



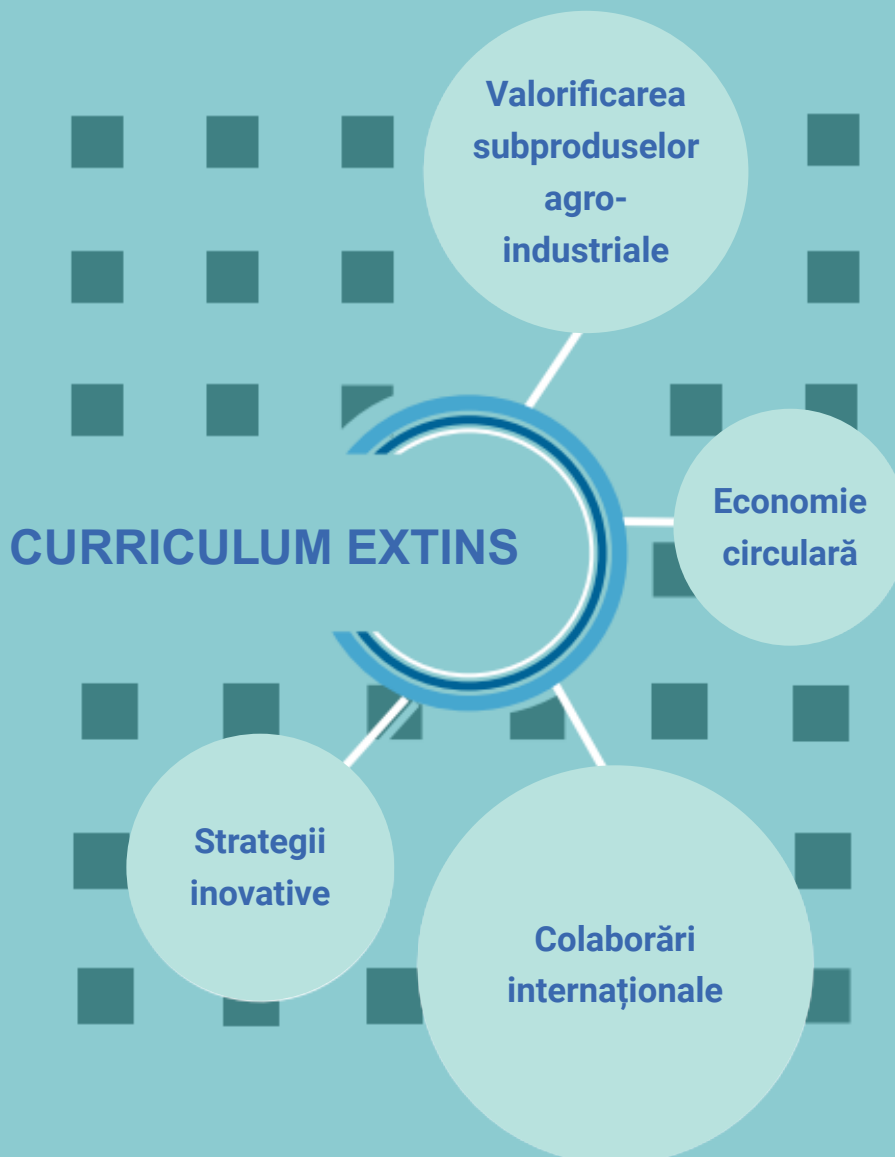
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Proiect nr: 2024-1-R001-KA220-HED-000246776

Valorificarea subproduselor agro-alimentare prin metode inovative și sustenabile

eAfoBy



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Capitolul 7. Metode inovative și bio-sustenabile de valorificare a subproduselor din lanțul agroalimentar. Implementarea metodelor de bio-conversie (fermentare spontană, fermentare controlată, fermentare în stare solidă, digestie anaerobă, pre-tratamente enzimatic)..... 43

Capitolul 8 – Metode inovatoare și durabile de valorificare a sub-produselor generate pe parcursul lanțului agroalimentar 47

Capitolul 9 – Metode inovatoare și durabile de valorificare a sub-produselor din lanțul agroalimentar (deshidratare, microîncapsulare, nanotehnologii) 52

Capitolul 10. Biodisponibilitatea și bioaccesibilitatea compușilor bioactivi prin digestie in vivo și in vitro..... 62

Capitolul 11.Dezvoltarea sustenabilă a produselor alimentare. Obținerea de noi alimente pe baza subproduselor din lanțul agroalimentar, cu beneficii pentru sănătatea și nutriția umană (alimente funcționale, nutraceutice, proteine vegetale, suplimente, prebiotice și probiotice)..... 68

Capitolul 12. Dezvoltarea ambalajelor durabile. Obținerea de ambalaje biodegradabile și comestibile din subproduse ale lanțului agroalimentar 78





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Capitolul 13. Economia circulară și gestionarea resurselor. Aplicarea principiilor economiei circulare în sectorul agroalimentar. Optimizarea lanțului valorificare al subproduselor. Evaluarea fezabilității economice a proceselor de reutilizare.....	83
Bibliografie	92





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

DESCRIEREA CURRICULUM

Denumirea proiectului: „Valorificare subproduselor din lanțul agro-alimentar prin metode inovative și sustenabile”.

Acronim proiect: eAfoBy

Referință proiect: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Curriculum destinat experților și specialiștilor în agricultură, tehnologii alimentare, siguranța alimentelor, control alimentar și nutriție.

Cadre didactice responsabile:

Coordonator (USAMVCN): Maria Simona Chiș, Adriana Păucean, Anca Fărcaș, Anamaria Pop, Man Simona

Partener 1 (UPV): Purificación García Segovia, Marta Igual, Javier Martinez Monzó, Carolina Contreras Monzón

Partener 2 (UPORTO): M. Beatriz Oliveira, Helena Sousa, Anabela Costa, Rita Alves

Partener 3 (ULST): Alexa Ersilia, Negrea Monica, Cocan Ileana, Jianu Călin

Partener 4 (ROMPAN): Voica Daniela, Avram Dana, Marin Daniela





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

<p>Obiective</p>	<p>Curriculumul stabilește competențele și abilitățile cognitive necesare experților și specialiștilor în gestionarea subproduselor din lanțul agroalimentar. Obiectivul este de a îmbunătăți cunoștințele studenților și specialiștilor în domeniul valorificării subproduselor din lanțul agroalimentar prin metode inovatoare și durabile, în vederea promovării inovării și a bunelor practici în valorificarea produselor agroalimentare. Aceste cunoștințe sporesc capacitatea studenților și a specialiștilor de a aborda provocări complexe în agricultură, producția alimentară, controlul și siguranța alimentară, tehnologiile alimentare și cerințele nutriționale umane.</p>
<p>Abilități cognitive</p>	<p>Curriculum prezintă abilitățile cognitive competențele cognitive esențiale pentru gestionarea subproduselor lanțului agroalimentar, punând accentul pe nutriție, siguranța alimentară, controlul alimentelor și valorificarea noilor metode durabile. Curriculumul prezintă formatorilor cunoștințele științifice și tehnice despre subprodusele lanțului agroalimentar din fiecare țară, în ceea ce privește generarea surselor, cantitatea generată anual, strategiile actuale utilizate în fiecare țară pentru valorificarea acestora, impactul subproduselor lanțului agroalimentar asupra mediului, climei și resurselor durabile.</p> <p>Curriculum prezintă abilitățile și competențele cognitive esențiale pentru gestionarea subproduselor din lanțul agroalimentar, cu accent pe nutriție, siguranța alimentară, controlul alimentelor și valorificarea noilor metode durabile. Curriculumul evidențiază cunoștințele științifice și tehnice despre subprodusele din lanțul agroalimentar din fiecare țară pentru formatori, în ceea ce privește generarea surselor, cantitatea generată pe an, strategiile actuale utilizate în fiecare țară pentru valorificarea acestora, impactul subproduselor din lanțul agroalimentar asupra mediului, climei și resurselor durabile.</p> <p>Dezvoltarea abilităților cognitive ar trebui să fie aliniată cu gândirea critică, rezolvarea problemelor, conștientizarea durabilității și expertiza tehnică.</p>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>1. Gândire analitică</p> <p>Evaluarea utilizării subproduselor în lanțurile agroalimentare</p> <p>Evaluarea provocărilor și oportunităților în materie de durabilitate</p> <p>Identificarea ineficiențelor în sistemele actuale de gestionare a subproduselor</p> <p>2. Abilități de rezolvare a problemelor</p> <p>Dezvoltarea de soluții inovatoare pentru reducerea și reutilizarea deșeurilor</p> <p>Proiectarea de metode durabile de prelucrare a subproduselor</p> <p>Abordarea impactului asupra mediului și economiei</p> <p>3. Cercetare și investigare</p> <p>Desfășurarea de cercetări științifice privind gestionarea deșeurilor agroalimentare</p> <p>Aplicarea principiilor biochimice și tehnologice pentru îmbunătățirea produselor secundare</p> <p>Analizarea studiilor de caz și a aplicațiilor din lumea reală</p> <p>4. Luarea deciziilor și gândirea strategică</p> <p>Evaluarea factorilor economici, de mediu și sociali în valorificarea produselor secundare</p> <p>Selectarea tehnologiilor adecvate pentru prelucrarea durabilă</p> <p>Integrarea principiilor economiei circulare în lanțul agro-alimentar</p>
--	---





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>Competențe digitale și tehnologice</p> <p>5. Utilizarea instrumentelor digitale pentru analiza și optimizarea produselor secundare</p> <p>Aplicarea abordărilor bazate pe date în practicile de sustenabilitate</p> <p>Înțelegerea automatizării și a tehnologiilor inteligente în procesarea agroalimentară</p> <p>6. Colaborare interdisciplinară</p> <p>Colaborarea cu experți din domeniul științei alimentelor, agriculturii, ingineriei și afacerilor</p> <p>Aplicarea cunoștințelor interdisciplinare pentru a spori sustenabilitatea</p> <p>Dezvoltarea abilităților de comunicare pentru schimbul de cunoștințe și elaborarea de politici</p> <p>7. Creativitate și inovare</p> <p>Generarea de aplicații noi pentru produsele secundare din lanțul agroalimentar</p> <p>Explorarea dezvoltării de produse pe bază biologică</p>
<p>Abilități profesionale</p>	<p>Competențele profesionale trebuie să fie în concordanță cu cerințele actuale ale industriei agroalimentare, sustenabilității și economiei circulare.</p> <p>Competențe tehnice și științifice</p> <p>Aplicarea principiilor biochimiei și biotehnologiei în valorificarea produselor secundare</p>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>1. Identificarea și utilizarea tehnologiilor moderne pentru prelucrarea și reutilizarea subproduselor agroalimentare.</p> <p>Controlul calității și siguranța alimentară a produselor derivate din subproduse.</p> <p>2. Competențe în domeniul inovării și dezvoltării produselor</p> <p>Crearea de noi produse durabile pe baza subproduselor agroalimentare</p> <p>Utilizarea metodelor inovatoare de extracție și transformare a compușilor bioactivi</p> <p>Dezvoltarea de ambalaje ecologice și tehnologii prietenoase cu mediul</p> <p>3. Competențe în domeniul gestionării economice și al resurselor</p> <p>Aplicarea principiilor economiei circulare în sectorul agroalimentar</p> <p>Evaluarea fezabilității economice a proceselor de valorificare a subproduselor</p> <p>Planificarea și optimizarea lanțului de aprovizionare și distribuția produselor obținute</p> <p>4. Competențe în domeniul durabilității și protecției mediului</p> <p>Implementarea strategiilor de reducere a risipei alimentare și a deșeurilor agroalimentare</p> <p>Evaluarea impactului asupra mediului al proceselor de recuperare</p> <p>Dezvoltarea practicilor agricole și industriale durabile</p> <p>5. Competențe digitale și utilizarea tehnologiilor avansate</p>
--	--





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>Utilizarea inteligenței artificiale și a senzorilor pentru optimizarea proceselor de reciclare și reutilizare</p> <p>Analiza datelor pentru îmbunătățirea eficienței sectorului agroalimentar</p> <p>6. Competențe în cercetare și dezvoltare</p> <p>Realizarea de studii și experimente pentru îmbunătățirea valorificării produselor secundare</p> <p>Aplicarea metodelor științifice pentru testarea și validarea produselor noi</p> <p>Publicarea și diseminarea rezultatelor cercetării în domeniul agroalimentar</p> <p>7. Competențe de comunicare și colaborare interdisciplinară</p> <p>Lucrul în echipe multidisciplinare pentru implementarea proiectelor inovatoare</p> <p>Prezentarea și promovarea soluțiilor durabile către părțile interesate (agricultori, procesatori, consumatori)</p> <p>Dezvoltarea de parteneriate între mediul academic și industrie</p> <p>8. Comunicare și colaborare interdisciplinară</p> <p>Dezvoltarea competențelor necesare pentru a lucra în echipe multidisciplinare</p> <p>Prezentarea și promovarea de soluții inovatoare pentru industrie și consumatori</p> <p>Crearea de parteneriate între mediul academic și sectorul agroalimentar</p>
<p>Competențe unitare</p>	<p>Unitățile de competență pot fi structurate astfel încât să acopere aspecte tehnologice, economice, de durabilitate și de cercetare.</p>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>1. Analiza și caracterizarea subproduselor agroalimentare</p> <p>Identificarea și clasificarea subproduselor agroalimentare</p> <p>Evaluarea compoziției chimice și a potențialului nutrițional al subproduselor</p> <p>Aplicarea metodelor de analiză fizico-chimică și microbiologică</p> <p>2. Tehnologii inovatoare pentru valorificarea subproduselor (valorificarea subproduselor din lanțul agroalimentar)</p> <p>Implementarea metodelor de bioconversie (fermentare spontană, fermentare controlată, fermentare în stare solidă, digestie anaerobă, pretratări enzimatic)</p> <p>Aplicarea tehnologiilor de extracție a compușilor bioactivi (CO₂ supercritic, ultrasunete, microfiltrare, extracție asistată enzimatic, extracție asistată de microunde, tehnici de extracție bazate pe presiune, explozie cu abur, extracție cu apă subcritică, extracție cu lichid sub presiune, extracție cu câmp electric pulsant, descărcare electrică de înaltă tensiune)</p> <p>Utilizarea tehnicilor de prelucrare durabile (deshidratare, microîncapsulare, fermentare, bioconversie, nanotehnologii)</p> <p>3. Dezvoltarea durabilă a produselor și ambalajelor</p> <p>Fabricarea de noi produse alimentare pe baza subproduselor din lanțul agroalimentar</p> <p>Dezvoltarea de ambalaje biodegradabile și comestibile</p> <p>Testarea și validarea produselor inovatoare din subproduse ale lanțului agroalimentar</p> <p>4. Economia circulară și gestionarea resurselor</p>
--	---





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>Aplicarea principiilor economiei circulare în sectorul agroalimentar</p> <p>Optimizarea lanțului valoric al subproducției</p> <p>Evaluarea fezabilității economice a proceselor de reutilizare</p> <p>5. Impactul asupra mediului și durabilitatea proceselor</p> <p>Analiza ciclului de viață al produselor secundare și impactul asupra mediului</p> <p>Implementarea strategiilor de reducere a deșeurilor și a emisiilor de carbon</p> <p>Aplicarea normelor și legislației de mediu privind utilizarea produselor secundare agroalimentare</p> <p>6. Cercetare și inovare în sectorul agroalimentar</p> <p>Dezvoltarea de proiecte de cercetare pentru valorificarea produselor secundare</p> <p>Aplicarea metodelor științifice pentru testarea și validarea soluțiilor inovatoare</p> <p>Publicarea și diseminarea rezultatelor în domeniul agroalimentar</p> <p>7. Managementul calității și siguranței alimentelor</p> <p>Aplicarea metodelor de trasabilitate și control al contaminanților</p> <p>Managementul riscurilor și respectarea reglementărilor legale</p> <p>8. Comunicare și colaborare interdisciplinară</p> <p>Dezvoltarea competențelor necesare pentru a lucra în echipe multidisciplinare</p> <p>Prezentarea și promovarea de soluții inovatoare pentru industrie și consumatori</p>
--	--





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	Crearea de parteneriate între mediul academic și sectorul agroalimentar
Elemente de inovare	<p>Elementele inovării trebuie să integreze tehnologii avansate, concepte de economie circulară și soluții durabile.</p> <p>1. Tehnologii avansate pentru valorificarea subproduselor agroalimentare</p> <p>Biotehnologii emergente: utilizarea enzimelor, microorganismelor și ingineriei genetice pentru a transforma deșeurile în produse cu valoare adăugată.</p> <p>Procese de extracție ecologice: metode ecologice, cum ar fi extracția cu CO₂ supercritic, extracția cu ultrasunete și microfiltrarea pentru recuperarea compușilor bioactivi.</p> <p>Nano și microîncapsularea: protejarea și stabilizarea compușilor bioactivi pentru utilizarea în industria alimentară și farmaceutică.</p> <p>2. Crearea de produse inovatoare din subproduse agroalimentare.</p> <p>Ingrediente funcționale: dezvoltarea de suplimente alimentare, prebiotice și probiotice din subproduse agroalimentare.</p> <p>Materiale pe bază biologică: producția de bioplastice, ambalaje biodegradabile sau textile durabile din deșeuri agroalimentare.</p> <p>3. Sustenabilitate și economie circulară</p> <p>Reciclarea agroalimentară: transformarea subproduselor în produse cu valoare adăugată premium (de exemplu, coji de fructe transformate în pulberi antioxidante).</p> <p>Agricultură fără deșeuri: integrarea sistemelor de producție agricolă care utilizează toate resursele fără a genera deșeuri.</p>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

<p>Impact</p>	<p>„Îmbunătățirea produselor secundare din lanțul agroalimentar prin metode inovatoare și durabile” are un impact multidimensional, influențând durabilitatea mediului, dezvoltarea economică, inovarea tehnologică și educația.</p> <p>1. Impactul asupra mediului</p> <p>Reducerea deșeurilor agroalimentare: încurajează utilizarea eficientă a produselor secundare, reducând deșeurile depozitate în gropi de gunoi și emisiile de gaze cu efect de seră.</p> <p>Promovarea economiei circulare: susține practicile durabile prin transformarea deșeurilor în resurse valoroase.</p> <p>Reducerea poluării: Reduce contaminarea solului, a apei și a aerului prin tehnologii ecologice de gestionare a deșeurilor.</p> <p>2. Impact economic</p> <p>Crearea de noi oportunități de afaceri: încurajează dezvoltarea de start-up-uri și industrii axate pe valorificarea deșeurilor.</p> <p>Reducerea costurilor pentru companiile agroalimentare: ajută întreprinderile să minimizeze costurile de eliminare și să genereze profit din produse secundare.</p> <p>Crearea de locuri de muncă: sprijină ocuparea forței de muncă în industriile ecologice și durabile.</p> <p>3. Progrese tehnologice și științifice</p> <p>Dezvoltarea de tehnici inovatoare de procesare: introduce tehnologii avansate de extracție, fermentare și bioconversie.</p>
---------------	--





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

	<p>Integrarea instrumentelor digitale: utilizează AI, IoT și blockchain pentru eficiență și trasabilitate în utilizarea produselor secundare.</p> <p>Încurajarea cercetării și inovării: promovează studii interdisciplinare pentru îmbunătățirea durabilă a lanțului agroalimentar.</p> <p>4. Impact social și educațional</p> <p>Împuternicirea viitorilor profesioniști: Oferă studenților cunoștințe și competențe în domeniul sustenabilității, inovării și științei alimentelor.</p> <p>Creșterea gradului de conștientizare a publicului: Promovează consumul responsabil și reducerea deșeurilor în societate.</p> <p>Colaborarea cu industria și factorii de decizie: Reduce decalajul dintre mediul academic, industrie și organismele guvernamentale pentru schimbări de politică cu impact.</p>
--	---

Finanțat de Uniunea Europeană. Punctele de vedere și opiniile exprimate aparțin, însă, exclusiv autorilor și nu reflectă neapărat punctele de vedere și opiniile Uniunii Europene sau ale Agenției Naționale pentru Programe Comunitare în Domeniul Educației și Formării Profesionale (ANPCDEFP). Nici Uniunea Europeană și nici ANPCDEFP nu pot fi considerate răspunzătoare pentru acestea.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- Tărâțe și turte de semințe oleaginoase (de exemplu: tărâțe de soia, tărâțe de rapiță, turte de floarea-soarelui) (Fernandez F., 2024)
- Sub-produse de origine animală: obținute din industria procesării cărnii, lactatelor și peștelui.
 - Făină de carne și oase, organe, sânge, colagen, gelatină (Gómez-García, R. și colab., 2021)
 - Zer provenit din procesarea lactatelor (Anal & Panesar, 2021)
 - Deșeuri din industria piscicolă (capete, oase, piele, viscere) (Fernandez, 2024).

1.2. Clasificare în funcție de compoziție

- Subproduse bogate în carbohidrați: tescovină de fructe, tărâțe de cereale, coji de cartofi (Difonzo și colab., 2022)
- Subproduse bogate în proteine: făină din semințe oleaginoase, deșeuri din pește, reziduuri din prelucrarea cărnii (Anal & Panesar, 2021)
- Subproduse bogate în lipide: ulei de gătit uzat, subproduse din ulei de pește (Gomez-Garcia, 2021)
- Subproduse bogate în fibre: coji, coji de fructe, biomasă lignocelulozică (Fernandez, 2024)
- Subproduse bogate în compuși bioactivi: tescovină de struguri bogată în polifenoli, coji de roșii bogate în carotenoizi (Gomez-Garcia, 2021)

1.3. Clasificare în funcție de compoziție

- Sub-produse bogate în carbohidrați: tescovină de fructe, tărâțe de cereale, coji de cartofi (Difonzo și colab., 2022)
- Sub-produse bogate în proteine: făină din semințe oleaginoase, deșeuri din pește, reziduuri din prelucrarea cărnii (Anal & Panesar, 2021)





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- Sub-produse bogate în lipide: ulei de gătit uzat, subproduse din ulei de pește (Gomez-Garcia, 2021)
- Sub-produse bogate în fibre: coji, coji de fructe, biomasă lignocelulozică (Fernandez, 2024)
- Sub-produse bogate în compuși bioactivi: tescovină de struguri bogată în polifenoli, coji de roșii bogate în carotenoizi (Gomez-Garcia, 2021)

1.4. Clasificare în funcție de potențialul de utilizare

- *Aplicații alimentare și furajere:*
 - Ingrediente funcționale pentru industria alimentară (fibre alimentare, antioxidanți) (Difonzo și colab., 2022)
 - Furaje pentru animale (turte de semințe oleaginoase, deșeuri de pește) (Anal & Panesar, 2021)
- *Producerea de bioenergie și biocombustibili:*
 - Producerea de biogaz prin digestie anaerobă a deșeurilor organice (Triviño-Pineda, A.-S., 2024)
 - Obținerea bioetanolului și biodieselului din biomasă lignocelulozică și uleiuri uzate (Mujtaba, M., 2023)
- *Biopolimeri și ambalaje biodegradabile:*
 - Extracția de bioplastice (de exemplu: amidon, chitosan, celuloză) (Inayatul M., 2025)
- *Utilizări farmaceutice și cosmetice:*
 - Extracția de compuși bioactivi (polifenoli, flavonoide, proteine) (Fernandez, 2024)
- *Compostare și ameliorarea solului:*
 - Obținerea de îngrășăminte organice și amelioratori de sol (de exemplu: deșeuri compostate de fructe și legume) (Difonzo și colab., 2022)

1.5. Clasificare în funcție de metodele de procesare





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- Procesare mecanică (măcinare, frezare, presare) (Anal & Panesar, 2021)
- Procesare biologică (fermentare, hidroliză enzimatică) (Gómez-García, R. și colab., 2021)
- Procesare chimică (extracție cu solvenți, hidroliză acidă/alcalină) (Fernandez, 2024)
- Procesare termică (uscare, piroliză, torrefiere) (Difonzo și colab., 2022).

Capitolul 2. Cunoștințe tehnice privind sub-produsele rezultate în lanțul agroalimentar din fiecare țară - sursa de generare, cantitatea anuală generată și impactul asupra mediului, climei și resurselor durabile

Pierderile rezultate din activitățile de procesare și producție din sectorul agroalimentar sunt estimate a reprezenta aproximativ 30–80% din randamentul total, contribuind la generarea a până la 1,3 miliarde de tone metrice de deșuri alimentare anual (Brennan, 2024), conform reprezentării din Figura 1. Potrivit lui Rațu, R.N. și colab. (2023), sub-produsele agroalimentare pot fi clasificate în funcție de etapa lanțului alimentar în care sunt generate, după cum este ilustrat în Figura 2.:

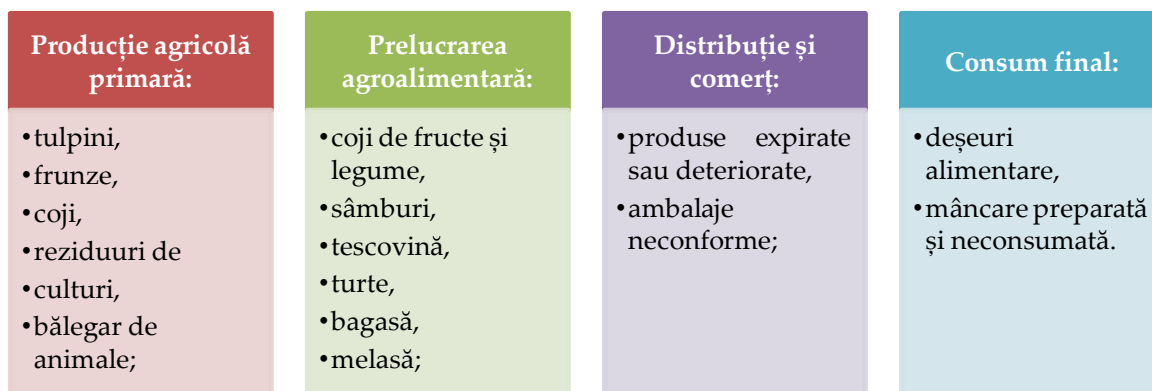


Figura 2: Clasificarea subproduselor agro-alimentare

Aproximativ o treime din totalul alimentelor produse la nivel global este pierdută sau risipită





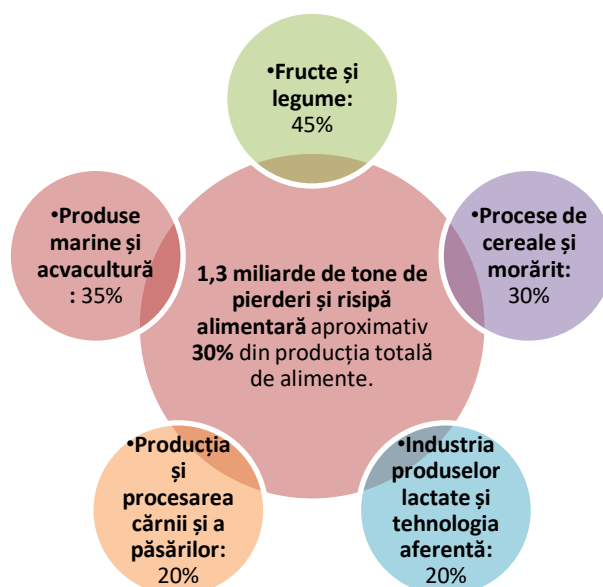
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

de-a lungul lanțului de aprovizionare. Procesarea cerealelor reprezintă un factor major care contribuie la pierderile alimentare globale, fiind estimat că aproximativ 35% din producția de cereale este pierdută sau risipită pe parcursul lanțului de aprovizionare, aceasta reprezentând 12,9% din totalul deșeurilor alimentare la nivel mondial (Sharma și colab., 2025; Fărcaș și colab., 2022).

Aceste pierderi se manifestă în diverse etape, incluzând fazele pre-recoltare și post-recoltare, manipularea și depozitarea necorespunzătoare, degradarea cauzată de contaminarea cu micotoxine, precum și risipa generată la nivelul consumatorului final (Sharma și colab., 2025). O analiză cuprinzătoare realizată de Joint Research Centre (JRC) indică faptul că primele șapte state membre ale Uniunii Europene — Franța, Germania, Polonia, Italia, Spania, Regatul Unit și România — sunt responsabile pentru aproximativ 75% din totalul producției de reziduuri agricole din UE-28 (circa 323 milioane de tone anual), provenite în principal din culturi de cereale, plante oleaginoase și culturi perene (publications.jrc.ec.europa.eu).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Figura 2.1. Estimarea pierderilor și risipei alimentare anuale la nivel global, pe principalele sectoare (adaptată și modificată după Brennan și colab., 2024)

Tabelul 1 prezintă principalele sub-produse identificate în România, Spania și Italia, sursa lor de generare, impactul asupra mediului și cantitățile generate anual la nivel mondial, precum și oportunitățile lor de valorificare.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Tabelul 1. Principalele sub-produse identificate în România, Spania și Portugalia

Sub-produs	Sursa de generare	Volum anual estimat	Impactul asupra mediului	Posibilități de valorificare	Referințe bibliografice
Reziduuri rezultate din culturi	Recoltarea, procesele de măcinare, procesul de curățare a boabelor și procesul de pretratare hidrotermică a orezului	~7,7 miliarde t/an (82,6% din biomasa globală recoltată)	Emisii de gaze cu efect de seră prin ardere deschisă; eroziunea solului; poluarea cu particule	Cărbune bio, biofertilizatori, bioenergie lignocelulozică, biogaz	Lefavre și colab., 2023, Fărcas și colab., 2022
Subprodus rezultat în procesarea berii	Procesul de fabricare a berii	~40 de milioane de tone pe an la nivel mondial	Emisii de metan/CO ₂ rezultate din descompunere	Ingrediente proteice/fibroase; utilizare în producția alimentară (produse de patiserie, pâine, biscuiți, musli, extrudate), biogaz, ambalaje alimentare, bioplastice – polihidroxialcanoate (PHA); bioetanol, furaje pentru animale	Chetrariu 2020, Petit și colab., 2020,





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Sub-produse rezultate la procesarea fructelor și legume	Manipularea postrecoltare, ineficiențele de transport, standardele de calitate	~1.3 miliarde t/an	Metan din depozitele de deșeuri; pierderea nutrienților prin levigare	Aplicații industriale (industria textilă, industria chimică, energie regenerabilă, industria sănătății, industria alimentară), pigmenți naturali, încapsulare	Rapa și colab., 2024, Ramzan și colab., 2025, Ingale și colab., 2025
Subprodus rezultat la extracția uleiului de măsline	Procesul de extracție a uleiului de măsline	~40 milioane t/an (preponderent în UE)	Contaminarea solului și a apei prin compuși fenolici, care le conferă proprietăți non-biodegradabile și fitotoxice	Extracte bioactive; oligozaharide prebiotice; cărbune bio și bioenergie în industria alimentară, cosmetică, tratarea apelor uzate, farmaceutică; materiale pentru ambalaje alimentare; suplimente alimentare pentru oameni și animale	Gomez-Cruz și colab., 2023; Enaine și colab., 2023; Fotiadou și colab., 2024, Loschi și colab., 2024
Sub-produse rezultate în vinificație	Procesul tehnologic de vinificație	~14 milioane t/an	Încărcare ridicată cu compuși fenolici afectând calitatea solului și a apei; cantități semnificative de ape uzate (deșeuri lichide), contaminarea apelor subterane	Extracția polifenolilor, acidului tartric și a fibrelor alimentare; producția de extract de drojdie din vin cu sedimente; digestie anaerobă pentru obținerea biogazului; filme de ambalare îmbogățite cu compuși bioactivi, bioplastice, adsorbenți metalici, furaje pentru animale (rumegătoare)	Karastergiou și colab., 2024; Matias și colab., 2025





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

			cu risc pentru populația umană și acvatică		
Reziduuri de citrice	Procesarea citricelor (sucuri, gemuri, diverse formulări pe bază de fructe)	~15–25 milioane t/an 56 milioane t/an – industriile de procesare a fructelor din UE, din care 2,5 milioane t/an portocale	Reziduuri acide; toxicitatea limonenei; valori ridicate ale COD/BOD, pH scăzut	D-limonen; pectină; flavonoide; biopolimeri, ambalaje active sub formă de filme, posibil substituit pentru plastic, industria alimentară, producția de bioetanol, furaje pentru animale	Manakas și colab., 2025; Rawat și colab., 2024; Andrade și colab., 2023
Sub-produse din industria cafelei	Industria cafelei	~ 10 milioane t de reziduuri din coajă de cafea	Emisie de metan și CO ₂ , contribuind la încălzirea globală; compuși fitochimici toxici	Biosorbți pentru tratarea apei, ingredient alimentar, cosmetică, fertilizant, bioetanol, biomasă, cărbune bio, ambalaje alimentare	(Choe, 2025; Costa și colab., 2025; Oliveira și colab., 2021; Tamilselvan și colab., 2024)
Pulpa de mere (reziduu rezultat în urma procesării merelor)	Procesarea merelor (suc, gem, oțet, cidru)	~ 4 milioane t/an	Degradare prin umiditate ridicată; valori ridicate ale COD în apele uzate	Pectină; polifenoli; fibre alimentare; oțet; matrice probiotice, biogaz, acid propionic, bioetanol, industria farmaceutică, industria alimentară	Vlad și colab., 2022, Farcas și colab., 2022,





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

					Pascoalino și colab., 2025
Sub-produse din prune	Procesarea prunelor (suc, nectar, gem, prune uscate, băuturi alcoolice și nealcoolice)	≈ 5–8 milioane t/an	Levigare bogată în compuși fenolici; toxicitate asupra semințelor	Uleiuri bioactive; filme comestibile din proteine de sămbure, industrii cosmetică, farmaceutică și alimentară, biocombustibil	Aaqib Sheikh și colab., 2023, Ahmed și colab., 2023, Rodríguez-Blázquez și colab., 2024, Katnic și colab., 2022.

GES – gaze cu efect de seră; COD – cerință chimică de oxigen; BOD – cerință biologică de oxygen





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Capitolul 3 – Legislația națională și europeană privind valorificarea și depozitarea produselor secundare din lanțul agroalimentar

Reducerea și prevenirea risipei alimentare sunt tot mai des recunoscute ca metode importante și eficiente de diminuare a amprentei ecologice a sistemului alimentar și de realizare a unui sistem alimentar durabil și rezilient, contribuind astfel la securitatea alimentară și nutrițională globală (Wunder et al., 2018).

Este bine cunoscut faptul că industriile alimentare generează cantități foarte mari de produse secundare care au o compoziție predominant lignocelulozică, rezultate din prelucrarea berii, vinului, trestiei de zahăr, cafelei, legumelor și fructelor, printre altele, care sunt, în general, respinse ca deșeuri și adesea considerate poluanți ai mediului. Aceste produse secundare alimentare includ o gamă largă de coji, semințe, tulpini, rădăcini, resturi de pulpă, bagasă și pleavă, care, în ciuda valorii lor nutritive, sunt încă respinse de către industrie (Gómez-García et al., 2021).

La nivel global, eliminarea și gestionarea necorespunzătoare a produselor secundare agroalimentare au demonstrat un impact negativ asupra mediului, precum și asupra sectoarelor sociale și economice (Gómez-García et al., 2021). Pe lângă costurile sociale și economice ridicate, pierderile și risipa alimentară contribuie la schimbările climatice, având o amprentă globală de carbon de aproximativ 8% din totalul emisiilor antropice globale de gaze cu efect de seră, și reprezintă o irosire a resurselor limitate, precum terenurile, energia și apa (Wunder et al., 2018).

În acest context, mediul este poluat prin emisiile de gaze cu efect de seră, deoarece aceste materiale organice sunt adesea eliminate pur și simplu în gropi de gunoi sau incinerate, pentru a se evita acumularea de microorganisme, paraziți și dăunători (Gómez-García et al., 2021).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Mai mult, strategiile actuale de gestionare a deșeurilor alimentare – inclusiv depozitarea la groapa de gunoi, incinerarea, compostarea și utilizarea ca hrană pentru animale – nu sunt considerate durabile sau ecologic favorabile. Aceste strategii de gestionare implică și sectorul social, întrucât unele boli respiratorii pot apărea ca urmare a poluanților toxici eliberați în aer, reducând astfel calitatea vieții umane (Gómez-García et al., 2021).

Pe de altă parte, din punct de vedere economic, conceptul de economie circulară a promovat strategii adecvate pentru gestionarea și valorificarea acestor produse secundare, cu scopul de a reduce poluarea și de a stimula o creștere bioeconomică durabilă în diverse industrii, prin proiectarea și crearea unor noi surse de venit. Astfel de îmbunătățiri pot fi realizate printr-o valorificare completă a acestor biodeșeuri alimentare, deoarece acestea păstrează un conținut ridicat de molecule bioactive cu valoare adăugată, care pot fi extrase și utilizate ca materii prime industriale noi, având numeroase aplicații bioactive demonstrate (Gómez-García et al., 2021).

Produsele secundare (sub-produsele) alimentare reprezintă o sursă importantă de compuși bioactivi utili, fibre alimentare, acizi grași și proteine, care au un potențial ridicat în dezvoltarea de noi produse alimentare și în promovarea economiei circulare și a sustenabilității (Knežević N. et al., 2021).

Uniunea Europeană, prin inițiative precum Pactul Verde European (European Green Deal) și Strategia „De la fermă la consumator” (Farm to Fork Strategy), a încercat să abordeze aceste provocări prin încurajarea practicilor agricole durabile. În ciuda acestor eforturi, implementarea cu succes a acestor politici se confruntă cu două provocări semnificative: o reglementare insuficientă în anumite domenii și o reglementare excesiv de strictă în altele. Pe de o parte, absența unor cadre legislative clare și standardizate privind recuperarea deșeurilor agricole a împiedicat integrarea completă a reziduurilor agroalimentare în economia circulară (Nicastro R. et al., 2024).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Deșeurile agricole, care includ biomasa reziduală provenită din producția și procesarea alimentelor, reprezintă o resursă neexploată pentru obținerea de produse bio, precum bioenergie, bioplastice și bio-îngrășăminte. În ciuda potențialului promițător al acestor produse, cadrele de reglementare, precum Directiva UE 2008/98/CE privind deșeurile, s-au confruntat cu dificultăți în furnizarea unor orientări clare pentru recuperarea acestor materiale (Nicastro R. et al., 2024).

3.1. Cadrul politic european privind valorificarea și depozitarea sub-produselor rezultate din lanțul agro-alimentar

Ø Regulamentul (UE) 2017/625

Acest regulament stabilește normele privind controalele oficiale de-a lungul lanțului agroalimentar, pentru a asigura respectarea legislației în domeniul siguranței alimentare, sănătății animalelor și sănătății plantelor.

Ø Regulamentul (UE) 2019/1009

Acest regulament oferă un cadru juridic pentru anumite produse recuperate, precum struvitul și biocărbunele (biochar), însă este necesară o legislație mai cuprinzătoare pentru alte materiale de origine biologică.

Ø Directiva 2008/98/CE privind deșeurile

Această directivă promovează ierarhia gestionării deșeurilor, încurajând prevenirea, reutilizarea, reciclarea și valorificarea energetică, și stabilește cerințele pentru gestionarea deșeurilor alimentare, inclusiv în sectorul agroalimentar.

Pachetul privind economia circulară (2018)

- Include modificări legislative menite să promoveze reutilizarea și reciclarea, în special în sectorul agroalimentar.
- Obiectiv: reducerea risipei alimentare cu 50% până în anul 2030.

27



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Economia circulară reprezintă un element-cheie al strategiei Uniunii Europene pentru creștere durabilă. Aceasta se concentrează pe reducerea deșeurilor, reutilizarea materialelor și îmbunătățirea eficienței utilizării resurselor. În cadrul Pactului Verde European, Planul de acțiune pentru economia circulară are ca scop închiderea buclelor materiale și reducerea dependenței de resursele finite. Această abordare nu doar că sprijină obiectivele de mediu, dar stimulează și inovația, creează locuri de muncă și consolidează economia Uniunii Europene, contribuind la atingerea neutralității climatice până în 2050. Totuși, întârzierea adoptării unor acțiuni legislative clare a îngreunat tranziția către practici agricole durabile, în special în ceea ce privește cadrele de reglementare care susțin modelele economiei circulare în agricultură (Nicastro R. et al., 2024).

3.2. Legislația națională din România privind valorificarea și depozitarea sub-produselor rezultate din lanțul agroalimentar

Ø Legea nr. 211/2011 privind regimul deșeurilor

Legea nr. 211/2011 a fost abrogată prin Ordonanța de Urgență nr. 92/2021, care transpune cerințele Directivei 2008/98/CE privind deșeurile și ale Directivei (UE) 2018/851. În baza acestei legi, produsele secundare sunt definite ca substanțe sau obiecte rezultate dintr-un proces de producție al cărui scop principal nu este obținerea acestora, dar care îndeplinesc anumite condiții, precum: existența unei utilizări ulterioare certe și legale, posibilitatea utilizării fără o prelucrare suplimentară, alta decât cea normală în practică industrială.

Ø Legea nr. 217/2016 privind diminuarea risipei alimentare

Legea nr. 217/2016 reglementează măsurile pentru prevenirea și reducerea risipei alimentare în lanțul agroalimentar. Operatorii economici din sectorul agroalimentar au





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

obligăția de a adopta măsuri pentru prevenirea risipei alimentare în toate etapele producției, procesării, depozitării, distribuției și comercializării produselor alimentare.

Măsurile prevăzute includ:

- Vânzarea produselor aflate aproape de data expirării la un preț redus;
- Transferul alimentelor prin donație sau sponsorizare pentru consum uman;
- Direcționarea sub-produselor care nu sunt destinate consumului uman către unități de procesare autorizate;
- Transformarea sub-produselor agroalimentare devenite improprie consumului uman sau animal în compost sau biogaz;
- Direcționarea produselor rămase după parcurgerea etapelor anterioare către unități autorizate de neutralizare.

Această lege a fost modificată prin Legea nr. 49/2024.

Legea nr. 49/2024, adoptată în martie 2024, introduce obligația pentru toți operatorii din sectorul agroalimentar de a adopta măsuri concrete de prevenire a risipei alimentare, în vederea atingerii obiectivului de reducere a risipei alimentare cu 50% până în anul 2030.

Ø Legea nr. 249/2015 privind gestionarea ambalajelor și a deșeurilor de ambalaje

Legea nr. 249/2015 reglementează gestionarea ambalajelor și a deșeurilor de ambalaje, stabilind măsuri pentru prevenirea generării de deșeuri, reutilizarea ambalajelor, reciclarea și alte forme de valorificare a acestora. Operatorii economici din sectorul agroalimentar au responsabilitatea de a colecta și valorifica deșeurile de ambalaje generate, inclusiv prin reciclare sau reutilizare, în conformitate cu principiile economiei circulare.

Ø Hotărârea Guvernului nr. 51/2019

Hotărârea Guvernului nr. 51/2019 aprobă Normele metodologice de aplicare a Legii nr. 217/2016. Aceste norme stabilesc măsurile pentru prevenirea risipei alimentare în lanțul agroalimentar și responsabilitățile operatorilor economici în acest sens. De asemenea, ele





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

prevăd obligația operatorilor economici de a implementa cel puțin două măsuri de prevenire a risipei alimentare înainte de a dispune neutralizarea deșeurilor alimentare generate.

Legea nr. 217/2016 și modificările aduse prin Legea nr. 49/2024 sunt în concordanță cu reglementările europene privind gestionarea produselor secundare din lanțul agroalimentar. Acestea promovează prevenirea risipei alimentare, protejarea sănătății publice și animale și susțin tranziția către o economie circulară în sectorul agroalimentar.

Ø Ordinul nr. 168/2023 al Autorității Naționale Sanitare Veterinare și pentru Siguranța Alimentelor (ANSVSA)

Acest ordin reglementează controlul oficial al unităților care procesează, depozitează, transportă, valorifică și comercializează produse de origine non-animală, în conformitate cu reglementările europene privind igiena alimentelor și controalele oficiale.

Ø Ordonanța de Urgență nr. 92/2021 privind regimul deșeurilor

Ordonanța de Urgență nr. 92/2021 reglementează gestionarea deșeurilor în România, inclusiv în sectorul agroalimentar. Aceasta impune operatorilor economici din domeniul agroalimentar obligația de a adopta măsuri pentru prevenirea risipei alimentare, acordând prioritate utilizării produselor alimentare pentru consumul uman, iar în cazul în care acest lucru nu este posibil, pentru hrana animalelor sau pentru valorificarea prin compostare ori producerea de biogaz.

3.3. Legislația națională a Portugaliei privind valorificarea și depozitarea produselor secundare din lanțul agroalimentar

Tabelul 2 prezintă principalele acte legislative naționale din Portugalia.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Directive (Decret-lege)	Data	Scopul	Domeniu	Referințe
Decret- Lege nr. 102- D/2020 Noul Regim General de Gestionare a Deșeurilor (nRGGR)	1 0 Dec 2020	Waste management and by-product valorization	-Definește criteriile de clasificare a produselor secundare (Art. 5); -Prevede depozitarea separată și utilizarea ulterioară prevăzută a acestora; -Permite valorificarea prin compostare, digestie anaerobă, hrană pentru animale și recuperare energetică.	https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/102-d-2020-150908012
Decretul de Lege 152- D/2017	1 1 dec 2017	Regimul consolidat sistemelor gestionare deșeurilor	Reglementează fluxul de deșeuri organice, inclusiv deșeurile de ambalaje și biodeșeurile; Impune colectarea separată și posibilitatea valorificării deșeurilor biodegradabile din sectorul agroalimentar.	https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/152-d-2017-114337042

3.4. Legislația națională a Spaniei privind valorificarea și depozitarea produselor secundare din lanțul agroalimentar

Tabelul 3 evidențiază principalele acte legislative naționale din Spania

Cadrul legislativ	Data	Scopul	Domeniul	Official Reference (BOE)
Legea 7/2022, din 8 aprilie	8 Apr 2022	Deșeuri și soluri contaminate pentru o economie circulară	Definește termenii „produs secundar” și „sfârșitul statutului de deșeu”; stabilește ierarhia gestionării deșeurilor	https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-5809
Decretul 1528/2012, din 8 noiembrie	8 Nov 2012	Produse secundare de origine animală care nu sunt destinate consumului uman	Transpune Regulamentul (CE) nr. 1069/2009; reglementează colectarea, depozitarea și utilizarea produselor secundare de origine animală	https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2012-14165





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Ordinul TED/92/2022, din 8 februarie	8 Feb 2022	Clasificarea reziduurilor de tescovină de măsline ca produse secundare	Stabilește condițiile administrative pentru declararea reziduurilor provenite din fabricile de ulei de măsline ca produse secundare (neconsiderate deșeuri)	https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2022-2328
Legea 1/2025, din 1 aprilie	1 Apr 2025	Prevenirea și valorificarea pierderilor și risipei alimentare	Creează cadrul legislativ pentru reducerea, separarea și valorificarea pierderilor și surplusurilor agroalimentare	https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2025-6597

Capitolul 4. Strategiile actuale utilizate în fiecare țară pentru valorificarea produselor secundare din lanțul agroalimentar

România a dezvoltat și implementează în mod activ strategii pentru valorificarea produselor secundare provenite din lanțul agroalimentar, având ca obiective principale reducerea deșeurilor, promovarea sustenabilității și sprijinirea economiei circulare.

O strategie esențială constă în extragerea compușilor bioactivi valoroși (precum polifenoli, vitamine, antioxidanți etc.) din produsele secundare agroalimentare, susținând astfel utilizarea subproduselor precum tescovina de mere sau coaja de castan în aplicații cu valoare adăugată ridicată. Această direcție strategică a fost implementată în perioada 2017–2023 în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Științe Biologice (INCDSB), România. Proiectul a facilitat transferul de cunoștințe și tehnologii de la institutul de cercetare către întreprinderile mici și mijlocii (IMM-uri), în special din domeniile agriculturii și industriei agroalimentare, producătorilor de fitofarmaceutice, suplimente nutriționale, băuturi naturale, precum și fabricanților de echipamente pentru extracția biomasei (<https://proiecte.incdsb.ro/FITOCOMP/#scop>).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Un exemplu concret de valorificare inovatoare a produselor secundare agroalimentare în România este reprezentat de mai multe proiecte recente. Unul dintre acestea, raportat de Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din București (USAMV București), are ca scop elaborarea unui Cod de bune practici pentru procesarea alimentelor în produse deshidratate și aditivi sau coloranți naturali, concentrându-se pe crearea de extracte și pulberi obținute din coji de fructe, pulpe sau fructe întregi neutilizate, pentru a reduce risipa și a crește competitivitatea furnizorilor.

Rezultatele proiectului includ, de asemenea, sesiuni de instruire pentru fermieri și procesatori, precum și activități de diseminare prin ateliere de lucru, conferințe și platforme specializate. Echilibrul geografic al participanților la acest proiect, proveniți din Europa Centrală, de Est, de Nord și de Sud, va asigura relevanța proiectului atât la nivelul Uniunii Europene, cât și dincolo de granițele acesteia (SUSORGPLUS, 2025 <https://www.susorgplus.eu/about>).

Începând cu ianuarie 2025, proiectul METROFOOD-RO EVOLVE construiește o infrastructură solidă de cercetare și testare în domeniul valorificării produselor secundare, iar proiectul ADER 16.1.2 operaționalizează aceste oportunități printr-un sistem de certificare One Health. Proiectul este finanțat prin Planul Strategic pentru Agricultură și Dezvoltare Rurală (ADER) și se concentrează pe dezvoltarea unui sistem național de certificare pentru produse și furaje, în spiritul conceptului One Health – care integrează sănătatea umană, animală și a mediului. Ambele proiecte, derulate de către Institutul de Bioresurse Alimentare (IBA) București, reprezintă pași importanți către o valorificare durabilă, inovatoare și reglementată a resurselor de produse secundare agroalimentare din România (<https://bioresurse.ro/blogs/media/conferin%C8%9Ba-lansarea-proiectului-metrofood-ro-evolve-29-ianuarie-2025>)





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Un alt proiect derulat în perioada 2021–2023, intitulat „Sistem de bioconversie eco-sustenabil pentru valorificarea completă a borhotului de malț”, are ca scop dezvoltarea unui sistem inovator și ecologic de bioconversie destinat valorificării integrale a borhotului de bere (BSG) – unul dintre cele mai abundente produse secundare din industria berii (<https://ancafarcas.wixsite.com/sustainable-pce/disemination-2021-2023>).

Sprijinul financiar și strategic este oferit prin instrumente precum Programul Național de Dezvoltare Rurală (PNDR) — în special Submăsura 4.2 — și Planul Național Strategic pentru Agricultură și Dezvoltare Rurală 2023–2027. Aceste programe oferă finanțare pentru tehnologii și infrastructuri dedicate procesării și reutilizării produselor secundare agroindustriale, sprijinind în mod direct valorificarea acestora în cadrul economiei circulare.

(<https://www.madr.ro/planul-national-strategic-pac-post-2020.html>). În cele din urmă, contextul politic mai amplu este definit de Hotărârile de Guvern nr. 870/2013 și nr. 942/2017, care stabilesc strategia integrată a României pentru gestionarea deșeurilor, recunoscând în mod explicit rolul reziduurilor provenite din agricultură și din sectorul alimentar în atingerea obiectivelor de sustenabilitate (<https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/196382>).

În Spania, CARTIF este un centru privat, non-profit, de cercetare aplicată, înființat în anul 1994 în cadrul Universității din Valladolid. Misiunea sa principală este de a oferi soluții inovatoare, interdisciplinare, care să îmbunătățească procesele, sistemele și produsele industriale, sporind competitivitatea și stimulând crearea de noi oportunități de afaceri. Pe de altă parte, proiectul AGROALNEXT, finanțat prin fondurile NextGenerationEU, include o tematică intitulată „Utilizarea completă a deșeurilor agroalimentare și aplicarea acesteia în dezvoltarea ambalajelor alimentare biodegradabile active (RES4PACK)”. În cadrul acestui proiect, cercetătorii de la Universitatea Politehnică din Valencia valorifică cojile de migdale și tulpinile de struguri rezultate din procesul de vinificație pentru a obține extracte bioactive antioxidante și antimicrobiene, precum și materiale celulozice pentru ambalaje alimentare





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

active — contribuind astfel la atingerea obiectivelor economiei circulare. Un alt proiect relevant este 3P-PACK – Ambalaje activ compostabile realizate din coajă de banană pentru ambalarea produselor alimentare, bazat pe valorificarea produselor secundare din lanțul agroalimentar (<https://foodupv.webs.upv.es/proyectos-realizados/>).

În **Portugalia**, grupul Sovena integrează producția de ulei de măsline cu producția de biodiesel și cu valorificarea produselor secundare. Tescovina de măsline și semințele sunt utilizate pentru extracția de compuși bioactivi sau sunt transformate în bioenergie, în timp ce grupul Cerealis se implică în valorificarea cojilor și tărâțelor de cereale, utilizându-le în ingrediente bogate în fibre, furaje sau aplicații energetice.

Proiecte precum FeedValue (INIAV), IntegraValor, Centre BIO: Bioindustrii, Biorefinării și Bioproduse, VALOR+ și CircularTech reprezintă doar câteva dintre inițiativele care urmăresc susținerea valorificării lanțului agroalimentar (<https://blc3.pt/projects.php>).

Capitolul 5. Evaluarea compoziției chimice și a potențialului nutrițional al sub- produselor

Industria agroalimentară este unul dintre sectoarele care generează cele mai mari cantități de deșeuri organice. Multe dintre aceste produse secundare (sau sub-produse) au o compoziție nutrițională bogată, conținând compuși bioactivi, nutrienți esențiali și fibre, însă sunt adesea eliminate fără a fi recuperate, ceea ce contribuie la degradarea mediului și la risipirea resurselor naturale. Conform Organizației Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO, 2014), o cantitate semnificativă de alimente este pierdută sau irosită la nivel global de-a lungul lanțului de aprovizionare.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Adoptarea practicilor de gestionare durabilă, care acordă prioritate prevenirii risipei, minimizării pierderilor și valorificării sub-produselor și coproductelor secundare, este esențială pentru atingerea obiectivelor Agendei 2030 pentru Dezvoltare Durabilă. Astfel de abordări promovează sustenabilitatea sistemelor alimentare, contribuie la reducerea malnutriției și stimulează creșterea economică prin optimizarea utilizării resurselor naturale (Gómez-García et al., 2021; Despoudi et al., 2021).

În acest context, cercetarea științifică și tehnologică, desfășurată în colaborare cu companiile din sectorul agroindustrial, joacă un rol central în caracterizarea și valorificarea deșeurilor agroindustriale, având ca scop reintegrarea lor sigură și eficientă în lanțul alimentar (Leong & Chang, 2022; Özcan et al., 2023; Ritika et al., 2024).

Sub-produse generate în urma producției de ulei de măsline

Producția de ulei de măsline generează volume mari de produse secundare, care au un impact semnificativ asupra mediului, în special în țările mediteraneene. Principalele reziduuri sunt tescovina de măsline, apele de spălare și reziduurile solide, precum frunzele și ramurile rezultate din procesul tehnologic. Tescovina de măsline, formată din coji, pulpă și sâmburi rămași după extracția uleiului, conține niveluri ridicate de compuși fenolici, fibre alimentare solubile și insolubile și acizi grași bioactivi. Studii recente au demonstrat proprietățile antioxidante, antiinflamatoare și antimicrobiene ale acesteia, motiv pentru care este considerată un ingredient funcțional promițător pentru utilizare în alimente, suplimente nutriționale și produse cosmetice (Nunes et al., 2018; Nunes et al., 2019; Nunes et al., 2021; Sousa et al., 2023).

Totuși, apele reziduale rezultate din procesul de extracție sunt bogate în compuși fenolici și prezintă o încărcătură organică ridicată, constituind o provocare majoră pentru mediu. Cu toate acestea, ele au fost investigate ca posibilă sursă de antioxidanți naturali, utilizabili în industria alimentară, cosmetică și farmaceutică (Nunes et al., 2016). În plus,





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

digestia anaerobă poate fi utilizată pentru producerea de biogaz și transformarea acestor efluenți în surse alternative de energie (Hamdi, 1996; Bani Kheiredine et al., 2022; Vaz et al., 2024).

Deșeurile lignocelulozice, cum ar fi frunzele și ramurile, pot fi valorificate prin extracția de compuși bioactivi, precum oleuropeina și alți polifenoli, utilizați tradițional în medicina naturală și integrați în prezent în produse nutraceutice. De asemenea, compostarea reprezintă o metodă viabilă de producere a îngrășămintelor organice (Erbay & Icier, 2010; Yangui et al., 2021; Michailides et al., 2011).

Sub-produse generate în urma producției de vin

Producția de vin generează volume ridicate de deșeuri, inclusiv tescovină de struguri (formată din pielețe și semințe), în special în țări producătoare precum Portugalia, Franța, Italia și Spania. Compoziția acestor produse secundare variază în funcție de soiul de struguri, tipul de vin și procesul tehnologic utilizat.

Tescovina provenită din producția de vin roșu conține, de regulă, o concentrație mai ridicată de compuși fenolici, datorită contactului prelungit al mustului cu pielețele în timpul fermentației. Cei mai importanți dintre acești compuși sunt flavonoidele, antocianinele, proantocianidinele și acizii fenolici, care conferă o activitate antioxidantă ridicată (García-Lomillo & González-SanJosé, 2017; Ilyas et al., 2021).

Semințele de struguri sunt deosebit de valoroase datorită conținutului lor lipidic, reprezentând o sursă importantă de uleiuri bogate în acizi grași nesaturați, precum acidul linolenic, oleic și palmitic. Aceste uleiuri au proprietăți emoliente și beneficii demonstrate asupra sănătății cardiovasculare. Pentru aceste uleiuri, dar și pentru extractele fenolice obținute din semințe, au fost identificate aplicații promițătoare în industriile alimentară, cosmetică și farmaceutică. Acestea prezintă efecte anti-obezitate, hipolipemice, antimicrobiene, precum





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

și proprietăți de reglare a microbiotei intestinale (Ferreira & Santos, 2022; Yang et al., 2021; Liu et al., 2020; Talebi et al., 2023; Ajit et al., 2021; Unusan, 2020).

Sub-produse generate în urma procesării fructelor

Procesarea industrială a fructelor generează diferite tipuri de sub-produse organice, precum coji, pulpă, semințe și ciorchini, care au un potențial semnificativ de utilizare în domeniul alimentar și tehnologic. În special, cojile sunt bogate în polizaharide, compuși fenolici și fibre alimentare cu activitate antioxidantă (Nirmal et al., 2023; Teshome et al., 2023; Fierascu et al., 2020).

Printre compușii de interes se află pectina, un polizaharid structural cu proprietăți gelifiante, emulgatoare și stabilizatoare, utilizat pe scară largă în industria alimentară, cosmetică și farmaceutică. Studii recente au identificat surse alternative de pectină în cojile de pepene galben, kiwi și rodie, randamentele obținute fiind comparabile cu cele ale surselor comerciale tradiționale (portocală și măr) (Güzel & Akpınar, 2019; Picot-Allain et al., 2020; Frosi et al., 2023).

Pe lângă pectină, deșeurile citrice conțin cantități importante de zaharuri, acizi organici, aminoacizi, proteine, uleiuri esențiale, flavonoide și vitamine. Aceste produse secundare au fost utilizate cu succes în dezvoltarea alimentelor funcționale, precum iaurturile probiotice, care prezintă beneficii microbiologice și sunt bine acceptate de consumatori (Sharma et al., 2017; Dosoky & Setzer, 2018; Dias et al., 2020).

Sub-produse generate în urma procesării boabelor de cafea

Cafeaua este una dintre cele mai consumate și apreciate băuturi la nivel mondial. Calitatea acesteia este determinată de o serie de factori, precum soiul botanic, originea geografică, metodele de procesare și condițiile de depozitare. Pe parcursul diferitelor etape de prelucrare a boabelor de cafea — în special în timpul recoltării, procesării și prăjirii — sunt generate numeroase produse secundare cu potențial ridicat de valorificare.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

În cadrul procesării boabelor de cafea sunt identificate diverse sub-produse agroindustriale, printre care: boabele imature sau defecte, rezultate din procesele de sortare și spălare; pulpa (mesocarp) și învelișul pergamentar (pergaminho) numit și endocarp, asociate metodei de procesare umedă; cojile (exocarpul sau epicarpul) obținute prin metoda uscată; pelicula argintie (silver skin), eliberată în timpul prăjirii; și, în final, zațul de cafea, rezultat în momentul preparării băuturii (Alves et al., 2017; Murthy & Naidu, 2012). Dintre aceste produse secundare, pulpa de cafea se remarcă prin conținutul ridicat de compuși bioactivi, fibre și cofeină, care îi conferă proprietăți antioxidante și efecte benefice asupra parametrilor metabolici. Datorită profilului său nutrițional și funcțional, aceasta a fost recent inclusă în categoria „alimente noi” (novel foods) de către Autoritatea Europeană pentru Siguranța Alimentară (EFSA, 2021).

Numeroase studii au evidențiat potențialul pulpei de cafea în formularea alimentelor funcționale și a suplimentelor nutriționale capabile să moduleze metabolismul lipidic, să controleze glicemia și să prevină bolile metabolice, precum obezitatea și diabetul (Pérez et al., 2023; Gil-Ramírez et al., 2024; Rungraung et al., 2023; Bashir et al., 2024). Alte produse secundare relevante, precum zațul de cafea, conțin cantități importante de compuși fenolici cu proprietăți antioxidante și sunt investigate pentru aplicații în industria alimentară, cosmetică și a biomaterialelor (Saratale et al., 2020).

Capitolul 6. Tehnologii inovatoare pentru valorificarea sub-produselor generate pe parcursul lanțului agroalimentar. Utilizarea metodelor inovatoare de extracție și transformare a compușilor bioactivi

Generarea tot mai mare de sub-produse agroalimentare reprezintă o provocare semnificativă pentru mediu, dar și o oportunitate valoroasă pentru valorificarea compușilor

39



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

bioactivi cu potențiale aplicații în industriile alimentară, cosmetică și farmaceutică. Produse secundare precum tescovina de măsline și pielița argintie de cafea conțin niveluri ridicate de compuși fenolici, acizi organici, vitamine și fibre alimentare. Cu toate acestea, este necesară dezvoltarea și aplicarea unor tehnologii inovatoare care să permită extracția eficientă, sigură și durabilă a acestor compuși. Prezentul capitol analizează principalele progrese tehnologice aplicate în extracția și transformarea compușilor bioactivi rezultați din sub-produsele agroindustriale, cu accent pe metodele sustenabile și pe principiul „chimiei verzi”.

Metodele convenționale utilizate se bazează în principal pe procesul de extracție solid-lichid, care implică utilizarea solvenților organici precum etanolul sau metanolul, adesea amestecați cu apă. De exemplu, solvenții hidroetanolici (1:1) utilizați la 40 °C timp de 60 de minute s-au dovedit eficienți pentru extracția compușilor antioxidanți din tescovina de măsline (Nunes et al., 2018). În cazul peliculei argintii de cafea, Costa et al. (2012) au optimizat procesul de extracție utilizând etanol 50% (v/v) în apă, aplicând un design experimental pentru a maximiza randamentul total de compuși antioxidanți și fenolici. Deși aceste tehnici oferă randamente bune, ele sunt, în general, consumatoare de timp, energie și solvenți, nefiind întotdeauna compatibile cu principiile „chimiei verzi”.

Una dintre cele mai recente abordări tehnologice este extracția asistată de ultrasunete (UAE – Ultrasound-Assisted Extraction), care utilizează unde ultrasonice pentru a genera cavitație acustică, facilitând ruperea pereților celulari și eliberarea compușilor bioactivi. Folosind doar apă ca solvent, această tehnică s-a dovedit eficientă pentru recuperarea compușilor fenolici din tescovina de măsline în doar 5 minute, obținând randamente superioare celor obținute prin extracția convențională apoasă de 60 de minute (Nunes et al., 2018). De asemenea, UAE a fost utilizată pentru obținerea extractelor din pelicula argintie de cafea cu proprietăți prebiotice (Machado et al., 2024).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

O altă tehnologie promițătoare este tehnologia multifrecvență multimodală modulată (MMM – Multi-Frequency Multimode Modulated), care combină mai multe frecvențe și moduri de vibrație pentru a crește eficiența extracției. Această metodă oferă avantaje importante, precum eliminarea necesității măcinării probei și utilizarea apei ca solvent. În studiile efectuate pe pelicula argintie de cafea, tehnologia MMM a permis o recuperare mai mare a antioxidanților în doar 10 minute, comparativ cu extracția clasică de 60 de minute (Puga et al., 2017). În plus, această tehnologie a fost implementată cu succes la scară pilot, menținând calitatea extractelor obținute (Peixoto et al., 2022).

Aplicarea sistemelor cu membrane (precum nanofiltrarea și osmoza inversă) permite concentrarea selectivă a compușilor bioactivi și separarea fracțiilor cu diferite domenii de aplicare. În cazul tescovinei de măslină, a fost utilizat un proces integrat de extracție verde brevetat, urmat de o concentrare asistată de membrane, fracția permeată fiind utilizată simultan pentru irigații (Nunes et al., 2019).

Alte abordări emergente includ extracția asistată de microunde, fluidele supercritice, câmpurile electrice pulsate și descărcările electrice de înaltă tensiune. Aceste tehnici au demonstrat un potențial ridicat din punct de vedere al eficienței, necesitând un consum redus de energie și timp scurt de procesare, menținând în același timp integritatea compușilor bioactivi (Soares et al., 2024).

Compararea diferitelor metode aplicate produselor secundare agroalimentare permite o mai bună înțelegere a avantajelor și limitărilor fiecărei abordări. De exemplu, în cazul peliculei argintii de cafea, extracția convențională utilizând o soluție etanol-apă 50% la 60 °C timp de 30 de minute a permis maximizarea recuperării compușilor fenolici și a activității antioxidante (Costa et al., 2012). Pe de altă parte, extracția asistată de ultrasunete (UAE), realizată într-un mediu apos, a permis obținerea de extracte bogate în fibre solubile și acizi clorogenici, oferind beneficii prebiotice (Machado et al., 2024). În plus, tehnologia multifrecvență multimodală





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

modulată (MMM), care nu necesită măcinarea probelor, poate asigura un randament mai ridicat al compușilor precum acidul clorogenic și cafeina, în doar 10 minute, cu o eficiență energetică ridicată (Puga et al., 2017; Peixoto et al., 2022).

În ceea ce privește tescovina de măslină, extracția convențională hidroetanolică la 40 °C timp de 60 de minute a condus la obținerea a 487 μg GAE/mL de compuși fenolici (Nunes et al., 2018). Utilizând doar apă ca solvent și un timp de extracție de numai 5 minute, metoda UAE (extracție asistată de ultrasunete) a permis recuperarea a 402 μg GAE/mL, obținând un randament mai mare decât extracția convențională apoasă (257 μg GAE/mL). Aplicarea unei tehnologii verzi integrate, bazată pe procese cu membrane, a permis separarea și concentrarea compușilor fenolici și a tocoferolilor (Nunes et al., 2019). Rezultatele demonstrează că, deși metodele convenționale pot furniza rezultate satisfăcătoare, tehnicile inovatoare se remarcă prin rapiditate, caracter ecologic și eficiență ridicată în extracția compușilor bioactivi, chiar și în condiții mai puțin drastice.

Extractele obținute au fost încorporate în formulări de transportori lipidici micro- și nano-structurați (Fathi et al., 2022), pentru a îmbunătăți stabilitatea, biodisponibilitatea și eficiența livrării compușilor activi. Aceste formulări au demonstrat profiluri adecvate de eliberare și sunt compatibile cu aplicațiile în suplimente alimentare și produse cosmetice. De asemenea, extractul din peliculă argintie de cafea a prezentat potențial antidiabetic, prin inhibarea transportului intestinal al glucozei și fructozei (Peixoto et al., 2022), precum și un efect prebiotic, stimulând creșterea bacteriei *Lactocaseibacillus paracasei* (Machado et al., 2024).

Tehnologii precum extracția asistată de ultrasunete (UAE), tehnologia multifrecvență multimodală modulată (MMM) și procesele care utilizează membrane se dovedesc a fi extrem de promițătoare pentru valorificarea sub-produselor agroalimentare, permițând extracția eficientă, sustenabilă și economică a compușilor bioactivi. Aceste abordări sunt aliniate principiilor bioeconomiei și economiei circulare, contribuind astfel la sustenabilitatea mediului





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

și la dezvoltarea de produse inovatoare și funcționale. Studiile viitoare ar trebui să se concentreze pe optimizarea parametrilor operaționali și pe extinderea acestor procese la scară industrială, pentru a facilita aplicarea lor în producția durabilă.

Capitolul 7. Metode inovative și bio-sustenabile de valorificare a subproduselor din lanțul agroalimentar. Implementarea metodelor de bio-conversie (fermentare spontană, fermentare controlată, fermentare în stare solidă, digestie anaerobă, pre-tratamente enzimatic)

Pentru o producție alimentară durabilă și funcțională, obiectivele trebuie să fie regenerative. Valorificarea subproduselor agroalimentare prin metode inovative și sustenabile este esențială pentru eficiența resurselor, reducerea impactului asupra mediului și dezvoltarea bioeconomiei circulare (Soccol et al., 2017)

Tehnicile de fermentare (spontană și controlată) utilizează culturi microbiene native sau selectate pentru a transforma subprodusele alimentare în produse valoroase, cum ar fi acizi organici, enzime și compuși bioactivi (Simone et al., 2023). Fermentarea controlată cu *Lactobacillus spp* și *Saccharomyces spp*. poate transforma tescovina de fructe și legume în probiotice, conservanți naturali și ingrediente alimentare funcționale (López-Gómez et al., 2020). Fermentarea în stare solidă utilizează ciuperci pentru a produce enzime, pigmenți și proteine pe substraturi de deșeuri agricole, cum ar fi tărâțele de cereale sau cojile de fructe, oferind o alternativă ecologică cu un consum minim de apă.

Fermentarea spontană constă într-un proces natural de fermentare fără adăugarea de culturi starter, bazându-se pe microbiota nativă. Este utilizată în mod obișnuit pentru deșeurile (subprodusele) de fructe și legume și alte substraturi pentru proliferarea microbiotei. De obicei, are loc în rezervoare deschise sau fermentatoare care utilizează condiții ambientale.

Avantaje:

43



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

• Obținerea, din tescovina de măslina și struguri, de subproduse bogate în antioxidanți, care pot valorifica metaboliții produși, precum acizii grași cu lanț scurt, esențiali pentru sănătatea intestinală și bunăstarea generală.

- costuri reduse și necesitatea unei infrastructuri minime.

Dezavantaje:

- rezultate imprevizibile, risc de alterare și contaminare;
- variabilitate în activitatea microbiană și în calitatea produsului, aspecte importante pentru obținerea produselor tipice asociate „teritoriului”, adică condițiilor naturale și culturale ale zonei.

Caracterizarea microbiotei tipice a produselor pune în lumină această abordare de transformare a deșeurilor în subproduse cu valoare adăugată, importantă în ceea ce privește producția de alimente funcționale și gestionarea și dezvoltarea regenerativă a deșeurilor.

Fermentarea controlată se bazează pe utilizarea culturilor starter selectate pentru a asigura consistență și siguranță, având ca substraturi tescovina de fructe, cojile de legume, subprodusele cerealiere sau deșeurile lactate.

Avantaje:

- controlul eficient al pH-ului, temperaturii și nivelului de oxigen, prin utilizarea fermentatoarelor sau bioreactoarelor;
- utilizarea unor bacterii precum *Lactobacillus spp.* și a drojdiilor precum *Saccharomyces cerevisiae*;
- obținerea constantă de compuși bioactivi, enzime și acizi organici, utilizați la dezvoltarea alimentelor funcționale și a conservanților naturali.

Exemplu: fermentarea acidului lactic din coaja de morcov, care duce la formarea unor compuși antimicrobieni folosiți în ambalarea alimentelor sau în hrana animalelor.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Fermentarea în stare solidă presupune utilizarea substraturilor solide cu un conținut minim de apă liberă, fiind ideală pentru culturile fungice. Este aplicată în valorificarea deșeurilor agricole precum cojile de orez, tescovina de fructe sau tărâțele de grâu. Inocularea se face cu ciuperci precum *Aspergillus niger*, *Rhizopus spp.* sau *Trichoderma spp.*. Procesul are loc în tăvi, coloane sau bioreactoare cu pat compact.

Avantaje: producția eficientă de enzime, micoproteine, compuși aromatici și acizi organici, cu un consum redus de apă și o eficiență energetică ridicată.

Dezavantaje: scalarea și controlul temperaturii/umidității, dificile.

Digestia anaerobă transformă reziduurile organice, precum cojile de fructe, deșeurile vegetale și gunoiul de grajd, în biogaz regenerabil și digestat bogat în nutrienți (Kumar et al., 2021). Este un tip de degradare microbiană a materiei organice în absența oxigenului, rezultând biogaz și digestat.

Substraturi utilizate frecvent:

- gunoi de grajd, deșeuri vegetale, coji de fructe, resturi provenite din abatoare, nămol de la stațiile de epurare;

- procesul necesită digestori etanși cu control al temperaturii (mezofilă sau termofilă).

Produse secundare:

- biogaz bogat în metan;
- digestat cu conținut ridicat de nutrienți, utilizat ca îngrășământ.

Avantaje:

- generează energie regenerabilă și reduce emisiile de gaze cu efect de seră;
- digestatul îmbunătățește fertilitatea solului și contribuie la închiderea ciclurilor nutritive.

Dezavantaje:

- necesitatea pretratării biomasei lignocelulozice;





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- inhibarea procesului în cazul materiilor prime cu conținut ridicat de grăsimi sau aciditate crescută.

Exemplu:

- digestia anaerobă a cojilor de cartofi și a deșeurilor lactate în sisteme de co-digestie pentru obținerea de biogaz și compost.

Pre-tratamente enzimatică – utilizarea enzimelor (celulaze, amilaze, proteaze) pentru descompunerea polimerilor complecși (celuloză, lignină, proteine) în unități fermentabile.

Implementare:

- aplicate pe deșeuri agricole precum paie, coji, tescovină de fructe sau borhot de bere;
- enzimele pot fi adăugate înaintea fermentării sau digestiei pentru a crește randamentul.

Avantaje:

- sporesc biodisponibilitatea nutrienților și a zaharurilor fermentabile;
- permit recuperarea unor produse cu valoare adăugată (bioetanol, hidrolizate proteice);
- necesită optimizarea atentă a pH-ului și temperaturii.

Exemplu:

- pretratarea cojilor de citrice cu celulază îmbunătățește producția de bioetanol sau favorizează extracția fibrelor solubile pentru îmbogățirea alimentelor.

Potențial de integrare – abordări combinate de bioconversie:

- hidroliza enzimatică a tescovinei de fructe → eliberează zaharuri;
- fermentarea controlată a hidrolizatului cu *Lactobacillus* → produce acid lactic;
- solidele rămase → fermentație în stare solidă pentru producerea de enzime sau biopolimeri;
- reziduurile finale → digestie anaerobă pentru obținerea de biogaz și compost.

În ansamblu, aceste abordări urmăresc transformarea deșeurilor în produse secundare cu valoare adăugată, aducând beneficii pentru mediu și bunăstarea umană.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

moderate spre înalte (până la ~ 200 °C). Acest proces determină versatilitatea texturală, tratamentul termic, modelarea și rezistența mecanică a materialului extrudat (Coton et al., 2020).

Bioconversia se referă la transformarea biologică a sub-produselor agroindustriale – precum tescovina de fructe, cojile de cereale, borhotul de bere sau zațul de cafea – în produse bogate în energie (de exemplu, biogaz, bioetanol, biohidrogen, lipide microbiene) prin acțiunea microorganismelor, a sistemelor enzimatică sau a consorțiilor fermentative (Kiran et al., 2014).

Prin utilizarea unor procese precum digestia anaerobă, fermentația și lipogeneza microbiană – adesea combinate în cadrul biorefinărilor în cascadă – această abordare permite valorificarea eficientă a deșeurilor, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, producerea de bioenergie la nivel rural și generarea de co-produse cu valoare economică.

Tehnologiile moderne de extracție, alături de metode termice avansate, au demonstrat un potențial semnificativ în reducerea timpului de procesare și a cantității de deșeurii agroindustriale. Dintre acestea, tehnicile emergente precum extracția cu apă subcritică și extracția asistată de microunde (MAE – Microwave-Assisted Extraction) au atras o atenție tot mai mare, în special datorită eficienței lor în extragerea compușilor polifenolici din produsele secundare agroalimentare. Aceste metode facilitează recuperarea rapidă și eficientă a solutului, datorită îmbunătățirii transferului de masă și a mecanismelor de desorbție, întrucât structurile celulare sunt perturbate, ceea ce crește accesibilitatea compușilor-țintă pentru solvent. În consecință, aceste procese ating eficiențe de extracție mai ridicate, într-un timp mai scurt și cu un consum redus de solvenți, comparativ cu metodele convenționale. Totuși, temperaturile ridicate implicate în aceste metode termice pot avea efecte negative asupra randamentului polifenolilor, prin declanșarea reacțiilor de degradare, inclusiv formarea unor compuși nedorți, precum 5-(hidroximetil)furfuralul (Duah Boateng et al., 2023).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

precum reducerea consumului de energie și de solvenți, scurtarea timpului de procesare și creșterea eficienței extracției (Yudhister et al., 2025).

Extracția asistată de enzime a fost aplicată ca o strategie eficientă de valorificare a fluxurilor reziduale, facilitând eliberarea compușilor fenolici din matricea celulară vegetală. Această metodă îmbunătățește eficiența extracției, menținând în același timp integritatea structurală și bioactivitatea fitocompușilor recuperați (Brennan et al., 2024).

Extracția asistată de ultrasunete îmbunătățește semnificativ atât randamentul, cât și viteza de recuperare a compușilor cu valoare ridicată – precum antioxidanții și polifenolii – din produsele secundare rezultate în urma procesării fructelor și legumelor, contribuind astfel la creșterea eficienței și sustenabilității procesului. În plus, această tehnică reduce consumul de solvenți și păstrează integritatea compușilor bioactivi termolabili, asigurând o extracție de înaltă calitate (Yudhister et al., 2025).

Lončarić et al. (2020) au utilizat **câmpul electric pulsat** (PEF – Pulsed Electric Field), extracția asistată de ultrasunete (UAE – Ultrasound-Assisted Extraction) și descărcările electrice de înaltă tensiune (HVED – High Voltage Electrical Discharges) pentru extracția compușilor fenolici din tescovina de afine. Autorii au concluzionat că metoda PEF determină o eliberare mai mare a polifenolilor totali comparativ cu metodele HVED sau UAE, iar eficiența extracției este influențată de mai mulți parametri specifici fiecărei metode: pentru HVED – tipul de solvent, durata tratamentului și frecvența descărcărilor; pentru PEF – compoziția solventului, intensitatea câmpului electric și numărul de impulsuri aplicate; pentru UAE – tipul solventului, temperatura de extracție și durata procesării.

Tehnicile de extracție bazate pe presiune – precum presiunea hidrostatică înaltă (HHP – High Hydrostatic Pressure), extracția cu lichide presurizate (PLE – Pressurized Liquid Extraction) și extracția cu fluide supercritice (SFE – Supercritical Fluid Extraction) – au atras un interes semnificativ în sectorul agroalimentar datorită capacității lor de a extrage compuși





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

bioactivi cu valoare ridicată (de exemplu, fenolici, antociani, lipide) din reziduurile de procesare alimentară (precum tescovina, tărâțele sau zațul de cafea). Aceste metode sunt considerate prietenoase cu mediul, folosesc adesea solvenți alimentari sau CO₂ și funcționează în condiții termice blânde, menținând integritatea compușilor bioactivi (Battistella Lasta et al., 2019; Višnjevec et al., 2024).

Extracția cu lichide presurizate (PLE) este recunoscută ca o tehnică eficientă pentru recuperarea compușilor bioactivi, în special a fenolicilor, nu doar din matrici vegetale primare, ci și din reziduuri și produse secundare agroindustriale. Comparativ cu metodele convenționale de extracție, PLE oferă randamente echivalente sau superioare, reducând în același timp consumul de solvenți și timpul de procesare (Višnjevec et al., 2024).

Tratamentul termic prin explozie cu abur este considerată o tehnică promițătoare de pretratare fizico-chimică, capabilă să distrugă eficient arhitectura lignocelulozică a biomasei. Acest proces modifică compoziția și structura hemicelulozei și ligninei printr-o combinație de tratament termic cu abur la presiune înaltă și decompresie rapidă, care generează forțe mecanice de forfecare. Datorită eficienței sale în depășirea rezistenței structurale a biomasei, explozia cu abur a fost adoptată pe scară largă ca metodă standard de pretratare în producția de biocombustibili și în procesele de celulozare lignocelulozică (He et al., 2022). Studiul realizat de Padilla-Rascón et al. (2020) confirmă că subprodusele din sămburi de măsline pot fi utilizate pentru producerea de zaharuri prin tratamente precum hidroliza acidă și explozia cu abur (195 °C, 5 minute), urmate de o hidroliză enzimatică.

Procesele de separare bazate pe membrane, acționate de presiune – precum ultrafiltrarea, microfiltrarea și nanofiltrarea – oferă numeroase avantaje pentru recuperarea compușilor labili din fluxurile apoase diluate. Aceste tehnologii sunt considerate ecologice, deoarece funcționează la temperaturi relativ scăzute (de obicei între 20–60 °C), necesită un consum minim de energie și nu implică utilizarea reactivilor chimici suplimentari. În plus,





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

aceste procese pot fi automatizate, electrificate și integrate într-un design compact al sistemului. Datorită permeabilității selective – determinată de dimensiunea, forma și sarcina electrică a moleculelor – procesele cu membrane prezintă o eficiență excepțională în fracționarea moleculelor biologice, menținând în același timp integritatea structurală și funcțională a compușilor recuperați (Papaioannou et al., 2022). În contextul separării bazate pe membrane, polifenolii din produsele secundare ale lanțului agroalimentar pot fi fracționați în funcție de greutatea lor moleculară și de caracteristicile specifice ale membranei utilizate. În general, polifenolii cu masă moleculară mică sunt predominant recuperați în faza de retenție în timpul procesului de nanofiltrare (NF), datorită permeabilității selective a membranei (Castro-Muñoz et al., 2016).

Capitolul 9 – Metode inovatoare și durabile de valorificare a sub-produselor din lanțul agroalimentar (deshidratare, microîncapsulare, nanotehnologii)

Sub-produsele alimentare sunt materiale extrem de perisabile, ceea ce reprezintă o provocare pentru industriile alimentară și farmaceutică în vederea asigurării siguranței microbiologice și a calității acestora. Pentru a preveni degradarea, acestea trebuie transportate rapid și depozitate în condiții de refrigerare. Tratamentele preliminare, precum iradierea și uscarea, pot contribui la creșterea siguranței sub-produselor alimentare. Totuși, procesele de uscare sau de măcinare fină pot constitui tehnici eficiente de valorificare a sub-produselor și a compușilor bioactivi conținuți de acestea (Comunian et al., 2021).

Metodele îmbunătățite de uscare pot fi utilizate pentru valorificarea sustenabilă a sub-produselor, contribuind astfel la soluționarea problemelor legate de sustenabilitate și securitate alimentară. În funcție de cerințele producătorilor și de tipul de procedeu de uscare aplicat în





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

timpul procesării, produsele finale se pot prezenta sub diverse forme solide (chipsuri, fâșii sau cuburi), dar și sub formă granulară sau de pulberi, cu forme și dimensiuni variabile. În plus, tehnologiile inovatoare de uscare pot facilita retenția compușilor bioactivi proveniți din sub-produse (Choon Hui Tan et al., 2021).

Uscarea poate modifica semnificativ proprietățile fizice ale alimentelor, în special textura acestora, ca urmare a eliminării umidității. De asemenea, aspectul vizual, textura, aroma, mirosul și culoarea pot fi afectate, produsul uscat devenind rigid, fragil, dur și suferind o contracție semnificativă. Procesul de uscare poate determina întărirea și contracția produselor supuse procesului de uscare, ceea ce conferă acestora o consistență mai dură. Uscarea excesivă a straturilor celulare externe ale produselor poate conduce la formarea unui strat superficial dur (fenomen cunoscut sub denumirea de „case hardening”), care împiedică eliminarea umidității din straturile celulare interne. În condiții extreme de uscare, acest strat întărit se poate fisura sau fragmenta, în timp ce straturile interne pot rămâne încă lichide (Choon Hui Tan et al., 2021). Alegerea tehnologiei optime de uscare este esențială pentru valorificarea sub-produselor alimentare, deoarece influențează atât calitățile fizice, cât și pe cele nutriționale. Metodele de uscare pot fi clasificate în funcție de tipul materialului, conținutul de umiditate sau cinetica procesului de uscare, pentru a permite selectarea tehnologiei adecvate.

Metodele de uscare

I. Metodele convenționale de uscare

Metodele convenționale bine cunoscute de uscare includ uscarea pe tambur, uscarea în dulap (cabinet, încăpere controlată), uscarea în cuptor cu aer cald, uscarea solară și uscarea în vid, alături de uscarea prin pulverizare (spray drying), liofilizare (freeze drying) și uscarea în pat fluidizat. În timpul procesului de uscare pe tambur, aburul este utilizat pentru a ridica temperatura suprafeței interne a tamburului, facilitând astfel evaporarea umidității. În uscarea de tip cabinet, produsul este distribuit pe tăvi sau rafturi și expus la o sursă controlată de căldură

53



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

și la un flux de aer controlat, pentru a elimina treptat apa din matricea alimentară. Pe de altă parte, una dintre cele mai utilizate tehnici pentru obținerea fructelor uscate sau a pulberilor destinate produselor de panificație, procesării alimentare sau utilizării ca aditivi în alte produse este uscarea în cuptor cu aer cald. Uscarea solară, utilizată în mod tradițional pentru produse precum legume, fructe, tutun, ceai, cafea, fructe oleaginoase, cereale și orez, necesită o sursă de energie termică de intensitate redusă (Khatri et al., 2024).

Uscarea în vid reprezintă un proces eficient pentru obținerea concentratelor și pulberilor uscate de înaltă calitate, menținând totodată aroma naturală și valoarea nutrițională a produsului. Această metodă se desfășoară în condiții de presiune redusă, ceea ce determină scăderea punctului de fierbere al apei și permite evaporarea acesteia la temperaturi mai scăzute, prevenind astfel degradarea termică a pulberii obținute (Hasan et al., 2019).

Cea mai utilizată și versatilă metodă pentru uscarea produselor lichide este uscarea prin pulverizare (spray drying), în timp ce liofilizarea, cunoscută și sub denumirea de uscare prin congelare (freeze drying), este un proces de deshidratare care elimină umiditatea prin sublimare, păstrând structura, aroma, conținutul nutritiv și compușii bioactivi ai produsului (Hasan et al., 2019).

Uscarea în pat fluidizat funcționează prin contactul continuu al particulelor umede cu o suprafață caldă sau prin trecerea unui flux de aer fierbinte care menține materialul într-o stare fluidizată. Această metodă este utilizată pe scară largă în industriile alimentară, farmaceutică și chimică pentru uscarea pulberilor umede și a particulelor sau capsulelor solide (Fathi et al., 2022).

II. Metode moderne de uscare

Conform literaturii de specialitate, cele mai importante și frecvent utilizate metode inovatoare de uscare includ: uscarea prin pulverizare–liofilizare (spray freeze-drying), câmpurile electrice pulsate (PEF – pulsed electric fields), uscarea prin microunde, uscarea în





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

vid asistată de microunde (MW vacuum drying), fluidizarea prin microunde (microwave fluidization), uscarea prin radiație infraroșie (IR), liofilizarea asistată de infraroșu (infrared freeze-drying), uscarea conductiv-hidrică (conductive hydro-drying) și uscarea cu fluide supercritice.

Uscarea prin pulverizare–liofilizare (spray freeze-drying) reprezintă o tehnologie avansată și inovatoare care permite conservarea proprietăților și a calității unei game largi de materiale, precum pulberi, produse farmaceutice și biomateriale. Această metodă îmbină principiile uscării prin pulverizare și ale liofilizării, asigurând un proces rapid de deshidratare, concomitent cu menținerea integrității structurale și funcționale a materialelor tratate. Procesarea prin câmpuri electrice pulsate (PEF) constă în aplicarea unor impulsuri de înaltă tensiune asupra produsului alimentar plasat între doi electrozi, reprezentând o tehnică inovatoare de uscare care integrează tehnologia PEF cu procesul de eliminare a umidității (Khatri et al., 2024).

Uscarea cu microunde reprezintă un proces revoluționar de deshidratare care utilizează energia microondelor pentru eliminarea umidității din matricile alimentare, menținând în același timp calitatea și proprietățile produsului. Atunci când alimentele sunt expuse la microunde, undele electromagnetice pătrund în interiorul acestora și generează căldură, determinând vaporizarea apei (Fathi et al., 2022). Procesele de uscare în vid asistate de microunde (MW vacuum drying) utilizează microunde cu frecvențe radio cuprinse între 300 și 30.000 MHz drept sursă de căldură. Uscarea în vid cu microunde poate fi cu aproximativ 50% mai rapidă și mai eficientă datorită combinării efectului de vid (presiune scăzută) cu încălzirea prin microunde, ceea ce favorizează eliminarea rapidă a umidității (Fathi et al., 2022).

Fluidizarea prin microunde (microwave fluidization) înlocuiește sursele tradiționale de căldură utilizate în uscătoarele cu pat fluidizat. În acest caz, radiația electromagnetică constituie





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

sursa de energie, inducând vibrații interne care conduc la încălzirea materialului și la migrarea umidității din interior către exterior (Fathi et al., 2022).

O altă metodă inovatoare de uscare este cea bazată pe radiații infraroșii (IR), cu lungimi de undă cuprinse între 1 și 6 μm , care interacționează cu straturile interne ale produsului, determinând o creștere a temperaturii și o intensificare a evaporării apei. De asemenea, radiația infraroșie îndepărtată (FIR – far infrared radiation), care asigură o distribuție uniformă a căldurii, este utilizată ca alternativă eficientă de uscare. Pe de altă parte, liofilizarea asistată de radiații infraroșii (infrared freeze-drying – IFD) este o tehnică specializată care îmbunătățește procesul de uscare prin combinarea principiilor liofilizării cu efectul termic al radiației infraroșii. În cadrul uscării prin liofilizare asistată de infraroșu, materialul este încălzit progresiv pe parcursul procesului de uscare, asigurând o deshidratare eficientă și conservarea caracteristicilor de calitate (Fathi et al., 2022).

Uscarea conductiv-hidrică (CHD – conductive hydro-drying) reprezintă un proces inovator de deshidratare în care transferul de căldură are loc direct de la o suprafață încălzită către materialul tratat. Materialul absoarbe energia termică, ceea ce determină o creștere a temperaturii interne și, implicit, evaporarea progresivă a umidității. Uscarea cu fluide supercritice este, de asemenea, considerată o metodă revoluționară pentru obținerea pulberilor alimentare. Această tehnologie are numeroase aplicații, printre care producerea sucurilor de fructe sub formă de pulbere destinate băuturilor instant, fabricarea produselor alimentare și a suplimentelor nutritive. În acest proces, dioxidul de carbon (CO_2) este utilizat ca fluid supercritic, prezentând simultan proprietăți de lichid și de gaz atunci când se află la presiuni și temperaturi specifice. Parametrii de temperatură și presiune sunt controlați astfel încât fluidul supercritic să se expandeze, favorizând precipitarea componentelor solide și separarea CO_2 -ului de pulberea uscată. Dioxidul de carbon fiind o substanță netoxică, această metodă este ideală pentru obținerea produselor de înaltă puritate. În plus, expunerea minimă la temperaturi





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

ridicate reduce procesele oxidative, contribuind la menținerea prospețimii, culorii și calității senzoriale ale pulberii rezultate.

Microîncapsularea

Tehnologia de microîncapsulare are rolul de a proteja compușii bioactivi prin încorporarea componentelor solide, lichide sau gazoase într-un film continuu, formând capsule cu dimensiuni variabile, de la ordinul micrometrilor până la milimetri. Microîncapsularea este utilizată pe scară largă în industriile farmaceutică și alimentară datorită capacității sale (i) de a reduce reacțiile de oxidare ale materialelor active expuse la factori externi precum căldura, umiditatea, oxigenul și lumina; (ii) de a diminua formarea produselor secundare nedorite; și (iii) de a facilita eliberarea controlată și transferul compușilor bioactivi (Comunian et al., 2021).

Cele mai frecvent utilizate procedee de încapsulare a componentelor alimentare includ: uscarea prin pulverizare, solidificarea prin pulverizare, coacervarea complexă, gelificarea ionică și emulsificarea.

- a. *Uscarea prin pulverizare (spray drying / atomizare)*
- b. *Solidificarea prin pulverizare (spray chilling / spray cooling / spray congealing / prilling)*
- c. *Coacervarea complexă*
- d. *Gelificarea ionică*
- e. *Emulsificarea*

Agenți de încapsulare

Pentru realizarea procesului de încapsulare au fost utilizați o varietate de materiale, printre care se numără polizaharidele, precum guma arabică, maltodextrina și amidonurile modificate; proteinele, precum izolatul și concentratul proteic din zer, gelatina, proteina din soia, cazeina și serul din lapte; precum și lipidele, cum ar fi uleiurile vegetale și grăsimile hidrogenate. Dintre aceștia, maltodextrina și guma arabică sunt agenții purtători cel mai





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

sunt folosiți în procesele termo-chimice, contribuind la optimizarea eficienței reacțiilor și la reducerea impactului ecologic (Balakrishnan Preethi et al., 2024).

Tehnici diferite de uscare și tehnici hibride recomandate pentru stabilizarea proprietăților funcționale și nutriționale

Cele mai recente progrese în domeniul tehnologiilor de uscare urmăresc creșterea duratei de valabilitate și a stabilității la depozitare a produselor alimentare, prin identificarea unor alternative viabile la utilizarea conservanților artificiali. Totuși, întrucât fito-constituenții sunt compuși termolabili, procesele convenționale de uscare pot determina degradarea sau denaturarea acestora.

Astfel, cercetările recente evidențiază faptul că alegerea corectă a tehnicii de uscare este esențială pentru obținerea unor produse inovatoare, caracterizate printr-o textură uscată poroasă, o retenție ridicată a compușilor activi, un randament de uscare crescut și o conservare optimă a fito-constituenților. În plus, tehnologiile moderne de uscare trebuie să asigure o eficiență energetică superioară, costuri reduse și procese prietenoase cu mediul (Fathi et al., 2022; Siddiqui et al., 2024).

De exemplu, utilizarea metodei de uscare cu pompă de căldură aplicată asupra tescovinei de struguri a evidențiat faptul că modificarea vitezei aerului determină o creștere a randamentului de uscare și oferă o tehnică eficientă din punct de vedere economic, însă conduce concomitent la degradarea unor compuși bioactivi precum trans-resveratrolul, catechina și epicatechina. Pe de altă parte, prin modificarea vitezei aerului de la 1,5 la 2,5 m/s, randamentul de uscare a crescut de la 50% la 69%, în timp ce consumul energetic și durata procesului de uscare s-au redus semnificativ (Tașeri et al., 2018). Într-un alt studiu, cuburile de morcov au fost supuse unui proces de uscare combinat microunde/pat fluidizat, iar autorii au concluzionat că îndepărtarea umidității a fost mai eficientă comparativ cu mecanismele convenționale de uscare. De asemenea, s-a observat o retenție superioară a proprietăților fizico-





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

chimice și biologice comparativ cu uscarea în pat fluidizat simplu, iar culoarea inițială, aroma și uniformitatea calității produsului au fost bine conservate (Stanislawski, 2005).

Metodele de uscare pot însă contribui la performanțe reduse ale procesului, costuri operaționale ridicate și un impact semnificativ asupra mediului. În plus, acestea pot influența negativ valoarea nutritivă a macronutrienților prezenți în alimente – precum proteinele, amidonurile, gumele și fibrele alimentare – afectând integritatea structurală a produselor și proprietățile lor funcționale.

Stabilizarea proprietăților funcționale și nutriționale ale macromoleculilor poate fi realizată prin:

- înțelegerea corelației dintre tehnica de uscare utilizată și modificările induse asupra proprietăților funcționale și nutriționale ale produsului;
- optimizarea parametrilor operaționali specifici diferitelor metode de uscare;
- aplicarea tehnicilor hibride de uscare (combinarea mai multor metode) și a mecanismelor de pretratare adecvate.

Uscarea realizată prin metode convenționale, precum uscarea la soare sau în aer liber, este considerată un proces lent, susceptibil la contaminare, ceea ce poate conduce la obținerea unui produs de calitate inferioară. În acest context, au fost dezvoltate și implementate la nivel global diverse tehnici avansate de uscare — cum ar fi uscarea prin microunde, în vid, prin radiație infraroșie, liofilizarea, uscarea în cuptor și diverse tehnologii hibride — care s-au dovedit a fi metode eficiente pentru conservarea calităților nutriționale, funcționale și senzoriale ale produselor alimentare, asigurând totodată procese sustenabile și eficiente energetic.

Pentru a alege metoda corectă de uscare, este necesar să se ia în considerare următorii factori:

- calitatea produsului;





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- reducerea timpului de uscare;
- eficiența energetică;
- rentabilitatea generală (eficiența economică).

Strategii pentru creșterea funcționalității produselor alimentare în timpul uscării și al utilizării subproduselor

Principalele strategii pentru creșterea funcționalității produselor alimentare în timpul uscării sunt împărțite de Betoret et al., 2016 în trei grupuri:

1. Adăugarea de ingrediente care protejează degradarea compușilor bioactivi.

O varietate de agenți de protecție au fost adăugați în mediul de uscare înainte de liofilizare sau uscare prin pulverizare pentru a proteja viabilitatea probioticelor în timpul deshidratării, incluzând lapte praf degresat, proteine din zer, trehaloză, glicerină, betaină, adonitol, zaharoză, glucoză, lactoză și polimeri precum dextranul și polietilen glicolul (Morgan et al., 2006). Betoret et al., 2016 arată că efectele benefice ale agenților de protecție par a fi legate de efectul lor protector asupra proteinelor și membranelor celulare.

2. Crearea de elemente structurale care protejează/mențin funcționalitatea compușilor bioactivi.

Încapsularea – poate contribui la creșterea duratei de valabilitate a produsului, la îmbunătățirea funcționalității, la promovarea eliberării controlate a compusului bioactiv încapsulat în locul țintă și la menținerea proprietăților acestuia prin protejarea compușilor bioactivi. În principal, capsula este alcătuită din polizaharide (inulină și polidextroză), proteine și combinații ale acestora, utilizate pentru microîncapsularea componentelor antioxidante și a probioticelor.

Filmele și învelișurile comestibile – pot acționa ca purtători ai compușilor bioactivi funcționali cu proprietăți antioxidante și/sau antimicrobiene, ai bacteriilor cu efect probiotic sau antimicrobian și ai altor componente care sporesc valoarea produsului prin creșterea duratei





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

de valabilitate a alimentului și protejarea proprietăților sale fizico-chimice, menținând în același timp integritatea mecanică și caracteristicile de manipulare.

Impregnarea în vid – poate fi utilizată, de asemenea, pentru a atenua efectele procesului de uscare prin introducerea în matricea alimentară a unor compuși protectori, precum zaharuri, zaharuri fermentate în alcool și zaharuri nereducătoare.

3. Prevenirea reacțiilor care determină degradarea compușilor bioactivi și promovarea celor care generează un efect funcțional.

Uscarea în vid și uscarea ultrasonică în vid, uscarea cu microunde, uscarea asistată de ultrasunete, liofilizarea și uscarea cu abur supraîncălzit la presiune scăzută contribuie la:

- reducerea oxidării lipidelor în produse din pește și carne;
- diminuarea pierderilor de pigmenți, vitamina C, compuși fenolici și alți constituenți minoritari datorate proceselor oxidative din fructe și legume;
- reducerea oxidării carotenoizilor – prin uscarea cu aer cald la temperaturi sub 60°C, uscarea în vid și uscarea cu abur supraîncălzit la presiune scăzută.

Aceste strategii pot fi aplicate indiferent de sursa compușilor bioactivi, fie că sunt prezenți în mod natural în matricea alimentară, fie că provin din valorificarea subproduselor alimentare.

Capitolul 10. Biodisponibilitatea și bioaccesibilitatea compușilor bioactivi prin digestie in vivo și in vitro

Evaluarea bioaccesibilității și biodisponibilității compușilor bioactivi a devenit un pilon central în știința nutriției, în special în contextul dezvoltării alimentelor funcționale și a nutraceuticelor. Compușii bioactivi, precum polifenolii, carotenoidele, glucosinolații și peptidele, sunt recunoscuți pe scară largă pentru potențialele lor beneficii asupra sănătății;

62



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

totuși, eficacitatea lor fiziologică depinde în mare măsură de eliberarea lor din matricea alimentară în timpul digestiei și de absorbția și metabolizarea ulterioară în organismul uman (Parada & Aguilera, 2007).

Termenul de bioaccesibilitate se referă la fracțiunea unui compus care este eliberată din matricea alimentară în tractul gastrointestinal și devine disponibilă pentru absorbție, în timp ce biodisponibilitatea cuprinde fracțiunea care ajunge efectiv în circulația sistemică și exercită un efect biologic (Carbonell-Capella și colab., 2014). Aceste concepte sunt deosebit de importante în studiul polifenolilor și altor fitochimicale ale căror beneficii pentru sănătate sunt bine documentate, dar a căror absorbție rămâne variabilă și adesea scăzută (Dima & Dima, 2020).

Pentru investigarea acestor fenomene, modelele de digestie *in vitro* au fost tot mai mult standardizate și adoptate pe scară largă. Unul dintre cele mai semnificative repere în acest domeniu a fost dezvoltarea metodei INFOGEST, un model static *in vitro* validat internațional, care simulează fazele orală, gastrică și intestinală ale digestiei umane. Protocolul consensual publicat inițial de Minekus și colab. (2014; 2015) a oferit un cadru reproducibil și armonizat pentru cercetători la nivel global (Fig. 1). Ulterior, Brodkorb și colab. (2019) au actualizat și rafinat această metodă, consolidând aplicabilitatea ei pentru diferite matrice alimentare și facilitând comparabilitatea rezultatelor între laboratoare. Această abordare s-a dovedit esențială în precizarea comportamentului compușilor bioactivi în condiții digestive, evaluând stabilitatea, transformările și potențialul lor de absorbție.



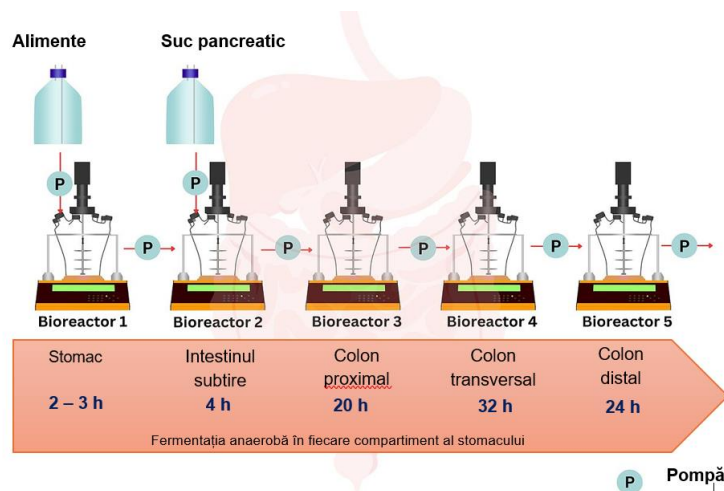


Fig. 10.1 Prezentare schematică simplificată a modelului de digestie *in vitro* (Sursa: LAMBDA Instruments GmbH)

În paralel, studiile *in vivo* continuă să joace un rol critic în înțelegerea mecanismelor complexe care guvernează soarta compușilor bioactivi. Aceste investigații implică, de obicei, modele umane sau animale pentru a evalua nu doar absorbția, ci și metabolismul, distribuția și excreția compușilor. Rein și colab. (2013) și Manach și colab. (2005), cea mai citată lucrare în domeniu, au oferit o revizuire cuprinzătoare a biodisponibilității polifenolilor, evidențiind controversile legate de absorbția și transformarea lor metabolică, precum și importanța reacțiilor de conjugare în ficat și a biotransformărilor mediate de microbiota intestinală.

Mai recent, Williamson (2025) oferă o perspectivă actualizată asupra biodisponibilității polifenolilor dietetici, subliniind rolul critic al metabolismului mediat de microbiota intestinală, al reacțiilor hepatice de conjugare și al sistemelor inovatoare de livrare, cum ar fi nanoîncapsularea, pentru creșterea absorbției sistemice. Bié și colab. (2023) au explorat în



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

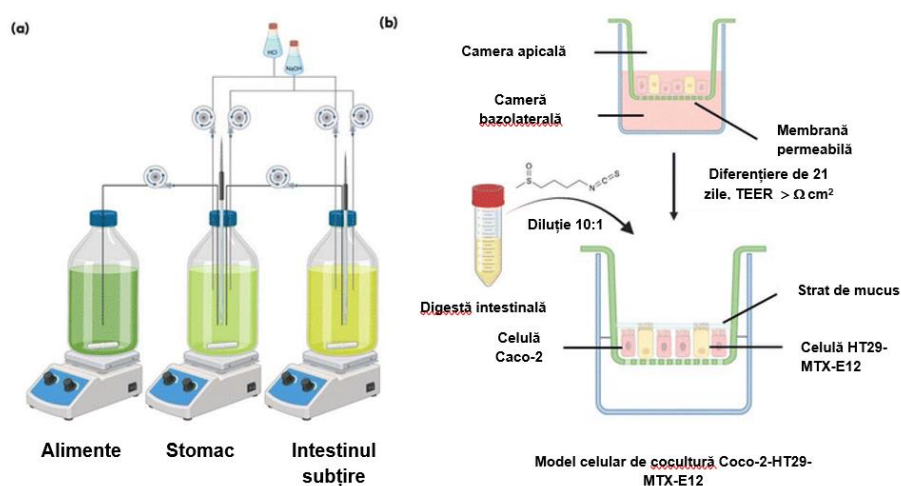


Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

continuare interacțiunea dintre polifenoli și microbiota intestinală, accentuând modul în care transformările microbiene pot modula atât bioaccesibilitatea, cât și eficacitatea biologică a acestora. Visvanathan și colab. (2022) au revizuit factorii multipli care influențează bioaccesibilitatea și biodisponibilitatea polifenolilor din citrice, oferind un ghid pentru proiectarea modelelor *in vitro*, a studiilor pe animale și a studiilor clinice umane.

Aceste contribuții recente confirmă natura complexă a metabolismului compușilor bioactivi și subliniază importanța abordărilor integrative – combinând digestia *in vitro*, modele de absorbție celulară și metabolomică – pentru a conecta ingestia de compuși bioactivi cu rezultatele asupra sănătății.

Un număr tot mai mare de studii combină acum digestia *in vitro* cu modele de absorbție celulară (de exemplu, monocouche Caco-2) (Fig. 2) și instrumente de metabolomică, pentru a reduce decalajul dintre digestia simulată și disponibilitatea sistemică (Kalintas Caglar și colab., 2024; Pinto și colab., 2024; Redha și colab., 2025; Serena-Romero și colab., 2023; Villalba și colab., 2022).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Fig. 10.2. (a) Digestie gastrointestinală dinamică *in vitro* și (b) absorbție intestinală *in vitro* bazată pe modelul celular de cocultură Caco-2-HT29-MTX-E12. (Imagine preluată din Redha și colab.,

2025, CC BY, <https://doi.org/10.1039/D4FO03446E>)

Impactul matricei alimentare reprezintă un alt factor esențial care modulează bioaccesibilitatea și biodisponibilitatea compușilor bioactivi (Parada & Aguilera, 2007). Tehnicile de încapsulare, emulsificare și co-ingestia cu grăsimi dietetice se află printre strategiile explorate pentru a îmbunătăți livrarea și absorbția compușilor cu solubilitate redusă, precum carotenoidele și vitaminele lipofile.

Cercetările recente s-au concentrat pe dezvoltarea de ingrediente funcționale din sub-produse agro-industriale bogate în compuși bioactivi. Exemple relevante includ studiul lui Rocchetti și colab. (2021), care a examinat modul în care incorporarea pulpei de struguri în pudră în pâinea de grâu afectează bioaccesibilitatea compușilor fenolici și digestibilitatea amidonului în timpul digestiei simulate, și studiul lui Costa și colab., care a evaluat modificările în compoziția chimică și activitatea bioactivă a extractului din pulpa de struguri Syrah în timpul digestiei *in vitro*.

Studiul realizat de Hou și colab. (2018) a investigat modul în care digestia simulată influențează conținutul de flavonoide și activitatea antioxidantă în coji de mandarină uscate, proaspete sau îmbătrânite. În cazul sub-produselor rezultate la procesarea portocalelor, Lu și colab. (2020) au comparat bioaccesibilitatea extractelor de coajă de citrice îmbătrânite încapsulate în diverse sisteme pe bază de lipide, utilizând diferite modele de digestie *in vitro*. Alte studii au evaluat modul în care digestia gastrointestinală *in vitro* afectează bioaccesibilitatea și capacitatea antioxidantă a compușilor bioactivi în făinuri de roșii obținute prin metode diferite de extracție (Coelho și colab., 2021).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Din perspectiva efectului proceselor tehnologice, cum ar fi extrudarea, asupra îmbunătățirii bioaccesibilității compușilor bioactivi din surse vegetale, contribuțiile Dr. Martínez-Monzó și colaboratorilor demonstrează cum condițiile de procesare pot modula eliberarea și stabilitatea acestor compuși rezultați din sub-produse agro-industriale (Iguar și colab., 2021; Iguar și colab., 2022; Iguar și colab., 2023; Peñaranda și colab., 2025; Sarmiento-Torres și colab., 2025).

Persistă provocări în corelarea rezultatelor *in vitro* cu cele *in vivo*, mai ales ținând cont de variabilitatea individuală, compoziția microbiotei intestinale și capacitatea de biotransformare a enzimelor gazdei. Cu toate acestea, metoda INFOGEST continuă să fie rafinată, versiunile recente integrând fermentarea colonică simulată, variațiile sărurilor biliare și modificări specifice diferitelor grupe de vârstă. Integrarea acestor modele de digestie cu tehnici **omics** și studii avansate privind biodisponibilitatea va fi esențială pentru traducerea rezultatelor de laborator în recomandări nutriționale aplicabile.

Aplicarea integrată a metodologiilor de digestie *in vitro* și *in vivo* oferă un cadru robust pentru explicarea bioaccesibilității și biodisponibilității compușilor bioactivi. Această abordare are implicații semnificative pentru recomandările dietetice, formularea alimentelor funcționale și progresele în nutriția publică. Pe măsură ce tehnicile analitice și modelele experimentale continuă să evolueze, domeniul progresează către o înțelegere mai cuprinzătoare și precisă a interacțiunilor dintre componentele alimentare și sistemul digestiv uman, informând astfel rezultatele asupra sănătății.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Capitolul 11. Dezvoltarea sustenabilă a produselor alimentare. Obținerea de noi alimente pe baza subproduselor din lanțul agroalimentar, cu beneficii pentru sănătatea și nutriția umană (alimente funcționale, nutraceutice, proteine vegetale, suplimente, prebiotice și probiotice)

Industria agroalimentară generează o cantitate semnificativă de subproduse (deșeuri) care, dacă sunt valorificate corespunzător, pot fi transformate în alimente funcționale, nutraceutice, proteine vegetale, suplimente, prebiotice și probiotice, contribuind atât la reducerea deșeurilor, cât și la îmbunătățirea sănătății umane. Aceste subproduse sunt bogate în compuși bioactivi, precum antioxidanți, fibre alimentare și polifenoli, care oferă multiple beneficii pentru sănătate, inclusiv efecte antioxidante, antiinflamatorii și prebiotice. Dezvoltarea de produse alimentare sustenabile din aceste subproduse se aliază conceptului de „zero deșeuri” și promovează economia circulară în industria alimentară..

11.1. Alimente funcționale

Industria agroalimentară generează cantități semnificative de subproduse, care pot fi valorificate în alimente funcționale bogate în compuși bioactivi, cu beneficii pentru sănătate (Galanakis, 2021).

11.1.1. Iaurt probiotic îmbogățit cu extracte din coji de fructe

Subproduse precum cojile de portocală, de rodie și banană sunt bogate în compuși bioactivi, inclusiv polifenoli și antioxidanți, care contribuie la sănătatea intestinală și îmbunătățesc viabilitatea probioticelor în produsele lactate fermentate. Studii recente arată că iaurtul suplimentat cu extracte din coji de fructe prezintă o eficacitate probiotică sporită și o activitate antioxidantă mai mare (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

11.1.2. Pâine îmbogățită cu făină din semințe de struguri

Utilizarea semințelor de struguri, un subprodus al vinificației, ca înlocuitor parțial de făină în panificație s-a dovedit promițătoare pentru îmbunătățirea proprietăților funcționale ale pâinii. Făina din semințe de struguri este bogată în polifenoli, acizi grași omega-6 și fibre alimentare, oferind beneficii în bolile cardiovasculare și contribuind la îmbunătățirea controlului glicemic (López-Caballero et al., 2022).

11.1.3. Produse de patiserie îmbogățite cu tescovină de struguri (biscuiți, prăjituri, cornuri)

Într-un studiu recent desfășurat la Facultatea de Inginerie Alimentară (ULST) (Poiana et al., 2023), au fost dezvoltate trei tipuri de produse de patiserie—biscuiți, chec și cornuri—utilizând făină de grâu spelta și procente variabile de tescovină de struguri (TS) (Figura 10.1). Scopul studiului a fost evaluarea potențialului tescovinei de struguri ca înlocuitor parțial al făinii de grâu spelta în formulele de patiserie fortificate.

Rezultatele acestui studiu au evidențiat posibilitatea incorporării tescovinei din struguri (TS) în produsele de patiserie. Fiind o sursă bogată de compuși fenolici și având o activitate antioxidantă ridicată, TS a crescut semnificativ valoarea nutrițională a produselor finale. În mod special, biscuiții, checul și cornurile îmbogățite cu pudră de TS au prezentat un profil nutrițional îmbunătățit comparativ cu probele martor, în special în ceea ce privește conținutul de lipide și cenușă. Aceste rezultate sugerează că TS poate fi utilizată eficient pentru fortificarea produselor de patiserie, oferind nu doar beneficii nutriționale sporite, ci și contribuind la proprietățile funcționale ale acestor alimente.



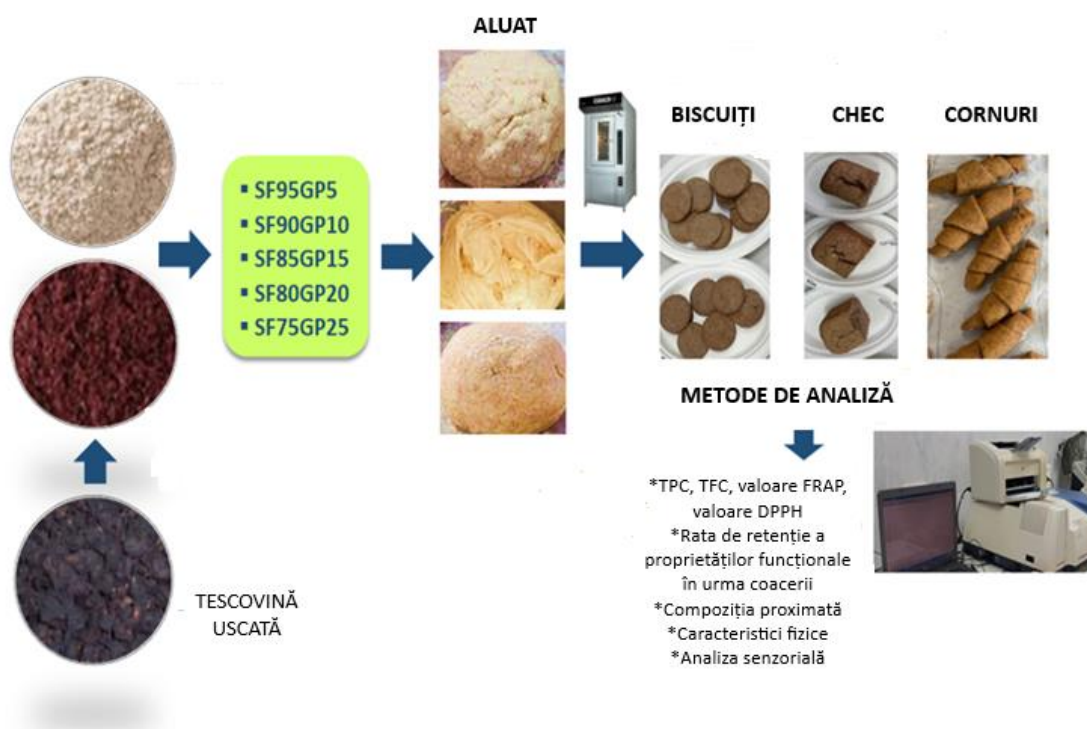


Figura 11.1. Produse de patiserie cu tescovină din struguri (Poiana et al., 2023)

11.1.4. Baghetă cu tărâțe de malț (BSG – Brewer’s Spent Grain)

Tărâțele de malț (BSG), un produs secundar al producției de bere, reprezintă o sursă importantă de proteine, fibre alimentare și compuși prebiotici.

Ca parte a inițiativei EITFOOD RIS Consumer Engagement Labs, Facultatea de Inginerie Alimentară (ULS Timișoara) a colaborat cu firma Prospero din Timișoara pentru a dezvolta un nou produs alimentar funcțional numit Bagheta Berarului. Acest produs este acum disponibil pe piață în Timișoara.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Bagheta Berarului este o pâine hipoglicemică, îmbogățită cu fibre, realizată prin valorificarea rădăcinilor de malț, un produs secundar al industriei berii. Introducerea rădăcinilor de malț nu doar că îmbunătățește profilul nutrițional al pâinii, dar contribuie și la proprietățile sale funcționale, cum ar fi scăderea nivelului indicelui glicemic.

Pe lângă beneficiile pentru sănătate, *Bagheta Berarului* se remarcă ca un produs sustenabil. Prin utilizarea rădăcinilor de malț, care altfel ar fi fost aruncate, această pâine contribuie la reducerea deșeurilor și susține principiile economiei circulare. Dezvoltarea unor astfel de produse alimentare inovatoare și sustenabile este în conformitate cu eforturile globale de promovare a eficienței resurselor și a responsabilității de mediu în sistemele alimentare (<https://tim7.ro/bagheta-berarului/>).



Figura 11.2. Bagheta Berarului

11.1.5. Paste pe bază de pulpa de roșii

Procesarea roșiilor generează subproduse importante, inclusiv coajă și semințe de roșii, care sunt bogate în licopen, un antioxidant puternic, și fibre alimentare. Îmbogățirea pastelor cu pulpă de roșii îmbunătățește profilul nutrițional al acestora, contribuind atât la sănătatea cardiovasculară, cât și la protecția antioxidantă, numeroase studii susținând beneficiile acestor produse pentru sănătatea consumatorilor (Wadhwa & Bakshi, 2013).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

11.1.6. Biscuiți îmbogățiti cu Omega-3 din produse secundare ale peștelui

Procesarea peștelui generează produse secundare, cum ar fi pielea, oasele și deșeurile care sunt bogate în acizi grași Omega-3 și peptide bioactive. Aceste produse secundare pot fi încorporate în produse de panificație, cum ar fi biscuiții, care, dacă sunt consumați regulat, pot oferi beneficii semnificative pentru sănătatea cardiovasculară și cognitivă (López-Caballero et al., 2022).

11.1.7. Cârnați cu semințe de roșii și ardei gras

Studiile recente au demonstrat potențialul semnificativ al produselor secundare din prelucrarea legumelor, în special semințele, în dezvoltarea produselor din carne cu valoare adăugată. Aceste produse secundare s-au dovedit a fi deosebit de eficiente datorită capacității lor antioxidante (Cocan et al. (2022); Cadariu et al. (2022)).

Produsele secundare obținute din prelucrarea ardeiului gras și a roșiilor îmbunătățesc rețetele de carne, în special în obținerea cârnaților fără nitriți. Produsele secundare din roșii și ardei gras pot înlocui eficient nitritul de sodiu în cârnații de porc, oferind un potențial antioxidant asemănător. Această substituție nu doar că îmbunătățește profilul antioxidant al cârnaților, dar promovează și utilizarea acestor produse secundare ca aditivi naturali pentru a preveni sau întârzia degradarea oxidativă în rețetele de cârnați fără nitriți. Mai mult, cercetările au subliniat eficiența acestor produse secundare vegetale în diverse procese tehnologice, inclusiv afumarea, uscarea și opărirea, confirmând eficacitatea lor în îmbunătățirea calității și duratei de valabilitate a produselor din carne (Cocan et al. (2022); Cadariu et al. (2022)).

11.2. Nutraceuticele

Nutraceuticele se referă la produse alimentare care oferă beneficii pentru sănătate dincolo de nutriția de bază. Acestea pot fi obținute din fructe, legume, cereale sau alte procese agricole și sunt îmbogățite cu compuși bioactivi care oferă beneficii specifice pentru sănătate,





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

cum ar fi îmbunătățirea digestiei, stimularea sistemului imunitar sau reducerea riscului de boli cronice.

11.2.1. Nutraceutice pe bază de fructe

Pulpa de mere, un produs secundar al producției de suc de mere, este utilizată pentru crearea de produse nutraceutice. Pulpa de mere conține fibre alimentare, antioxidanți și polifenoli, care sunt benefici pentru sănătatea digestivă și oferă efecte antiinflamatorii. Companii din Europa lucrează la dezvoltarea acestor produse secundare în alimente funcționale sau suplimente care promovează sănătatea inimii și funcția intestinală (Kołodziejczyk K, et al., 2007).

Măceșul, este utilizat pe scară largă pentru crearea de produse nutraceutice, în special din produsele secundare ale procesării măceșului. Semințele și cojile măceșului, adesea aruncate, sunt bogate în vitamina C, antioxidanți și acizi grași esențiali, fiind utilizate în suplimente și alimente funcționale care susțin sănătatea sistemului imunitar, reduc inflamația și îmbunătățesc sănătatea pielii (Vlaicu PA, et al., 2022).

11.2.2. Nutraceutice din produse secundare ale cerealelor

Făina de porumb, un nutraceutic hidrolizat enzimatic, produce peptide cu proprietăți antioxidante care pot reduce oxidarea lipidelor și pot avea potențial în prevenirea cancerului. (<https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65deeb9f0f3e94b9e5d2bfc4>)

- **Germeii din porumb** sunt bogați în fitosteroli, care pot ajuta la scăderea nivelului colesterolului, și în tocoferoli (vitamina E), care acționează ca antioxidanți (Deepak TS, 2022).
- **Mătasea de porumb** conține maizin, un compus fenolic cu efecte antiinflamatorii și beneficii potențiale pentru gestionarea greutateii (Sarepoua, E.; 2013).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- **Tărâțele de grâu** sunt o sursă bogată de fibre alimentare și s-a demonstrat că ajută digestia, reglează nivelul zahărului din sânge și reduc riscul bolilor de inimă. (<https://www.healthline.com/nutrition/wheat-bran>)
- **Bulgurul de grâu**, obținut din grâu dur integral spart, este bogat în fibre și nutrienți care ajută digestia și susțin sănătatea inimii.
- **Tărâțele de orez** conțin orizanol, un compus care poate ajuta la reducerea nivelului colesterolului, precum și antioxidanți care susțin sănătatea generală (Myrdal Miller, A.; 2014).
- **Tărâțele de orz** reprezintă o sursă bună de fibre beta-glucan, care au efecte de reducere a colesterolului și sunt benefice pentru sănătatea inimii (Ousager LB, 2012).

11.3. Proteine din plante

Valorificarea produselor secundare din lanțul agroalimentar ca surse noi de proteine vegetale a atras un interes tot mai mare în rândul comunității științifice și al industriei alimentare. Aceste produse secundare, provenite din procesarea semințelor oleaginoase, cerealelor, leguminoaselor, precum și a fructelor și legumelor, reprezintă alternative sustenabile de proteine, cu proprietăți funcționale și nutriționale valoroase.

Exemple de aplicații ale proteinelor vegetale obținute din produse secundare agroalimentare:

- **Burgeri pe bază de proteine din soia și mazăre:** reprezintă o alternativă vegetală la carnea convențională. Acești analogi de carne sunt îmbogățiți cu proteine extrase din șrot de soia și din reziduuri provenite din procesarea mazării. Proteinele obținute contribuie la îmbunătățirea texturii și a calității nutriționale a produsului, reducând totodată dependența de sursele animale de proteine (Sharma et al., 2023).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- **Cârnați pe bază de bob și lupin:** includerea proteinelor derivate din produsele secundare ale leguminoaselor îmbunătățește digestibilitatea și biodisponibilitatea proteinelor în formulele de cârnați vegetali (Galanakis, 2021).
- **Pâine îmbogățită cu șroturi oleaginoase:** adăugarea șroturilor de floarea-soarelui, rapiță sau cânepă ca sursă de proteine și fibre în rețetele de pâine fortificată contribuie la creșterea valorii nutritive a produsului (Poiana et al., 2023).
- **Biscuiți fără gluten îmbogățiti cu proteine:** utilizarea proteinelor din năut și linte, obținute din produsele secundare ale procesului de măcinare, permite creșterea conținutului proteic al produselor de panificație fără gluten (López-Caballero et al., 2022).

Iaurturi pe bază de plante: utilizarea izolaților proteici proveniți din produsele secundare ale procesării ovăzului, orezului și migdalelor pentru producerea iaurturilor vegetale fără lactoză, cu un conținut proteic ridicat și proprietăți bioactive îmbunătățite (Wadhwa & Bakshi, 2013).

- Băuturi vegetale îmbogățite cu proteine: fortificarea băuturilor pe bază de migdale și cocos prin adăugarea de proteine din mazăre și cânepă, obținute din sub-produse agroindustriale, contribuie la creșterea valorii nutritive și funcționale a acestora (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).
- Batoane proteice din produse secundare cerealiere: încorporarea proteinelor din tărâțe de grâu, tărâțe de orez și turte de fructe (tescovină) în batoane proteice asigură o sațietate sporită și beneficii nutriționale suplimentare (Myrdal Miller et al., 2014).

11.4. Suplimente

Dezvoltarea suplimentelor nutriționale din produsele secundare ale lanțului agroalimentar reprezintă o strategie sustenabilă și inovatoare, care contribuie atât la protejarea





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

mediului, cât și la îmbunătățirea sănătății umane. Aceste suplimente valorifică compuși bioactivi, fibrele alimentare, proteinele și antioxidanții derivați din reziduuri de origine vegetală și din industria alimentară, cu scopul de a optimiza aportul nutrițional. Numeroase studii au subliniat potențialul semnificativ al acestor produse secundare în dezvoltarea suplimentelor funcționale care susțin starea generală de bine.

- **Izolați proteici din mazăre și soia** – extrași din produsele secundare ale procesării leguminoaselor, aceste proteine contribuie la creșterea masei musculare și la menținerea senzației de sațietate (Galanakis, 2021).
- **Pulberi proteice din cânepă și in** – bogate în aminoacizi esențiali și acizi grași omega-3, având beneficii asupra sănătății cardiovasculare și metabolice (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).
- **Suplimente proteice din tărațe de orez** – subprodus al procesului de măcinare a orezului, proteina din tărațe de orez oferă o sursă hipoalergenică de nutriție vegetală (López-Caballero et al., 2022).
- **Capsule cu fibre din ovăz și tărațe de grâu** – conțin β -glucani, care susțin sănătatea intestinală, reduc nivelul colesterolului și contribuie la reglarea glicemiei (Wadhwa & Bakshi, 2013).
- **Pulberi din resturi de fructe (măr, strugure, citrice)** – surse naturale de pectină și polifenoli, care favorizează sănătatea digestivă și activitatea prebiotică (Poiana et al., 2023).
- **Capsule cu extract de sămburi de strugure** – bogate în proantocianidine, compuși recunoscuți pentru efectele benefice anti-îmbătrânire, cardiovasculare și asupra funcțiilor cognitive (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).
- **Extract din coajă de rodie** – conține acid elagic și polifenoli, eficienți în reducerea inflamațiilor și îmbunătățirea sănătății pielii (López-Caballero et al., 2022).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

11.5. Prebiotice și probiotice

Dezvoltarea suplimentelor prebiotice și probiotice din produsele secundare ale lanțului agroalimentar este aliniată principiilor sustenabilității, contribuind totodată la îmbunătățirea sănătății umane. Aceste produse secundare, bogate în fibre alimentare, oligozaharide și compuși favorabili proceselor de fermentație, reprezintă substraturi excelente pentru susținerea și echilibrarea microbiotei intestinale.

11.5.1. Prebiotice derivate din subproduse ale lanțului agroalimentar.

Prebioticele sunt componente alimentare nedigerabile care stimulează creșterea bacteriilor benefice din intestin, contribuind la îmbunătățirea digestiei și a funcției imunitare.

- Inulină și fructooligozaharide (FOS) – extrase din rădăcina de cicoare, anghinare și coji de ceapă, acești compuși sporesc diversitatea microbiotei intestinale (Galanakis, 2021).
- Pectină din resturi de fructe – prezentă în coji și sâmburi de mere, citrice și struguri, pectina acționează ca prebiotic, îmbunătățind sănătatea intestinală și metabolismul colesterolului (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).
- Arabinoxilani din tărațe cerealiere – derivați din tărațele de grâu, secară și ovăz, aceste fibre susțin producția de acizi grași cu lanț scurt (SCFA), benefici pentru sănătatea intestinului (Wadhwa & Bakshi, 2013).
- Amidon rezistent din coji de banană și cartofi – o fibră fermentabilă care hrănește bacteriile intestinale benefice și contribuie la reglarea glicemiei (López-Caballero et al., 2022).

11.5.2. Probiotice derivate din subproduse ale lanțului agroalimentar.

- Probioticele sunt microorganisme vii care contribuie la sănătatea intestinală prin îmbunătățirea digestiei și a funcției imunitare.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- Produse secundare lactate fermentate (zer, lapte bătut) – furnizează tulpini de *Lactobacillus* și *Bifidobacterium*, care contribuie la echilibrul microbiotei intestinale (Galanakis, 2021).
- Tărâțe de orez și produse secundare cerealiere fermentate – conțin bacterii lactice (LAB), care susțin sănătatea digestivă și funcția imunitară (Myrdal Miller et al., 2014).
- **Kombucha și subproduse de fructe fermentate** – cojile fructe semănțoase și miezul de ananas, conțin drojdii și probiotice care sprijină digestia și metabolismul (Cocan et al., 2022).

Capitolul 12. Dezvoltarea ambalajelor durabile. Obținerea de ambalaje biodegradabile și comestibile din subproduse ale lanțului agroalimentar

În contextul global actual, marcat de o preocupare tot mai accentuată pentru sustenabilitate și utilizarea eficientă a resurselor, recuperarea și valorificarea subproduselor din lanțul agroalimentar reprezintă o direcție strategică pentru promovarea economiei circulare și reducerea semnificativă a deșeurilor.

Subprodusele agroalimentare sunt definite ca materiale rezultate din procesele de producție alimentară, care nu sunt destinate consumului uman direct, dar care pot fi transformate prin tehnologii adecvate. Acestea includ o gamă largă de materii prime, precum coji, tulpini, sămburi/semințe, zer, tărâțe, precum și resturi vegetale sau animale. Utilizarea eficientă a acestor materiale este esențială pentru reducerea risipei alimentare și a impactului negativ asupra mediului, contribuind totodată la dezvoltarea unor sisteme agroalimentare mai durabile. Ambalajele alimentare reprezintă o componentă esențială a sectorului industriei alimentare. Totuși, în prezent, sectorul ambalajelor alimentare urmărește dezvoltarea unor





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

soluții biodegradabile și ușoare, menite să reducă utilizarea materialelor, cantitatea de deșeuri și costurile de transport.

Principalele subproduse care pot fi obținute din sectorul agroalimentar sunt:

- **Cereale:** tărațe, amidon, germeni, reziduuri de procesare etc.
- **Fructe și legume:** coji, semințe, pielețe, resturi de pulpă, etc.
- **Industria laptelui:** zer, zară, lapte bătut etc.
- **Industria cărnii:** oase, grăsimi, organe etc.
- **Industria uleiului:** șroturi de floarea-soarelui, șroturi de rapiță etc. (Carvalho, A.C.F.; și colab., 2025).

În procesarea cerealelor precum grâul și porumbul se generează tărațe, germeni și alte reziduuri, bogate în fibre și compuși bioactivi, care pot fi valorificate ca materie primă pentru fabricarea ambalajelor biodegradabile.

Amidonul, extras din grâu, porumb, orez sau cartofi, reprezintă o sursă eficientă de material biodegradabil pentru ambalarea alimentelor și este considerat un substitut sustenabil al plasticului. De asemenea, acest tip de ambalaj poate fi utilizat sub formă de film biodegradabil pentru diverse produse alimentare, inclusiv fructe, legume, gustări și alimente uscate (Kolybaba, M.; et al., 2016).

Industria fructelor și legumelor generează subproduse precum coji, semințe și tescovină, rezultate în urma procesării merelor, perelor, strugurilor, roșiilor și a altor fructe și legume. Acestea reprezintă surse valoroase de celuloză, pectină și alți biopolimeri cu potențial în aplicațiile de ambalare. Un exemplu este materialul de ambalare ecologic obținut pe bază de acid alginic și extract de tescovină din *Vitis vinifera L.* (subprodus al vinificației), utilizat pentru depozitarea cărnii roșii la frigider. În acest context, aminele biogene sunt considerate „santinele” ale proceselor de putrefacție (Aresta, A.M.; et al., 2023).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Bioplasticele reprezintă alternative ecologice la materialele plastice convenționale. Acestea pot fi de origine bio (biobased), biodegradabile sau ambele – fiind produse din biomasă și/sau descompuse de către microorganisme în apă și dioxid de carbon.

Clasificarea și exemplificarea tipurilor de plastic (Zhao, X.; et al., 2023):

→ **Plastic nedegradabil pe bază de petrol:**

PA – Poliamida

PTT – Tereftalat de polietilenă

PE – Polietilenă

PET – Polietilen tereftalat

PP – Polipropilena

- **bioplastic**
- Can be **bio-based**, **biodegradable**, or both:

PLA – poly-lactic acid

PHA – polyhydroxyalkanoates

PBS – polybutylene succinate

PBAT – polybutylene adipate terephthalate (*biodegradable but petroleum-based*)

PCL – polycaprolactone (*biodegradable but petroleum-based*)

Industria lactatelor generează cantități semnificative de zer, un subprodus rezultat în urma producerii brânzeturilor. Zerul conține proteine, lactoză și alți compuși care pot fi valorificați pentru obținerea de pelicule și învelișuri biodegradabile. Conform Regulamentului Comisiei Europene (CE) nr. 450/2009, articolul 3, „materiale și obiecte active” se referă la acele materiale și obiecte destinate să prelungească durata de conservare sau să mențină și să îmbunătățească calitatea produselor alimentare ambalate.

În timpul procesului de coagulare a cazeinei, industria lactatelor produce volume mari de deșeuri lichide, cunoscute sub denumirea de zer lactat. Acest lichid proteic, de culoare





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

verde-gălbuie și solubil în apă, este obținut după extracția cazeinei în procesul de fabricare a brânzeturilor. O modalitate promițătoare de valorificare a zerului lactat constă în utilizarea conținutului său proteic ca sursă de biopolimeri, pentru fabricarea de filme sau ambalaje comestibile pentru alimente (Yadav, J.S.S. et al., 2015).

În industria cărnii, principalele surse de **gelatină** sunt pielea porcinelor și a bovinelor, datorită disponibilității lor ridicate. Sursele de gelatină cel mai frecvent utilizate raportate sunt: pielea și cartilajul porcinelor (46%), pielea bovinelor (29,4%), oasele (23,1%) și alte surse (1,5%). Gelatina extrasă din pielea porcină, păsări și pește, precum și din deșeuri de piele bovină neprelucrată (untanned), este utilizată pentru producția de filme pentru ambalaje sau învelișuri comestibile (Nilsen-Nygaard, J., et al., 2021).

Industria uleiurilor vegetale, care include procesarea semințelor de **floarea-soarelui, rapiță și soia**, generează **turte și alte reziduuri** bogate în proteine și fibre.

Proprietățile învelișurilor comestibile obținute din turte:

- prelungesc durata de valabilitate a produselor alimentare;
- oferă rezistență fizică și reduc schimbul de umiditate al produsului;
- reduc permeabilitatea la oxigen, prevenind modificările chimice, cum ar fi oxidarea nutrienților (Serrapica, F.; et al., 2019).

Turtele oleaginoase reprezintă principalele produse secundare obținute după extragerea uleiului din semințe și sunt uscate la aer pentru a elimina apa înainte de depozitare. Filmele comestibile obținute din șroturi sunt potrivite pentru ambalare dacă prezintă proprietăți structurale, biologice, optice și de barieră solide. Acestea blochează eficient mirosurile, vapori, ulei, apă, oxigen și lumină, prevenind oxidarea lipidică, pierderea de umiditate și decolorarea, contribuind astfel la păstrarea calității și aspectului produsului (Petruș, A.; et al., 2021).

Biopolimeri pe bază de proteine





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Turta de presare, reziduul solid rezultat după extragerea uleiului din semințe, reprezintă o sursă valoroasă de proteine pentru fabricarea de **filme și învelișuri biodegradabile**.

- Turta de soia – bogată în proteine din soia, utilizată pentru producerea de filme biodegradabile cu proprietăți mecanice și de barieră excelente.
- Turta de floarea-soarelui – conține proteine de floarea-soarelui și este potrivită pentru formarea de filme cu rezistență moderată la apă.
- Turta de rapiță (canola) – proteinele din rapiță sunt valorificate în crearea de filme comestibile cu activitate antioxidantă și antimicrobiană, sporind astfel funcționalitatea produsului.
- Turta de arahide – bogată în proteine, este utilizată pentru obținerea de filme biodegradabile cu flexibilitate ridicată, adaptabile la diverse tipuri de produse alimentare.
- Turte de oleaginoase mixte (de exemplu, amestecuri de soia și floarea-soarelui) – sunt utilizate pentru obținerea de filme biopolimerice compozite, prin combinarea proteinelor și fibrelor, ceea ce permite îmbunătățirea proprietăților mecanice și de protecție (Popović Senka, et al., 2020).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Capitolul 13. Economia circulară și gestionarea resurselor. Aplicarea principiilor economiei circulare în sectorul agroalimentar. Optimizarea lanțului valorificare al subproduselor. Evaluarea fezabilității economice a proceselor de reutilizare.

13.1. Economia circulară și gestionarea resurselor

Sectorul agroalimentar a fost întotdeauna unul dintre principalii generatori de deșeuri, mai ales dacă luăm în considerare transformarea și procesarea materiilor prime la nivel industrial (Chiaraluce et al., 2023). În prezent, acest aspect are un impact semnificativ asupra sistemelor alimentare. Producția alimentară implică efecte de mediu, economice și sociale, influențând sustenabilitatea lanțurilor de aprovizionare agroalimentare. Sistemele alimentare sunt profund implicate în traiectoriile globale de sustenabilitate, tendințele din practicile de producție și consum generând costuri private și sociale tot mai mari, acestea din urmă fiind adesea externalizate către alte sectoare, inclusiv sănătate, resurse de apă și mediu global.

Tranziția către o economie circulară și sustenabilă a atras o atenție semnificativă în ultimii ani, în special în industria alimentară. Această industrie reprezintă un sector ideal pentru inițierea tranziției, datorită consumului ridicat de resurse și contribuției semnificative la generarea globală de deșeuri.

Totuși, risipa alimentară, lipsa resurselor și degradarea mediului reprezintă unele dintre provocările actuale care au un impact semnificativ asupra sistemului global de producție alimentară (Fazle Rabbi și Bin Amin, 2024).

Economia circulară face parte din conceptul mai larg de economie verde, care presupune utilizarea complet reutilizabilă și reciclabilă a resurselor materiale (Tarhini et al., 2022). Ideea economiei circulare a căpătat un rol central în era modernă a evoluției industriale, fiind considerată o strategie pentru creșterea sustenabilă. Reutilizarea produselor reprezintă una





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

dintre tacticile-cheie ale acestei strategii, deoarece crește eficiența utilizării resurselor, reduce deșeurile și extinde ciclul de viață al produselor (Psarommatis and May, 2025).

Economia circulară este un concept bazat pe schimbări în comportamentul consumatorilor, tehnologii și modele de afaceri care prioritizează durabilitatea, reutilizarea, repararea, recondiționarea, partajarea, închirierea și reciclarea produselor și materialelor, cu scopul de a obține o utilizare mai eficientă a resurselor prin închiderea, reproiectarea, extinderea și restrângerea circuitelor fluxurilor materiale.

În mod similar, conceptul de gestionare sustenabilă a materialelor reprezintă o abordare sistemică pentru utilizarea și reutilizarea materialelor într-un mod mai productiv pe întreaga durată a ciclului lor de viață (Paulo de Sa and Korinek, 2021).

Economia circulară este un model economic care urmărește minimizarea deșeurilor și maximizarea utilizării resurselor. Acesta se contrastează cu economia liniară tradițională, care urmează modelul „extrage, produce, aruncă” (Cahyadi et al., 2024).

Implementarea economiei circulare permite o utilizare mai eficientă a resurselor și reducerea deșeurilor pe tot parcursul ciclului de viață al unui produs, de la fabricație până la consum. O abordare integrată a producției alimentare, agriculturii și comerțului cu alimente contribuie la dezvoltarea zonelor rurale și poate stimula adoptarea practicilor prietenoase cu mediul (Fazle Rabbi și Bin Amin, 2024).

Managementul lanțului de aprovizionare implică coordonarea și integrarea tuturor activităților implicate în producția și livrarea unui produs, de la achiziția materiilor prime până la livrarea finală către consumator. Un management eficient al lanțului de aprovizionare urmărește creșterea eficienței, reducerea costurilor și îmbunătățirea satisfacției clienților. Componentele cheie includ aprovizionarea, achizițiile, producția, logistica și distribuția, care trebuie gestionate coerent pentru a asigura o funcționare fluidă (Cahyadi et al., 2024).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Integrarea economiei circulare în managementul lanțului de aprovizionare presupune încorporarea principiilor circulare în procesele lanțului de aprovizionare. Această integrare necesită reproiectarea activităților pentru a prioritiza eficiența resurselor, reducerea deșeurilor și extinderea ciclului de viață al produselor. Practicile includ lanțuri de aprovizionare în circuit închis, în care produsele sunt returnate pentru reutilizare, refabricare sau reciclare, și aprovizionarea durabilă, care asigură că materialele utilizate sunt prietenoase cu mediul (Cahyadi et al., 2024).

13.2. Aplicarea principiilor economiei circulare în sectorul agroalimentar.

În contextul sistemelor agricole și alimentare, agricultura circulară este adesea denumită bioeconomie circulară pentru a o diferenția de circularitatea din sectorul industrial, care se bazează mai mult pe resurse neregenerabile extrase (Duncan et al., 2023).

Agricultura circulară este adesea confundată cu retorica farm-to-fork și responsabilitatea lanțului de aprovizionare, care include elemente legate de ciclul de viață și trasabilitate înainte și după poarta fermei, referindu-se de obicei implicit la sistemele agricole și alimentare din țările cu venituri ridicate.

Datorită complexității sale biologice și ca adiunct al proceselor naturale ale ecosistemelor, agricultura oferă unele dintre cele mai clare exemple de utilizare circulară a resurselor, multe dintre acestea dezvoltându-se de-a lungul secolelor prin practici tradiționale și schimburi de cunoștințe formale și informale în sistemele agricole extensive și cu input redus. Principalele exemple includ: respectarea sezonității în producție pentru a adapta culturile la condițiile optime de creștere, utilizarea reziduurilor vegetale în hrana animalelor, creșterea nutrienților din sol prin utilizarea deșeurilor animale și umane și optimizarea utilizării altor produse biologice de origine animală, inclusiv pentru producția de energie regenerabilă (Duncan et al., 2023).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Uniunea Europeană, prin strategiile sale Green Deal și Farm to Fork, plasează economia circulară în centrul viitorului creșterii industriale verzi. Deși economia circulară a apărut ca o soluție cu beneficii reciproce în industria agroalimentară, există încă multe aspecte de abordat în ceea ce privește cadrul legislativ și aspectele tehnice (Chiaraluce et al., 2023).

În contextul sistemelor agricole și alimentare, economia circulară este adesea denumită bioeconomie circulară, pentru a o diferenția de circularitatea în producție, care se bazează mai mult pe resurse neregenerabile extrase. Economia circulară este adesea confundată cu retorica responsabilității farm-to-fork și a responsabilității lanțului de aprovizionare, care include elemente legate de ciclul de viață și trasabilitate înainte și după poarta fermei și care, de obicei, se referă implicit la sistemele agricole și alimentare din țările cu venituri ridicate.

Datorită complexității sale biologice și ca adiunct al proceselor naturale ale ecosistemelor, agricultura oferă unele dintre cele mai clare exemple de utilizare circulară a resurselor, multe dintre acestea dezvoltându-se de-a lungul secolelor prin practici tradiționale și schimburi de cunoștințe formale și informale în sisteme agricole extensive și cu input redus (Duncan et al., 2023).

Integrarea principiilor economiei circulare în managementul lanțului de aprovizionare agroalimentar reprezintă o abordare promițătoare pentru creșterea sustenabilității și eficienței. Această integrare presupune implementarea mai multor strategii-cheie (Cahyadi et al., 2024).

Implementarea principiilor economiei circulare poate influența cele trei dimensiuni ale sustenabilității – planetă, oameni, profit. Aceasta reduce presiunea asupra resurselor naturale prin reutilizarea produselor eliminate și contribuie la diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră. Economia circulară implică activități productive dezvoltate cu respect față de societate și mediu, cu scopul de a promova condiții de muncă decente și o dezvoltare socială echitabilă. În final, economia circulară stimulează perspective pentru remunerare corectă și crearea de locuri de muncă, bazate pe reutilizarea și valorificarea deșeurilor. (Chiaraluce et al., 2023).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

climatice. Studii precum cel realizat de Cahyadi et al. (2024) oferă cadre teoretice și studii de caz care demonstrează aplicațiile practice și beneficiile acestor strategii în contexte diverse. Cu toate acestea, costurile ridicate asociate acestor tehnologii pot fi prohibitive pentru mulți actori, în special în regiunile în curs de dezvoltare. În plus, este nevoie de tehnologii inovatoare care să faciliteze implementarea eficientă a economiei circulare, precum tehnici avansate de reciclare, soluții de conversie a deșeurilor în energie și agricultură de precizie.

Un alt factor important este consumatorul. Economia circulară este un model de producție și consum și nu poate fi implementată eficient dacă consumatorul nu este pregătit să se implice în acest proces. Consumatorul poate fi parte a procesului circular fără a fi implicat direct în procesul industrial de transformare a alimentelor. Colaborarea dintre companii și autoritățile regionale poate promova inițiative și ateliere pentru a răspândi conceptul economiei circulare, începând cu noile generații din școli, contribuind astfel la promovarea tranziției către o economie durabilă (Chiaraluce et al., 2023).

Problemele legate de reglementare și politici reprezintă, de asemenea, obstacole semnificative în calea integrării principiilor economiei circulare în lanțul de aprovizionare agroalimentar. Reglementările și politicile inconsistente între regiuni pot împiedica adoptarea pe scară largă a practicilor economiei circulare. De exemplu, lipsa politicilor de sprijin în unele regiuni poate împiedica punerea în aplicare a strategiilor de reducere a deșeurilor și de eficiență a resurselor. Sunt necesare politici standardizate pentru a încuraja adoptarea la nivel global a principiilor economiei circulare și pentru a crea un mediu propice tranziției către o economie circulară. Studiile comparative privind modul în care diferite cadre de reglementare și politici influențează punerea în aplicare a economiei circulare în diferite regiuni pot oferi informații valoroase și pot contribui la adaptarea strategiilor la nevoile și condițiile locale (Cahyadi et al., 2024).

13.3. Eficientizarea valorificării produselor secundare

88



Co-funded by
the European Union



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Lanțul agroalimentar global se confruntă cu provocări fără precedent, printre care o creștere estimată a cererii cu 50 % până în 2050, pierderea biodiversității cauzată de schimbările climatice și impacturi semnificative asupra mediului, cum ar fi 35 % din emisiile globale de gaze cu efect de seră și 70 % din consumul de apă dulce (Saladi, 2025). **Lanțul valoric** se referă la etapele pe care le parcurge alimentul de la producători la utilizatorii finali. Acesta include agricultura, prelucrarea, distribuția și vânzarea cu amănuntul. Fiecare etapă adaugă valoare, asigurând calitatea și accesibilitatea pentru consumatori (Saladi, 2025). Reutilizarea și recuperarea resurselor sunt tot mai frecvent recunoscute ca strategii esențiale pentru îmbunătățirea practicilor de producție durabilă, în special prin reducerea fluxurilor de deșeuri și reintegrarea materialelor valoroase în lanțul de producție. În contextul provocărilor tot mai accentuate generate de schimbările climatice, sectorul agroalimentar poate beneficia considerabil de valorificarea fluxurilor secundare (comestibile) – precum părțile neculese ale culturilor sau cojile de legume – care sunt adesea neglijate și eliminate de consumatori. Pornind de la această oportunitate, trendul actual vizează strategii de valorificare a produselor secundare în cadrul unităților alimentare. În acest scop, este elaborat un model de optimizare mixtă (mixed-integer), care oferă suport factorilor de decizie în determinarea unui portofoliu optim de produse și a unei configurații eficiente de procesare, cu obiectivul de a maximiza eficiența utilizării resurselor și sustenabilitatea sistemului (Remijnse et al., 2025).

Un aspect esențial al economiei circulare este înțelegerea modului în care se creează valoarea adăugată și identificarea factorilor care facilitează această valoare adăugată. Economia circulară este susținută de inovații care permit generarea de valoare adăugată. Aceste inovații stau la baza creșterii performanțelor de mediu, economice și sociale ale companiilor. De fapt, există o legătură puternică între sustenabilitate și inovație. Mai mulți autori atribuie inovațiile care influențează crearea de valoare în cadrul abordării economiei circulare la patru domenii principale: proces, produs, serviciu și model de afaceri. Acestea sunt condiții esențiale





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

pentru dezvoltarea eco-inovațiilor și pentru implementarea strategiilor care sprijină tranziția de la o economie liniară la una circulară. În funcție de tipurile de inovații identificate, rolul lor în economia circulară poate fi explicat prin modalitățile prezentate în continuare (Poponi et al., 2023).

Inovațiile conduc la generarea de valoare adăugată prin acțiuni menite să extindă ciclul de viață al produsului. Acestea includ reutilizarea sau recondiționarea produsului, reutilizarea componentelor, precum și aplicarea eco-designului, care urmărește reducerea impactului produsului pe tot parcursul ciclului său de viață și optimizarea proceselor de producție, duratei de utilizare și recuperării, prin utilizarea unor metodologii diverse (Poponi et al., 2023).

13.4. Evaluarea fezabilității economice a proceselor de reutilizare

În ultimul deceniu, economia circulară a beneficiat de o atenție tot mai mare la nivel global, fiind considerată o soluție pentru depășirea modelului actual de producție și consum, caracterizat prin utilizarea excesivă și epuizarea resurselor (Hamam M. et al., 2021). În contextul lanțurilor de aprovizionare alimentare, economia circulară pune accent pe reducerea risipei alimentare, promovarea recuperării și reutilizării deșeurilor, adoptarea unor noi modele de afaceri circulare și abordarea implicațiilor socio-economice și politice. Implementarea principiilor economiei circulare poate contribui la îmbunătățirea eficienței, sustenabilității și rezilienței sistemului alimentar, generând totodată noi oportunități economice (Bigliardiab, 2024).

În contextul actual al resurselor limitate, schimbărilor climatice globale, degradării mediului și creșterii cererii alimentare, agricultura ecologică reprezintă o strategie promițătoare pentru susținerea unei agriculturi durabile, restaurative și regenerative. Problematika generată de subprodusele și deșeurile industriei agroalimentare a atras atenția comunității academice, autorităților, industriei și consumatorilor (Hamam M. et al., 2021).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Reducerea impactului asupra mediului, creșterea eficienței utilizării resurselor și sporirea profitabilității sunt doar câteva dintre beneficiile pe care sectorul alimentar le-a înregistrat prin adoptarea perspectivelor economiei circulare. Această abordare promovează gândirea colaborativă și inovația pe întregul lanț valoric alimentar. Totuși, există obstacole ce trebuie depășite pentru a implementa aceste concepte în practică. Printre acestea se numără schimbarea percepțiilor consumatorilor, depășirea barierelor legislative, îmbunătățirea logisticii și a lanțurilor de aprovizionare, precum și găsirea unor soluții pentru problema risipei alimentare. În ciuda acestor provocări, există numeroase oportunități pentru rezolvarea unor probleme stringente, precum insecuritatea alimentară și accesibilitatea, prin aplicarea principiilor economiei circulare. Sectorul alimentar poate îmbunătăți semnificativ sustenabilitatea prin respectarea acestor principii, reducerea risipei alimentare și încurajarea practicilor durabile de-a lungul întregului lanț de aprovizionare. Mai mult, această abordare are potențialul de a deschide noi piețe pentru produse valoroase obținute din deșeurile alimentare (Fazle Rabbi and Bin Amin, 2024).

Economia circulară, ca și alte modele durabile, necesită nu doar concepte inovatoare, ci și actori inovatori; implementarea sa trebuie adesea susținută de părțile interesate care facilitează schimbările în politicile și instrumentele decizionale. Adoptarea strategiilor de către companii pentru îmbunătățirea circularității sistemului de producție implică, de asemenea, colaborarea cu alte firme de-a lungul întregului lanț de aprovizionare, pentru a realiza cel mai eficient model circular posibil. Implementarea economiei circulare nu este întotdeauna ușor de realizat, deoarece se confruntă frecvent cu limite biofizice, inclusiv cerințe energetice ridicate pentru recuperarea resurselor și pierderea calității acestora (Hamam M. et al., 2021).





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Bibliografie

1. Abreu, A. P., Martins, R., & Nunes, J. (2023). Emerging Applications of *Chlorella* sp. and *Spirulina* (*Arthrospira*) sp. In *Bioengineering* (Vol. 10, Issue 8). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/bioengineering10080955>
2. Ajit, A., Vishnu, A. G., & Varkey, P. (2021). Incorporation of grape seed extract towards wound care product development. *3 Biotech*, 11(6), 261. <https://doi.org/10.1007/s13205-021-02826-4>
3. Alves, R. C., Rodrigues, F., Nunes, M. A., Vinha, A. F., & Oliveira, M. B. P. P. (2017). State of the art in coffee processing by-products. In C. M. Galanakis (Ed.), *Handbook of coffee processing by-products* (pp. 1–26). Academic Press.
4. Anal, A. K., & Panesar, P. S. (Eds.). (2022). *Valorization of agro-industrial byproducts: Sustainable approaches for industrial transformation* (1st ed., p. 378). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003125679>
5. Andrade, M. A., Barbosa, C. H., Shah, M. A., Ahmad, N., Vilarinho, F., Khwaldia, K., Silva, A. S., & Ramos, F. (2023). Citrus By-Products: Valuable Source of Bioactive Compounds for Food Applications. In *Antioxidants* (Vol. 12, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox12010038>
6. Aradwad, P., Raut, S., Abdelfattah, A., Rauh, C., & Sturm, B. (2025). Brewer's spent grain: Unveiling innovative applications in the food and packaging industry. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 24, Issue 3). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70150>
7. Aresta, A. M., De Vietro, N., Gubitosa, J., Rizzi, V., De Pasquale, I., Fini, P., Cosma, P., Curri, M. L., & Zambonin, C. (2023). Effect of a composite alginate/grape pomace extract packaging material for improving meat storage. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 15958.
8. Arslan, A., and Alibaş, I. 2024. Assessing the effects of different drying methods and minimal processing on the sustainability of the organic food quality. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 94, June, 103681
9. Bani Kheiredine, R., Derbal, K., Charbit, K., & Maryem, A. (2022). Biogas production by an anaerobic co-digestion process from olive mill waste: Effect of ultrasonic pre-treatment. *Desalination and Water Treatment*, 246, 139–145. <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28011>
10. Bojorges, H., López-Rubio, A., Martínez-Abad, A., & Fabra, M. J. (2023). Overview of alginate extraction processes: Impact on alginate molecular structure and techno-functional properties. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 140). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104142>
11. Bashir, K. M. I., Kim, J. W., Park, H. R., Lee, J. K., Choi, B. R., Choi, J. S., & Kim, Y. S. (2024). Validating the health benefits of coffee berry pulp extracts in mice with high-fat diet-induced obesity and diabetes. *Antioxidants*, 13, 10. <https://doi.org/10.3390/antiox13010010>
12. Bessada, S. M. F., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Coffee silverskin: A review on potential cosmetic applications. *Cosmetics*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010005>
13. Betoret, E., Calabuig-Jiménez, L., Barrera, C., Dalla Rosa, M. 2016. Sustainable Drying Technologies for the Development of Functional Foods and Preservation of Bioactive Compounds, *Sustainable Drying Technologies*, Chapter 3, Intech Open; DOI: 10.5772/64191
14. Bié, J., Sepodes, B., Fernandes, P. C. B., & Ribeiro, M. H. L. (2023). Polyphenols in Health and Disease: Gut Microbiota, Bioaccessibility, and Bioavailability. *Compounds*, 3(1), 40-72. <https://doi.org/10.3390/compounds3010005>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

15. Borah M.S., Ajita Tiwari , Kandi Sridhar , Kairam Narsaiah , Prakash Kumar Nayak, and Baskaran Stephen Inbaraj, Recent Trends in Valorization of Food Industry Waste and By-Products: Encapsulation and In Vitro Release of Bioactive Compounds, *Foods* **2023**, 12, 3823
16. Brennan, C. S. (2024). Regenerative Food Innovation: The Role of Agro-Food Chain By-Products and Plant Origin Food to Obtain High-Value-Added Foods. In *Foods* (Vol. 13, Issue 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/foods13030427>
17. Brodkorb, A., Egger, L., Alminger, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., ... & Recio, I. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature protocols*, 14(4), 991-1014.
18. Cadariu, A. I., Cocan, I., Negrea, M., Alexa, E., Obistioiu, D., Hotea, I., Radulov, I., & Poiana, M.-A. (2022). Exploring the potential of tomato processing byproduct as a natural antioxidant in reformulated nitrite-free sausages. *Sustainability*, 14(19), 11802. <https://doi.org/10.3390/su141911802>
19. Cahyadi E.R. , Hidayati N., Zahra N., Arif C., Integrating Circular Economy Principles into Agri-Food Supply Chain Management: A Systematic Literature Review, *Sustainability* 2024, 16, 7165. <https://doi.org/10.3390/su16167165>
20. Carbonell-Capella, J. M., Buniowska, M., Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2014). Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(2), 155–171. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12049>.
21. Chiaraluce G., Bentivoglio D. and Finco A., The circular economy model in the agri-food sector: A new strategy for the regional development, *AIMS Agriculture and Food* 2023, 8(3): 851–872.
22. Choe, U. (2025). Valorization of spent coffee grounds and their applications in food science. In *Current Research in Food Science* (Vol. 10). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2025.101010>
23. Choon Hui Tana, Ching Lik Hiib, Chaleeda Borompichaichartkul,d, Puttapon Phumsombatc, Ianne Konga, and Liew Phing Pui, Valorization of fruits, vegetables, and their by-products: Drying and bio-drying, *DRYING TECHNOLOGY*, 2022, pages1-25.
24. Cocan, I., Cadariu, A.-I., Negrea, M., Alexa, E., Obistioiu, D., Radulov, I., & Poiana, M.-A. (2022). Investigating the antioxidant potential of bell pepper processing by-products for the development of value-added sausage formulations. *Applied Sciences*, 12(23), 12421. <https://doi.org/10.3390/app122312421>
25. Coelho, M. C., Ribeiro, T. B., Oliveira, C., Batista, P., Castro, P., Monforte, A. R., Rodrigues, A. S., Teixeira, J., & Pintado, M. (2021). In Vitro Gastrointestinal Digestion Impact on the Bioaccessibility and Antioxidant Capacity of Bioactive Compounds from Tomato Flours Obtained after Conventional and Ohmic Heating Extraction. *Foods*, 10(3), 554. <https://doi.org/10.3390/foods10030554>
26. Comunian, T.A., Silva, M.P., Souza, C.J.F., 2021. The use of food by-products as a novel for functional foods: Their use as ingredients and for the encapsulation process. *Trends in Food Science & Technology* Volume 108, February 2021, Pages 269-280
27. Corneanu, M., Golache, E., Sîrbu, S., & Iurea, E. (n.d.). *CONSIDERATIONS REGARDING THE INFLUENCE OF CLIMATE ON THE PLUM IN THE CULTIVATION CONDITIONS IN ROMANIA*.
28. Costa, A. S. G., Alves, R. C., Vinha, A. F., Barreira, S. V. P., Nunes, M. A., Cunha, L. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2014). Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product, having in view a sustainable process. *Industrial Crops and Products*, 53, 350–357. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.01.006>
29. Costa, A. S. G., Alves, R. C., Vinha, A. F., Barreiro, S. V. P., Nunes, M. A., Cunha, L. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2014). Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product,





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- having in view a sustainable process. *Industrial Crops and Products*, 53, 350–357. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.01.006>.
30. Costa, A. S. G., Alves, R. C., Vinha, A. F., Costa, E., Costa, C. S. G., Nunes, M. A., Almeida, A. A., Santos-Silva, A., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Nutritional, chemical and antioxidant/pro-oxidant profiles of silverskin, a coffee roasting by-product. *Food Chemistry*, 267, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.106>
 31. Costa, A. S. G., Peixoto, J. A. B., Machado, S., Espírito Santo, L., Soares, T. F., Andrade, N., Azevedo, R., Almeida, A., Costa, H. S., Oliveira, M. B. P. P., Martel, F., Simal-Gandara, J., & Alves, R. C. (2025). Coffee Pulp from Azores: A Novel Phytochemical-Rich Food with Potential Anti-Diabetic Properties. *Foods*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/foods14020306>
 32. Costa, J. R., Amorim, M., Vilas-Boas, A., Tonon, R. V., Cabral, L. M., Pastrana, L., & Pintado, M. (2019). Impact of in vitro gastrointestinal digestion on the chemical composition, bioactive properties, and cytotoxicity of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah grape pomace extract. *Food & function*, 10(4), 1856–1869. <https://doi.org/10.1039/C8FO02534G>
 33. de Mello, V., de Mesquita Júnior, G. A., Alvim, J. G. E., Costa, J. d. C., & Vilela, F. M. P. (2023). Recent patent applications for coffee and coffee by-products as active ingredients in cosmetics. *International Journal of Cosmetic Science*, 45, 267–287. <https://doi.org/10.1111/ics.12843>
 34. Deepak, T. S., & Jayadeep, P. A. (2022). Prospects of maize (corn) wet milling by-products as a source of functional food ingredients and nutraceuticals. *Food Technology and Biotechnology*, 60(1), 109–120. <https://doi.org/10.17113/ftb.60.01.22.7340>
 35. Despoudi, S., Bucatariu, C., Otlés, S., & Kartal, C. (2021). Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In S. Otlés (Ed.), *Food waste recovery* (2nd ed., pp. 3–19). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820563-1.00008-1>
 36. Dias, P. G. I., Sajiwanie, J. W. A., & Rathnayaka, R. M. U. S. K. (2020). Formulation and development of composite fruit peel powder incorporated fat and sugar-free probiotic set yogurt. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 11(1), 59–66. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.11.1.0084>
 37. Difonzo, G., Grassi, S., & Paciulli, M. (2022). Upcycling of agro-food chain by-products to obtain high-value-added foods. *Foods*, 11(14), 2043. <https://doi.org/10.3390/foods11142043>
 38. Dima C, Assadpour E, Dima S, Jafari SM. Bioavailability and bioaccessibility of food bioactive compounds; overview and assessment by in vitro methods. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020 Nov;19(6):2862-2884. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12623>.
 39. Dosoky, N. S., & Setzer, W. N. (2018). Biological activities and safety of Citrus spp. essential oils. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(7), 1966. <https://doi.org/10.3390/ijms19071966>
 40. Duncan A.J., Ayantunde A., Blummel M., Amole T., Padmakumar V., Moran D., Applying circular economy principles to intensification of livestock production in Sub-Saharan Africa, 2023, *Outlook on Agriculture* 52(3)
 41. Erbay, Z., & Icier, F. (2010). The importance and potential uses of olive leaves. *Food Reviews International*, 26(4), 319–334. <https://doi.org/10.1080/87559129.2010.496021>
 42. European Food Safety Authority (EFSA). (2022). Safety of dried coffee husk (cascara) from *Coffea arabica* L. as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal*, 20, e07185. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7085>
 43. Fărcaș, A. C., Socaci, S. A., Nemeș, S. A., Salanță, L. C., Chiș, M. S., Pop, C. R., Borșa, A., Diaconeasa, Z., & Vodnar, D. C. (2022). Cereal Waste Valorization through Conventional and Current Extraction Techniques—An Up-to-Date Overview. *Foods*, 11(16), 1–34. <https://doi.org/10.3390/foods11162454>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

60. Igual, M., Moreau, F., García-Segovia, P., & Martínez-Monzó, J. (2023). Valorization of beetroot by-products for producing value-added third generation snacks. *Foods*, 12(1), 176. <https://doi.org/10.3390/foods12010176>
61. Igual, M., Păucean, A., Vodnar, D. C., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., & Chiș, M. S. (2022). In Vitro Bioaccessibility of Bioactive Compounds from Rosehip-Enriched Corn Extrudates. *Molecules*, 27(6), 1972. <https://doi.org/10.3390/molecules27061972>
62. Inada, K. O. P., Nunes, S., Martinez-Blazquez, J. A., Tomás-Barberán, F. A., Perrone, D., Monteiro, M. 2020. Effect of high hydrostatic pressure and drying methods on phenolic compounds profile of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel and seed. *Food Chemistry*, 309, 125794. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125794>
63. Inayatul, M., Paulus Lobo, G., Sri, S., & Dahlang, T. (2025). Can agriculture and food waste be a solution to reduce environmental impact of plastic pollution? Zero-waste approach for sustainable clean environment. *Bioresource Technology*, 420, 132130. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132130>
64. Ingale, O. S., Pravin, B. P., Pawase, P. A., Shams, R., Dash, K. K., Bashir, O., & Roy, S. (2025). Enhancing bioactive stability and applications: microencapsulation in fruit and vegetable waste valorization. In *Discover Food* (Vol. 5, Issue 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00412-8>
65. Jiang, H., Zhang, M., Fang, Z., Mujumdar, A.S., Xu, B. 2016. Effect of different dielectric drying methods on the physic-chemical properties of a starch–water model system. *Food Hydrocolloids*, 52, 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.06.021>
66. Kalintas Caglar, N., Saroglu, O., Karakas, C.Y., Tasci, C.O., Catalkaya, G., Yildirim, R.M., Gultepe, E.E., Gulec, S., Sagdic, O., Capanoglu, E. and Karadag, A. (2024), Liposomal black mulberry extract loaded-nanofibers: preparation, characterisation, and bioaccessibility of phenolics by simulated in vitro digestion combined with the Caco-2 cell model. *Int J Food Sci Technol*, 59: 9298-9309. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17570>
67. Karastergiou, A., Gancel, A. L., Jourdes, M., & Teissedre, P. L. (2024). Valorization of Grape Pomace: A Review of Phenolic Composition, Bioactivity, and Therapeutic Potential. In *Antioxidants* (Vol. 13, Issue 9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/antiox13091131>
68. Katnić, Đ., Marinović-Cincović, M., Porobić, S. J., Vujčić, I., Šaponjić, A., Sikirić, B., & Živojinović, D. (2022). Characterization and kinetics of thermal decomposition behavior of plum and fig pomace biomass. *Journal of Cleaner Production*, 352. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131637>
69. Knežević N., Ranilović J., Cvetković T., Grbavac S., Palfi M., Vegetable by-products in the European food legislative framework, *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* vol.16 (3-4), 2021
70. Kołodziejczyk, K., Markowski, J., Kosmala, M., Król, B., & Płocharski, W. (2007). Apple pomace as a potential source of nutraceutical products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(4B), 291–295.
71. Kolybaba, M., Tabil, L., Panigrahi, S., Crerar, W., Powell, T., & Wang, B. (2016). *Biodegradable polymers: Past, present, and future*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
72. Kumar, A., et al. (2021). Recent advances in anaerobic digestion of food waste: A review. *Bioresource Technology*, 319, 124187. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124187>
DOI:10.1016/j.tifs.2020.07.015





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

73. Leong, Y. K., & Chang, J. S. (2022). Valorization of fruit wastes for circular bioeconomy: Current advances, challenges, and opportunities. *Bioresource Technology*, 359, 127459. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127459>
74. Li, Y., Xu, S. Y., Sun, D.-W. 2007. Preparation of garlic powder with high allicin content by using combined microwave-vacuum and vacuum drying as well as microencapsulation. *Journal of Food Engineering*, 83(1), 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.057>
75. Liu, M., Yun, P., Hu, Y., Yang, J., Khadka, R. B., & Peng, X. (2020). Effects of grape seed proanthocyanidin extract on obesity. *Obesity Facts*, 13(2), 279–291. <https://doi.org/10.1159/000502235>
76. López-Caballero, M. E., et al. (2022). Agro-industrial by-products as sources of bioactive compounds for functional foods: A review. *Food Bioscience*, 47, 101674. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101674>
77. López-Gómez, J. P., et al. (2020). Biotechnological approaches for agro-waste valorization. *Trends in Food Science & Technology*,
78. Loschi, F., Zengin, G., Zancato, M., Ferrarese, I., De Zordi, N., Dall'Acqua, S., & Sut, S. (2024). Valorisation of olive pomace from Veneto region: Oven-dried material for food, nutraceutical, and cosmetic application of the OLIVARE project. *Process Biochemistry*, 137, 153–163. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2024.01.001>
79. Lu, X., et al. (2020). Evaluation of Oral Bioaccessibility of Aged Citrus Peel Extracts Encapsulated in Different Lipid-Based Systems: A Comparison Study Using Different in Vitro Digestion Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(1), 97–105.
80. Machado, M., Espírito Santo, L., Machado, S., Lobo, J. C., Costa, A. S. G., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, H., & Alves, R. C. (2023). Bioactive Potential and Chemical Composition of Coffee By-Products: From Pulp to Silverskin. *Foods*, 12(12), 2354. <https://doi.org/10.3390/foods12122354>
81. Machado, M., Galrinho, M. F., Passos, C. P., Espírito Santo, L., Chiş, M. S., Ranga, F., Puga, H., Palmeira, J., Coimbra, M. A., Oliveira, M. B. P. P., & Alves, R. C. (2024). Prebiotic potential of a coffee silverskin extract obtained by ultrasound-assisted extraction on *Lacticaseibacillus paracasei* subsp. *paracasei*. *Journal of Functional Foods*, 120, 106378. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106378>
82. Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 230S–242S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.230S>
83. Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1 Suppl), 230S–242S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.230S>
84. Manakas, P., Balafoutis, A. T., Kottaridi, C., & Vlysidis, A. (2025). Sustainability assessment of orange peel waste valorization pathways from juice industries. In *Biomass Conversion and Biorefinery* (Vol. 15, Issue 5, pp. 6525–6544). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05626-x>
85. Michailides, M., Christou, G., Akrotos, C. S., Tekerlekopoulou, A. G., & Vayenas, D. V. (2011). Composting of olive leaves and pomace from a three-phase olive mill plant. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65(3), 560–564. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.02.007>
86. Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T. O. R. S. T. E. N., Bourlieu, C., ... & Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & function*, 5(6), 1113–1124. <https://doi.org/10.1039/c3fo60702j>
87. Minekus, M. (2015). The TNO gastro-intestinal model (TIM). *The Impact of Food Bioactives on Health: in vitro and ex vivo models*, 37–46.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

88. Morgan, C.A., Herman, N., White, P.A. & Vesey, G. 2006. Preservation of micro-organisms by drying: A review. *Journal of Microbiological Methods*, 66, 183–193
89. Mujtaba, M., Fraceto, L. F., Fazeli, M., Mukherjee, S., Savassa, S. M., de Medeiros, G. A., do Espírito Santo Pereira, A., Mancini, S. D., Lipponen, J., & Vilaplana, F. (2023). Lignocellulosic biomass from agricultural waste to the circular economy: A review with focus on biofuels, biocomposites and bioplastics. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136815. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136815>
90. Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
91. Myrdal Miller, A., Mills, K., Wong, T., Drescher, G., Lee, S. M., Sirimuangmoon, C., Schaefer, S., Langstaff, S., Minor, B., & Guinard, J.-X. (2014). Flavor-enhancing properties of mushrooms in meat-based dishes in which sodium has been reduced and meat has been partially substituted with mushrooms. *Journal of Food Science*, 79, S1795–S1804. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12549>
92. Nicastro R., Papale M., Fusco G.M., Capone A., Morrone B., Carillo P., Legal Barriers in Sustainable Agriculture: Valorization of Agri-Food Waste and Pesticide Use Reduction, *Sustainability* 2024, 16, 8677. <https://doi.org/10.3390/su16198677>
93. Nilsen-Nygaard, J., Fernández, E. N., Radusin, T., Rotabakk, B. T., Sarfraz, J., Sharmin, N., Sivertsvik, M., Sone, I., & Pettersen, M. K. (2021). Current status of biobased and biodegradable food packaging materials: Impact on food quality and effect of innovative processing technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1333–1380. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12701>
94. Nunes, M. A., Alves, R. C., Costa, A. S. G., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Olive pomace phenolics extraction: Conventional vs emergent methodologies. In Vilarinho, C., Castro, F., & Lopes, M. (Eds.), *WASTES – Solutions, Treatments and Opportunities II* (pp. 395–400). Taylor & Francis. ISBN 978-1-138-19669-8
95. Nunes, M. A., Costa, A. S. G., Bessada, S., Santos, J., Puga, H., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Olive pomace as a valuable source of bioactive compounds: A study regarding its lipid- and water-soluble components. *Science of the Total Environment*, 644, 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.350>
96. Nunes, M. A., Palmeira, J. D., Melo, D., Machado, S., Lobo, J. C., Costa, A. S. G., & Oliveira, M. B. P. P. (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of a new olive pomace functional ingredient. *Pharmaceuticals*, 14(9), 913. <https://doi.org/10.3390/ph14090913>
97. Nunes, M. A., Pawlowski, S., Costa, A. S. G., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., & Velizarov, S. (2019). Valorization of olive pomace by a green integrated approach applying sustainable extraction and membrane-assisted concentration. *Science of the Total Environment*, 652, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.204>
98. Nunes, M. A., Pimentel, F. B., Costa, A. S. G., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. P. (2016). Olive by-products for functional and food applications: Challenging opportunities to face environmental constraints. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 35, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.04.016>
99. Oliveira, G., Passos, C. P., Ferreira, P., Coimbra, M. A., & Gonçalves, I. (2021). Coffee by-products and their suitability for developing active food packaging materials. In *Foods* (Vol. 10, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/foods10030683>
100. Ousager, L. B., Bygum, A., & Hafner, C. (2012). Identification of a novel S249C FGFR3 mutation in a keratinocytic epidermal naevus syndrome. *British Journal of Dermatology*, 167(1), 202–204. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2012.10812.x>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

101. Ozkan, G., Günal-Köroğlu, D., & Capanoglu, E. (2023). Valorization of fruit and vegetable processing by-products/wastes. *Advances in Food and Nutrition Research*, 107, 1–39. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2023.06.002>
102. Parada, J., & Aguilera, J. M. (2007). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science*, 72(2), R21–R32. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x>
103. Pascoalino, L. A., Barros, L., Barreira, J. C. M., Beatriz, M., & Reis, F. S. (2024). Closing the loop: exploring apple pomace as a source of bioactive compounds in the framework of circular economy. In *Sustainable Food Technology* (Vol. 3, Issue 1, pp. 81–95). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/d4fb00172a>
104. Pascoalino, L. A., Reis, F. S., Prieto, M. A., Barreira, J. C. M., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2021). Valorization of bio-residues from the processing of main portuguese fruit crops: From discarded waste to health promoting compounds. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 9). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules26092624>
105. Paulo de Sa, Korinek J., Resource efficiency, the circular economy, sustainable materials management and trade in metals and minerals, Oecd Trade Policy Paper N°245 © Oecd 2021
106. Peixoto, J. A. B., Andrade, N., Machado, S., Costa, A. S. G., Puga, H., Oliveira, M. B. P. P., & Nunes, M. A. (2022). Valorizing coffee silverskin based on its phytochemicals and antidiabetic potential: From lab to a pilot scale. *Foods*, 11(12), 1671. <https://doi.org/10.3390/foods11121671>
107. Peixoto, J. A. B., Andrade, N., Machado, S., Costa, A. S. G., Puga, H., Oliveira, M. B. P. P., Martel, F., & Alves, R. C. (2022). Valorizing coffee silverskin based on its phytochemicals and antidiabetic potential: From lab to a pilot scale. *Foods*, 11(12), 1671. <https://doi.org/10.3390/foods11121671>
108. Peñaranda, I., Garrido, M. D., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., & Igual, M. (2025). Effect of protein texturization on amino acids and protein in vitro bioaccessibility of pea and rice protein. *Food & Function*. <https://doi.org/10.1039/D4FO04829F>
109. Pérez Calvo, A., Paz Ruiz, N., & Delgado Espinoza, Z. (2023). Coffee pulp: A sustainable and affordable source for developing functional foods. *Processes*, 11, 1693. <https://doi.org/10.3390/pr11061693>
110. Petraru, A., Ursachi, F., & Amariei, S. (2021). Nutritional characteristics assessment of sunflower seeds, oil and cake: Perspective of using sunflower oilcakes as a functional ingredient. *Plants*, 10(11), 2487. <https://doi.org/10.3390/plants10112487>
111. Picot-Allain, M. C. N., Ramasawmy, B., & Emmambux, M. N. (2020). Extraction, characterisation, and application of pectin from tropical and sub-tropical fruits: A review. *Food Reviews International*, 38(3), 282–312. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1733008>
112. Pinto, D., López-Yerena, A., Lamuela-Raventós, R., Vallverdú-Queralt, A., Delerue-Matos, C., & Rodrigues, F. (2024). Predicting the effects of in-vitro digestion in the bioactivity and bioaccessibility of antioxidant compounds extracted from chestnut shells by supercritical fluid extraction—a metabolomic approach. *Food Chemistry*, 435, 137581. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137581>
113. Plazzotta, S., Calligaris, S., Manzocco, L. 2019. Structure of oleogels from κ-carrageenan templates as affected by supercritical CO₂-drying, freeze-drying and lettuce-filler addition. *Food Hydro colloids*, 96,1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.008>
114. Poiana, M.-A., Alexa, E., Radulov, I., Raba, D.-N., Cocan, I., Negrea, M., Misca, C. D., Dragomir, C., Dossa, S., & Suster, G. (2023). Strategies to formulate value-added pastry products from composite flours based on spelt flour and grape pomace powder. *Foods*, 12, 3239. <https://doi.org/10.3390/foods12173239>
115. Poiana, M.-A., et al. (2023). Utilization of agro-food by-products in bakery products. *Food Chemistry*, 387, 132967. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.132967>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

- Residue: Unraveling the Effect of Processing on Phytochemical Composition and Bioactive Properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(2). <https://doi.org/10.3390/ijms25021236>
130. Rungraung, N., Muangpracha, N., & Trachootham, D. (2023). Twelve-week safety and potential lipid control efficacy of coffee cherry pulp juice concentrate in healthy volunteers. *Nutrients*, 15(7), 1602. <https://doi.org/10.3390/nu15071602>
 131. Saladi V.S., Optimising the Agri-Food Value Chain: Latest Trends and Proven Methods for Success, 2025, DOI: 10.13140/RG.2.2.30375.46242
 132. Samad, N., Okonkwo, C. E., Ayyash, M., Al-Marzouqi, A. H., Yuliarti, O., & Kamal-Eldin, A. (2025a). Valorization of Fruit Pomace by Enzymatic Treatment and Microbial Fermentation. *Fermentation*, 11(7), 376. <https://doi.org/10.3390/fermentation11070376>
 133. Samad, N., Okonkwo, C. E., Ayyash, M., Al-Marzouqi, A. H., Yuliarti, O., & Kamal-Eldin, A. (2025b). Valorization of Fruit Pomace by Enzymatic Treatment and Microbial Fermentation. *Fermentation*, 11(7), 376. <https://doi.org/10.3390/fermentation11070376>
 134. Saratale, G. D., Bhosale, R., Shobana, S., Banu, J. R., Pugazhendhi, A., Mahmoud, E., Sirohi, R., Bhatia, S. K., Atabani, A. E., Mulone, V., Yoon, J.-J., Shin, H. S., & Kumar, G. (2020). A review on valorization of spent coffee grounds (SCG) towards biopolymers and biocatalysts production. *Bioresource Technology*, 314, 123800. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123800>
 135. Sarepoua, E., Tangwongchai, R., Suriharn, B., & Lertrat, K. (2013). Relationships between phytochemicals and antioxidant activity in corn silk. *International Food Research Journal*, 20(5), 2073–2079.
 136. Sarmiento-Torres, L. F., Murrillo-Franco, S. L., Galvis-Nieto, J. D., Rodríguez, L. J., Igual, M., García-Segovia, P., & Orrego, C. E. (2025). Physicochemical and Functional Properties and In Vitro Digestibility of Green Banana Flour-Based Snacks Enriched With Mango and Passion Fruit Pulp by Extrusion Cooking. *International Journal of Food Science*, 2025(1), 5204346.
 137. Serena-Romero, G., Ignot-Gutiérrez, A., Conde-Rivas, O., Lima-Silva, M. Y., Martínez, A. J., Guajardo-Flores, D., & Cruz-Huerta, E. (2023). Impact of In Vitro Digestion on the Digestibility, Amino Acid Release, and Antioxidant Activity of Amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) and Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Proteins in Caco-2 and HepG2 Cells. *Antioxidants*, 12(12), 2075. <https://doi.org/10.3390/antiox12122075>
 138. Serrapica, F., Masucci, F., Raffrenato, E., Sannino, M., Vastolo, A., Barone, C. M. A., & Di Francia, A. (2019). High fiber cakes from Mediterranean multipurpose oilseeds as protein sources for ruminants. *Animals*, 9(11), 918. <https://doi.org/10.3390/ani9110918>
 139. Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages, and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
 140. Sharma, N., Bhardwaj, A., Esua, O. J., Pojić, M., & Tiwari, B. K. (2025). Cereal processing by-products and wastewater for sustainable protein extraction. *Waste Management*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114790>
 141. Sharma, S., et al. (2023). Advances in plant-based meat substitutes. *Journal of Food Science*, 45, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2023.123456>
 142. Sheikh, M. A., Saini, C. S., & Sharma, H. K. (2023). Harnessing plum (*Prunus domestica* L.) processing wastes for the fabrication of bio-composite edible films: An attempt towards a food circular bioeconomy. *Food Hydrocolloids*, 142. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108790>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

143. Siddiqui, S.A., Ucakc, I., Tokeri, O.S., Jaind, S., Elsheikhe, W., Redhaf, A.A., Kurt, A., Toker, O.S. 2024. Impact of drying on techno-functional and nutritional properties of food proteins and carbohydrates - A comprehensive review. *DRYING TECHNOLOGY* 2024, VOL. 42, NO. 4, 592–611 <https://doi.org/10.1080/07373937.2024.2303580>
144. Simone N, Di Loreto G, Bacceci M, Di Marco S, Cellini M, Vecchiotti G, Lanza B. Spontaneous and Controlled Fermentation Tests in Industrial Table Olives Production. *Applied Sciences*. 2023; 13(16):9455. <https://doi.org/10.3390/app13169455>
145. Soares, T. F., Alves, R. C., & Oliveira, M. B. P. P. (2024). From olive oil production to by-products: Emergent technologies to extract bioactive compounds. *Food Reviews International*, 40(10), 3342–3369. <https://doi.org/10.1080/87559129.2024.2354331>
146. Soccol, C. R., et al. (2017). Biorefineries: an overview. *Bioresource Technology*, DOI: 10.1016/j.biortech.2017.03.008
147. Sousa, M. M., Ferreira, D. M., Machado, S., Lobo, J. C., Costa, A. S. G., Palmeira, J. D., & Oliveira, M. B. P. P. (2023). Effect of different time/temperature binomials on the chemical features, antioxidant activity, and natural microbial load of olive pomace paste. *Molecules*, 28(6), 2876. <https://doi.org/10.3390/molecules28062876>
148. Stanisławski, J. 2005. Drying of diced carrot in a combined microwave–fluidized bed dryer. *Drying Technology*, 23(8), 1711–1721. <https://doi.org/10.1081/DRT-200065129>
149. Talebi, M., Esmaeeli, H., İlgün, S., Talebi, M., Farkhondeh, T., Mishra, G., & Samarghandian, S. (2023). The protective role of grape seed in obesity and lipid profile: An updated narrative overview of preclinical and clinical studies. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*, 23(1), 46–62. <https://doi.org/10.2174/1871530322666220630091859>
150. Tamilselvan, K., Sundarajan, S., Ramakrishna, S., Amirul, A. A. A., & Vigneswari, S. (2024). Sustainable valorisation of coffee husk into value added product in the context of circular bioeconomy: Exploring potential biomass-based value webs. In *Food and Bioproducts Processing* (Vol. 145, pp. 187–202). Institution of Chemical Engineers. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.03.008>
151. Tarhini M., Turcea V.C., Zapucioiu L.F., Ion R.A., Food Waste Status And Reduction Through The Circular Economy, *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering In Agriculture And Rural Development* Vol. 22, Issue 4, 2022
152. Taşeri, L., Aktaş, M., Şevik, S., Gülcü, M., Uysal Seçkin, G., & Aktekeli, B. 2018. Determination of drying kinetics and quality parameters of grape pomace dried with a heat pump dryer. *Food Chemistry*, 260, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.122>
153. Triviño-Pineda, A.-S., Sanchez-Rodriguez, A., & Pinel Peláez, N. (2024). Biogas production from organic solid waste through anaerobic digestion: A meta-analysis. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9, 100618. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100618>
154. Ul Hasan, M., Malik, A.U., Ali, S., Munir, A., Amjad, W., Raheel Anwar, R. 2019. Modern drying techniques in fruits and vegetables to overcome postharvest losses: A review. *J Food Process Preserv*. 2019;00: e14280. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14280>
155. Unusan, N. (2020). Proanthocyanidins in grape seeds: An updated review of their health benefits and potential uses in the food industry. *Journal of Functional Foods*, 67, 103861. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103861>
156. Vaz, T., Quina, M. M. J., Martins, R. C., & Gomes, J. (2024). Olive mill wastewater treatment strategies to obtain quality water for irrigation: A review. *Science of the Total Environment*, 931, 172676. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172676>





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

157. Vega-Mercado, H., Gongora-Nieto, M.M., and Barbosa-Canovas, G. V. 2001. Advances in dehydration of foods. *Journal of Food Engineering*, 49(271), 289. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00224-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00224-7)
158. Villalba, M., Jaime, L., Siles-Sánchez, M. d. I. N., & Santoyo, S. (2022). Bioavailability Assessment of Yarrow Phenolic Compounds Using an In Vitro Digestion/Caco-2 Cell Model: Anti-Inflammatory Activity of Basolateral Fraction. *Molecules*, 27(23), 8254. <https://doi.org/10.3390/molecules27238254>
159. Visvanathan, S., & Williamson, G.(2022). Review of factors affecting citrus polyphenol bioavailability and their importance in designing in vitro, animal, and intervention studies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(6), 4509-4545. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12829>
160. Vlad, C. C., Păcularu-Burada, B., Vasile, A. M., Milea, Ștefania A., Bahrim, G. E., Râpeanu, G., & Stănciuc, N. (2022). Upgrading the Functional Potential of Apple Pomace in Value-Added Ingredients with Probiotics. *Antioxidants*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/antiox11102028>
161. Vlaicu, P. A., Untea, A. E., Turcu, R. P., Panaite, T. D., & Saracila, M. (2022). Rosehip (*Rosa canina* L.) meal as a natural antioxidant on lipid and protein quality and shelf-life of polyunsaturated fatty acids enriched eggs. *Antioxidants*, 11(10), 1948. <https://doi.org/10.3390/antiox11101948>
162. Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2013). Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products. *FAO Animal Production and Health Paper*, 4, 1–67.
163. Wang, H. C., Zhang, M., & Adhikari, B. 2015. Drying of shiitake mushroom by combining freeze-drying and mid-infrared radiation. *Food and Bioprocess Technology*, 94, 507–517. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2014.07.008>
164. Williamson G. Bioavailability of Food Polyphenols: Current State of Knowledge. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2025 Apr;16(1):315-332. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-060721-023817>
165. Wunder S., McFarland K., Hirschnitz-Garbers M., Parfitt J., Luyckx K., Jarosz D., Youhanan L., Stenmarck A., Colin F., Burgos S., Gheoldus M., Cummins A.C., Mahon P., Van Herpen E., EU policy review for waste prevention and valorisation 2018, WP3, Deliverable 3.3.
166. Xu, X., Zhang, L., Feng, Y., El Gasim A Yagoub, A., Sun, Y., Ma, H., Zhou, C. 2020. Vacuum pulsation drying of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench): Better retention of the quality characteristics by flat sweep frequency and pulsed ultrasound pretreatment. *Food Chemistry*, 326, 127026. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127026>
167. Yadav, J. S. S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R. D., & Surampalli, R. Y. (2015). Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 33(6), 756–774. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.07.002>
168. Yang, C., Shang, K., Lin, C., Wang, C., Shi, X., Wang, H., & Wu, D. (2021). Processing technologies, phytochemical constituents, and biological activities of grape seed oil (GSO): A review. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 1074–1083. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.011>
169. Yangui, T., Chakroun, H., Dhouib, A., & Bouaziz, M. (2021). Biological properties and chemical composition of essential oils from fresh and shade-dried olive leaves of *Olea europaea* L. Chemlali cultivar. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24(6), 1389–1401. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2026254>
170. Zhang, M., Bhandari, B., & Fang, Z. 2017. Handbook of drying of vegetables and vegetable products. Taylor & Francis Group.
171. Zhang, Y., Hawboldt, K., & MacQuarrie, S. (2024). Extraction of bioactive compounds from beach-cast brown algae: a review on accelerated solvent extraction and subcritical water extraction. In *RSC*





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Project code: 2024-1-RO01-KA220-HED-000246776

Sustainability (Vol. 2, Issue 8, pp. 2069–2091). Royal Society of Chemistry.
<https://doi.org/10.1039/d4su00204k>

172. Zhao, X., Wang, Y., Chen, X., Yu, X., Li, W., Zhang, S., Meng, X., Zhao, Z.-M., Dong, T., Anderson, A., Aiyedun, A., Li, Y., Webb, E., Wu, Z., Kunc, V., Ragauskas, A., Ozcan, S., & Zhu, H. (2023). Sustainable bioplastics derived from renewable natural resources for food packaging. *Matter*, 6(1), 97–127. <https://doi.org/10.1016/j.matt.2022.11.006>.
173. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
174. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/172506>
175. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/170029>
176. <https://legislatie.just.ro/public/detalii/document/44014>
177. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/210623>
178. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/277592>
179. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/245846>
180. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=legisum:4300993#:~:text=SUMMARY%20OF%20a%20health%20and%20welfare>
181. (<https://proiecte.incdsb.ro/FITOCOMP/#scop>)
182. (SUSORGPLUS, 2025 <https://www.susorgplus.eu/about>)
183. (<https://bioresurse.ro/blogs/media/conferin%C8%9Ba-lansarea-proiectului-metrofood-ro-evolve-29-ianuarie-2025>)
184. (<https://ancafarcas.wixsite.com/sustainable-pce/disemination-2021-2023>)
185. (<https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC197106/>)
186. (https://www.madr.ro/docs/ind-alimentara/risipa_alimentara/2024/Norme-metodologice-de-aplicare-a-Legii-nr.-217-2016.pdf)
187. (<https://www.madr.ro/planul-national-strategic-pac-post-2020.html>)
188. (<https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/196382>)
189. ***<https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65deeb9f0f3e94b9e5d2bfc4>
190. ***<https://tim7.ro/bagheta-berarului/>
191. ***<https://www.healthline.com/nutrition/wheat-bran>

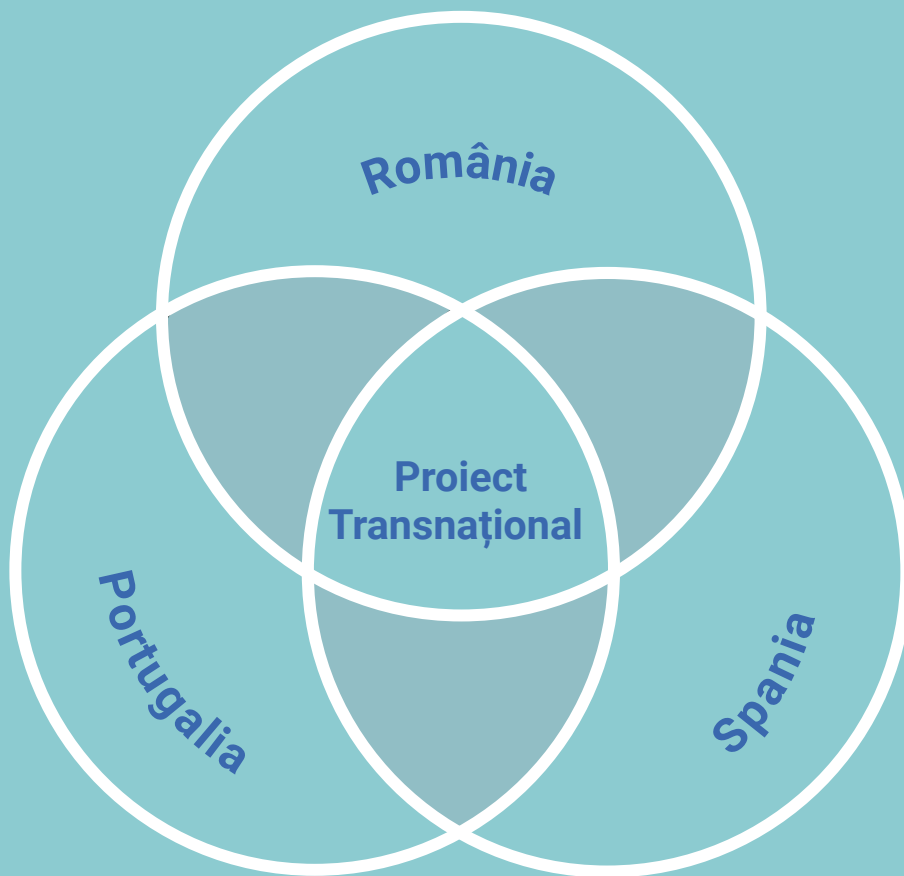




UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



eAfoBy



Proiect nr: 2024-1-R001-KA220-HED-000246776



Co-funded by
the European Union