3	PN 23 01 01 01/ Faza 1	17565,3
8.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> Analizor de umiditate HE73 (Termobalanță)	11.04.2023	15003,52	PN 23 01 02 01/ Faza 1	15003,52
9.	<b>Echipamente pentru cercetare-dezvoltare:</b> Sistem de extracție cu ultrasunete a polifenolilor din materiale vegetale	25.05.2023	42262,85	PN 23 01 02 01/ Faza 1	42262,85

**5. Rezultatele Programului-nucleu care au fundamentat alte proiecte/propuneri de proiecte de cercetare:** Nu este cazul.

	Nr.	Tip
<b>Proiecte internaționale</b>		<i>Ex. Orizont Europa, Bilateral, ERANET, EUREKA, COST, etc.</i>
	1	Propunere de proiect european în lucru Call <a href="#">Fair, healthy and environmentally-friendly food systems from primary production to consumption (HORIZON-CL6-2024-FARM2FORK-01)</a> , deadline 22 februarie 2024

**6. Rezultate cu potential de transfer în vederea aplicării:** Nu este cazul.

**7. Alte rezultate:** Nu este cazul.

**8. Aprecieri asupra derulării programului și propuneri:**

Programul Nucleu "*Cercetări avansate pentru tranziția la sisteme alimentare sustenabile și reziliente în acord cu strategiile europene și prioritățile SNCISI 2022-2027, acronim: SusFoodChain4RO*" PN 39 N/16.01.2023, s-a derulat conform activităților propuse, fiind atinse toate obiectivele proiectelor finanțate în anul 2023 și indicatorii de rezultat aferenți acestora.

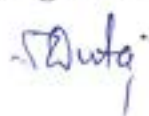
**DIRECTOR GENERAL,**

**Conf. Dr. Nastasia-BELC**



**DIRECTOR DE PROGRAM,**

**Dr. Denisa Eglantina DUȚĂ**



**DIRECTOR ECONOMIC,**

**Ec. Valerica SPALOGHE**

