

REZUMATUL ETAPEI

Raportul stiintific si tehnic in extenso prezinta activitatile din Planul de realizare, corespunzatoare fiecarui partener.

Activitatea 1.1 Caracterizarea fizico-chimica a materiilor prime (ICECHIM, USAMVB)

ICECHIM a realizat caracterizarea fizico-chimica a materiilor prime utilizate pentru extractia uleiurilor esentiale, evidentiind diferente semnificative de compozitie care au influentat randamentul si eficienta procesului de distilare cu abur. Cuisoarele au prezentat o umiditate ridicata (21,3%), in timp ce coriandrul, oregano-ul, cimbrul si scortisoara au avut o umiditate redusa (9–11%). Continutul de cenusa a fost mai mare la cimbru (10,0%) si oregano (8,28%), indicand o incarcare minerala ridicata. Cimbrul (19,7%) si coriandrul (16,1%) au avut un continut proteic superior, determinand o turbiditate crescuta a fractiilor apoase, fara a influenta separarea fazei uleioase, in timp ce scortisoara (3,63%) s-a dovedit avantajoasa prin continutul proteic scazut. Continutul lipidic a fost mai mare la cuisoare (3,54%), iar cel de carbohidrati la scortisoara (80,19%) si cel mai redus la cimbru (61,07%). Dintre macroelemente, potasiul si calciul au predominat la cimbru, oregano si scortisoara. In ceea ce priveste microelementele, oregano si cimbrul au prezentat concentratii mai mari de fier, cuisoarele s-au evidentiat printr-un continut ridicat de mangan (730 mg/kg), cimbrul prin zinc (69,1 mg/kg), iar coriandrul prin cupru (14,0 mg/kg).

Materiile prime analizate pentru obtinerea extractelor hidroalcoolice (frunze si flori de paducel, hrean, ardei iute, tescovina de aronia si fructe de soc) au prezentat, de asemenea, variatii compozitionale. Umiditatea a variat intre 9,5% si 16,3%, cu valoarea maxima la ardei iute. Continutul de cenusa a fost mai mare la ardei iute (9,57%) si hrean (6,87%), iar cel mai redus la tescovina de aronia (2,08%). Proteinele au inregistrat valori ridicate la fructele de soc (29,50%) si ardei iute (26,70%), moderate la hrean (20,80%) si tescovina de aronia (17,90%), si scazute la frunzele si florile de paducel (5,73%). Lipidele au fost mai mari la fructele de soc (9,50%) si ardei iute (5,19%), iar carbohidratiile au predominat la paducel (78,42%). Dintre macroelemente, potasiul a prezentat concentratii ridicate la ardei iute (3,60%) si hrean (2,60%), calciul la frunzele si florile de paducel (0,95%) si hrean (0,45%), fosforul la fructele de soc (0,37%) si magneziul la paducel (0,26%). In ceea ce priveste microelementele, fierul si manganul au avut valori mai mari la paducel, zincul la hrean (101,1 mg/kg), iar cuprul la paducel (11,30 mg/kg).

USAMVB a efectuat analiza materiilor prime pentru stabilirea continutului de polifenoli totali, utilizand tehnici spectrofotometrice specifice.

In cazul materiilor prime utilizate pentru obtinerea uleiurilor esentiale, cea mai ridicata valoare a continutului total de polifenoli (CTP) a fost inregistrata la cuisoare (131,31 mg GAE/g), urmate de oregano (49,99 mg GAE/g), scortisoara (41,41 mg GAE/g) si cimbru (39,98 mg GAE/g), in timp ce coriandrul (2,94 mg GAE/g) a prezentat cel mai redus continut. Valorile apropiate obtinute pentru scortisoara si cimbru sugereaza o compozitie fenolica comparabila si un potential antioxidant similar.

Pentru materiile prime utilizate la obtinerea extractelor hidroalcoolice, cele mai ridicate concentratii de polifenoli au fost determinate la frunzele si florile de paducel (55,61 mg GAE/g), urmate de tescovina de aronia (42,16 mg GAE/g) si fructele de soc (37,73 mg GAE/g), indicand un potential antioxidant ridicat. Ardeiul iute a prezentat un CTP moderat (18,60 mg GAE/g), iar hreanul cea mai scazuta valoare (2,75 mg GAE/g).

Activitatea 1.2 Caracterizarea fizico-chimica a materiilor prime (DUNAREA PROD)

Caracterizarea materiilor prime utilizate pentru obtinerea matricilor lactate (iaurt si unt) a vizat analiza laptelui crud si a smantanii tehnologice, in vederea stabilirii unui profil complet fizico-chimic, microbiologic si de siguranta alimentara. Determinarile au fost realizate prin metode standardizate (gravimetrice, volumetrice, titrimetrice, spectrofotometrice si metode rapide instrumentale).

Laptele analizat a prezentat o compozitie conforma standardelor de calitate: umiditate 87,5%, substanta uscata 8,5%, grasime 3,8%, proteine 3,2% si lactoza 4,68%. Parametrii fizico-chimici (pH 6,5, aciditate 16 °T, densitate corespunzatoare) confirma prospectimea si absenta adulterarii. Din punct de vedere al sigurantei, continutul de aflatoxina M1 (35,73 ppt) este sub limita admisa (<45 ppt), iar testele pentru reziduuri de antibiotice au fost negative. Indicatorii microbiologici (45.000 ufc/ml germeni totali si 87.000/ml celule somatice) se situeaza mult sub valorile maxime permise, atestand

igiena corespunzătoare a laptelui. Aceste caracteristici recomandă laptele ca materie primă adecvată pentru obținerea de matrici lactate funcționale.

Smântana tehnologică, obținută prin centrifugarea laptelui, a prezentat umiditate 56%, substanță uscată 25%, grăsimi 35%, proteine 3% și lactoză 3%, încadrându-se în limitele specifice produsului. Parametrii fizico-chimici (pH 6,5, aciditate 16 °T, densitate 1,03 g/mL) confirmă stabilitatea și absența adaosului de apă.

Activitatea 1.3 Optimizarea proceselor de obținere a extractelor și uleiurilor esențiale (ICECHIM)

Pentru obținerea uleiurilor esențiale și a extractelor vegetale din materiile prime selectate, au fost utilizate două metode de extracție, alese în funcție de caracteristicile compoziționale ale materiei vegetale și de fezabilitatea transferului tehnologic. Acestea oferă avantaje semnificative atât din punct de vedere tehnologic, cât și al sustenabilității procesului. Distilarea cu abur a fost aplicată în cazul plantelor aromatice și condimente precum coriandru, oregano, cimbru, cuișoare și scortisoară, datorită eficienței demonstrate în izolarea compușilor volatili și obținerii uleiurilor esențiale cu puritate ridicată, în absența solventilor organici. Pentru plantele bogate în compuși bioactivi hidrosolubili sau etanol-solubili, precum frunzele și florile de păducel, hreanul, ardeiul iute, țescovina de aronia și fructele de soc, a fost utilizată extractia hidroalcoolică asistată de ultrasunete. Această tehnică modernă asigură randamente superioare prin disrupția mecanică a peretelui celular și permite conservarea compușilor termolabili, utilizând amestecuri de apă și etanol, solvenți „verzi” compatibili cu aplicații alimentare.

S-a constatat că uleiurile esențiale obținute prin distilare cu abur au prezentat randamente diferite, cea mai ridicată valoare s-a înregistrat pentru uleiul esențial de cuișoare (6,73%), urmată de uleiul esențial de oregano (2,5%) și cimbru (0,80%). Evaluarea activității antimicrobiene a confirmat eficiența biologică a acestor uleiuri, cuișoarele, oregano și cimbrul demonstrând un efect inhibitor semnificativ asupra microorganismelor testate, în funcție de concentrație. Pe baza acestor rezultate, cuișoarele, oregano și cimbrul au fost materiile prime selectate pentru obținerea uleiurilor esențiale.

S-a constatat că, în cazul extractelor obținute prin extracție hidroalcoolică asistată de ultrasunete, cea mai ridicată valoare a randamentului s-a înregistrat pentru țescovina de aronia (22,34%), corelată cu conținutul ridicat de polifenoli și antociani specifici acestei specii. Aceasta a fost urmată de ardeiul iute (15,57%) și hrean (13,11%), în timp ce fructele de soc (13,02%) și frunzele și florile de păducel (8,31%) au prezentat, de asemenea, un potențial extractiv semnificativ, fiecare specie fiind caracterizată printr-un profil distinct de metaboliți secundari. Evaluarea activității antioxidante a confirmat eficiența biologică a extractelor analizate, valorile IC₅₀ oferind un indicator cantitativ al acestei capacități — cu cât valoarea IC₅₀ este mai mică, cu atât extractul prezintă o acțiune mai intensă. În paralel, procentul de inhibare a radicalilor liberi reflectă direct intensitatea efectului antioxidant la concentrațiile testate. Pe baza valorilor obținute extractul de țescovina de aronia, extractul de frunze și flori de păducel și extractul de fructe de soc au înregistrat cele mai mari valori și au fost selectate ca materii prime pentru obținerea extractelor hidroalcoolice.

Pentru a îmbunătăți performanța proceselor și a maximiza randamentele de obținere, s-a realizat optimizarea parametrilor tehnologici. În acest scop, s-a aplicat o proiectare statistică a experimentelor care a permis evaluarea influenței factorilor experimentali principali asupra eficienței extracției, reducând totodată numărul total de teste necesare. Optimizarea proceselor s-a realizat prin metodologia suprafeței de răspuns (RSM), vizând identificarea condițiilor optime pentru obținerea unor randamente maxime. Cei trei factori independenți considerați în planul experimental au fost: raportul masă materie primă/apă — între 1:14 și 1:18, granulatia materiei prime — între 1 și 3 mm, și timpul de distilare — între 60 și 180 minute, fiecare evaluat la trei niveluri (scăzut, mediu, ridicat), în cazul uleiurilor esențiale și raportul materie primă/soluție hidroalcoolică - între 1:9 și 1:11; concentrația soluției hidroalcoolice - între 45% și 65%; și puterea băii cu ultrasunete - între 60% și 100%.

Activitatea 1.4 Caracterizarea fizico-chimică a extractelor și uleiurilor esențiale și standardizarea proceselor de extracție (ICECHIM, USAMVB)

ICECHIM a realizat caracterizarea fizico-chimică a extractelor hidroalcoolice și a uleiurilor esențiale obținute prin procese optimizate.

Extractul din frunze și flori de păducel a prezentat cel mai mare conținut de substanță uscată (20,1%) și carbohidrați totali (15,62%). Conținutul de cenă a variat între 0,55% (păducel) și 2,17% (soc), iar fracția azotată a fost cea mai ridicată în extractul de aronia (0,47% azot total; 2,75% proteine). Densitatea extractelor a fost de 1,030 g/mL pentru aronia, 0,983 g/mL pentru soc și 0,981 g/mL pentru

paducel, cu pH-uri cuprinse între 3,86 (aronia) și 5,14 (paducel). În ceea ce privește macroelementele, extractul de soc a avut cele mai mari concentrații de potasiu (0,47% m/m) și fosfor (432 mg/kg), iar cel de paducel a prezentat conținuturi superioare în calciu (202 mg/kg) și magneziu (321 mg/kg). Dintre microelemente, fierul a predominat în extractul de soc (4,97 mg/kg), manganul și zincul în cel de paducel (2,17 mg/kg, respectiv 4,16 mg/kg), iar cuprul în aronia (0,58 mg/kg).

Analizele fizico-chimice ale uleiurilor esențiale de cuișoare, oregano și cimbru au evidențiat diferențe de compoziție și proprietăți. Uleiul esențial de cuișoare a prezentat un conținut majoritar de eugenol, urmat de cariofilen și humulen, compuși corelați cu activitatea antimicrobiană și antioxidantă ridicată. Uleiul de oregano a fost dominat de timol, alături de linalol, γ -terpinen și p-cimen, compuși responsabili de activitatea antibacteriană și antifungică. În uleiul de cimbru, componentul principal a fost de asemenea timolul, însoțit de γ -terpinen, p-cimen și sesquiterpene cu rol antiinflamator, precum β -bisabolen și cariofilen.

USAMVB a determinat conținutul de vitamine și polifenoli totali în extractele hidroalcoolice obținute prin procese optimizate, utilizând metodele spectrofotometrice.

Analiza extractelor hidroalcoolice a arătat că vitamina C domină profilul vitaminic, în timp ce vitamina A apare la niveluri mai scăzute, conform proprietăților lor de solubilitate. Cel mai ridicat conținut de vitamina A s-a înregistrat în extractul de frunze și flori de paducel (15,75 mg/L), iar de vitamina C în extractul de țescovina de aronia (178,32 mg/L). Asocierea acestor vitamine sugerează o acțiune antioxidantă complementară.

Determinarea conținutului total de polifenoli a evidențiat valori ridicate pentru extractul de țescovina de aronia (21,31 mg GAE/g), urmată de extractul de frunze și flori de paducel (17,06 mg GAE/g) și extractul de fructe de soc (11,83 mg GAE/g), confirmând potențialul antioxidant al acestor extracte vegetale.

Determinarea conținutului total de polifenoli în uleiurile esențiale a evidențiat diferențe semnificative între probe. Uleiul esențial de cuișoare a prezentat cel mai ridicat conținut total de polifenoli (697,86 mg GAE/g), datorat în principal eugenolului și derivaților săi, responsabili de activitatea antioxidantă și antimicrobiană pronunțată. Uleiul de oregano a avut un conținut intermediar (317,09 mg GAE/g), corelat cu prezența timolului, linalolului, p-cimenuului și cariofilenului, iar uleiul de cimbru a prezentat o valoare apropiată (315,65 mg GAE/g), dominată de timol și γ -terpinen, dar cu o concentrație fenolică totală mai scăzută, posibil influențată de variațiile botanice și de compoziția chimică specifică.

ICECHIM a realizat standardizarea proceselor de extracție conform ghidurilor OMS și protocoalelor IUPAC, cu ajustări specifice fiecărui tip de extract, având ca scop obținerea unor extracte reproductibile, sigure și comparabile între loturi. Caracterizarea a inclus evaluări fizico-chimice, GC-MS, UV-VIS, precum și teste microbiologice. Pentru fiecare ulei esențial, compușii marker (timol, eugenol) au fost utilizați pentru validarea prin GC-MS. Caracterizarea extractelor hidroalcoolice a inclus evaluări fizico-chimice, microbiologice și validare prin metode spectrofotometrice (UV-VIS).

Activitatea 1.5 (Partial) Dezvoltarea matricilor de produse lactate pentru incorporarea conservantului alimentară (DUNAREA PROD)

Dezvoltarea de matrici lactate cu conservanți alimentari reprezintă o direcție importantă în industria alimentară modernă. Datorită compoziției sale complexe și conținutului ridicat de grăsimi, untul a fost selectat ca matrice optimă pentru incorporarea conservanților, oferind protecție și stabilitate compușilor bioactivi fără a altera proprietățile senzoriale tradiționale.

Procesul tehnologic de obținere a untului include etape controlate riguros: recepția și analiza laptelui crud, separarea și normalizarea smântânii, pasteurizarea, maturarea la 8–14 °C, urmată de baterea, spalarea și framantarea granulelor de unt până la obținerea unei consistențe uniforme. Produsul finit este ambalat și depozitat la 0–4 °C sau la –18 °C, asigurând stabilitate microbiologică și senzorială ridicată. Pentru testarea eficienței incorporării conservantului alimentară, s-au elaborat trei variante experimentale de unt cu diferite conținuturi de grăsimi: unt tartinabil (65% grăsimi, 30–32% apă) – textură moale, gust slab, stabilitate oxidativă redusă; unt standard (80% grăsimi, max. 16% apă) – consistență uniformă, aromă tipică, bună stabilitate microbiologică; unt extra (82% grăsimi, 14–15% apă) – textură fină, gust intens, stabilitate ridicată.

Aceste variante permit evaluarea comportamentului conservantului în matrici cu proporții diferite de apă și grăsimi, oferind o bază experimentală pentru alegerea celei mai eficiente formulatii în vederea extinderii duratei de păstrare și menținerii calității senzoriale a produselor tartinabile.