

RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL

Titlul proiectului: *Cercetări privind valorificarea drojdiilor – produs secundar din industria fermentativă în nutriția animalelor de fermă*

(acronim VALYEASTFEED)

Cod proiect: PN-IV-P8-8.3-ROMD-2023-0121

Contract nr. 10ROMD din 20/05/2024

Durata proiectului: 20.05.2024-19.05.2026

1. Obiective prevăzute / realizate

Obiectivul general al acestui proiect a constat în valorificarea drojdiilor - produs secundar din industria fermentativă, în contextul economiei circulare și promovarea „tehnologiilor verzi”, în vederea obținerii de furaje cu valoare nutritivă ridicată și potențial antioxidant, benefice în procesul de nutriție al animalelor.

Obiectivele specifice prevăzute au fost atinse și îndeplinite **într-un grad de 100 %**. Astfel, pentru îndeplinirea fiecărui obiectiv, s-au realizat activitățile de CDI conform planului de realizare, fără diferențe între cele preconizate inițial și cele realizate, obținând-se următoarele rezultate:

Obiective specifice	Rezultate	Grad de realizare
O1 - Identificarea, selecția și evaluarea calității drojdiei de vin: proprietăți fizico-chimice, conținut de microelemente și macroelemente, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, compuși fenolici individuali, conținut de aminoacizi și acizi grași.	A fost identificată și selectată proba de drojdie de vin cu cele mai bune proprietăți fizico-chimice în urma evaluării calității drojdiilor de vin reziduale de la de la cinci firme din Republica Moldova. Rezultatele acestei evaluări au fost publicate în articole ISI WEB of Science și prezentate la manifestări științifice internaționale.	100%
O2 - Identificarea, selecția și evaluarea calității drojdiei de bere - produs secundar: proprietăți fizico-chimice, conținut de microelemente și macroelemente, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, compuși fenolici individuali, conținut de aminoacizi și acizi grași.	A fost identificată și selectată proba de drojdie de bere cu cele mai bune proprietăți fizico-chimice în urma evaluării calității drojdiilor de bere reziduale de la o fabrică de bere din Republica Moldova. Rezultatele acestei evaluări au fost publicate în articole ISI WEB of Science și prezentate la manifestări științifice internaționale.	100%
O3 - Identificarea, selecția și evaluarea calității pot ale - produs secundar: proprietăți fizico-chimice, conținut de microelemente și macroelemente, conținut total de polifenoli și activitate antioxidantă, compuși fenolici individuali, conținut de aminoacizi și acizi grași.	Au fost prelevate probe de pot ale reziduale de la firma Alexandrion Group România. S-a efectuat evaluarea calitativă a acestui produs secundar din punct de vedere fizico-chimic. Rezultatele obținute privind evaluarea fizico-chimică a probelor de <i>pot ale</i> reziduale au fost diseminate în cadrul unui congres internațional.	100%
O4 - Realizarea unui studiu comparativ al calității a trei produse secundare rezultate din industria fermentativă: drojdia de vin, drojdia de bere și pot ale, pentru a identifica compuși valoroși care pot conferi valoare adăugată unor furaje.	Studiul comparativ a celor trei produse secundare a fost sintetizat în cadrul unui articol ISI WEB of Science. Studiul comparativ al calității celor trei produse secundare rezultate din industria fermentativă, au condus la concluzia că,	100%

	<p>pentru nutriția puilor de fermă, cel mai indicat este utilizarea drojdiilor de vin reziduale uscate prin liofilizare, care conțin compuși valoroși (proteine, polifenoli, substanțe minerale) ce pot conferi valoare adăugată unor furaje. Și din punct de vedere cantitativ, drojdia de vin reziduală este superioară celei de bere și pot ale, atât în Republica Moldova cât și în România.</p>	
<p>O5 - Stabilirea unor rețete de nutriție pentru păsările de curte cu adaosul produse secundare din industria fermentativă selectate</p>	<p>Au fost dezvoltate planuri nutriționale pentru furajarea puilor broiler în care s-au utilizat drojdie de vin și drojdie de bere reziduală liofilizată.</p>	<p>100%</p>
<p>O6- Stabilirea efectelor aplicării planului nutrițional asupra performanței productive a lotului de pui de carne experimentali</p>	<p>Au fost evidențiate efectele planului nutrițional asupra performanțelor productive ale puilor de carne: greutatea corporală, câștigul mediu zilnic, conversia furajelor etc. și efectele aditivilor utilizați asupra producției de sacrificare: randamentul carcasei, pieptului și picioarelor, greutatea organelor etc.</p>	<p>100%</p>
<p>O7 – Pregătirea documentației tehnice pentru depunerea cererilor de brevet</p>	<p>S-au depus două cereri de brevet de invenție pe baza rezultatelor cercetărilor efectuate în cadrul acestui proiect.</p>	<p>100%</p>

2. Prezentarea rezultatelor obținute, a indicatorilor de rezultat realizați, a nerealizărilor înregistrate față de rezultatele estimate prin cererea de finanțare (dacă e cazul) cu justificarea acestora

Etapa 1 - Identificarea și evaluarea calității drojdiei de vin obținute ca produs secundar de la o firmă de referință din Republica Moldova. Identificarea și evaluarea calității drojdiei de bere obținută ca produs secundar de la o firmă de referință din Republica Moldova

Scopul acestei etape a constat în identificarea și evaluarea calității drojdiei de vin și drojdiei de bere obținute ca produs secundar de la firme de referință din Republica Moldova. Rezultatele acestei etape au fost diseminate prin **3 (trei) articole publicate (2 articole în reviste ISI și un articol într-o revistă BDI) și 5 (cinci) prezentări la conferințe internaționale** (a se vedea diseminarea rezultatelor).

Activitatea 1.1. Prelevarea drojdiei de vin reziduale de la Crama Asconi și Crama Cricova din Republica Moldova. Prelevarea drojdiei de bere reziduale de la firma EFES VITANTA MOLDOVA BREWERY

Membrii echipei de implementare a proiectului din Republica Moldova au prelevat, de fiecare dată, înainte de deplasarea în România, probe de drojdie reziduală de la două crame din Republica Moldova, ASCONI și CRICOVA (cele prevăzute inițial în cererea de finanțare), dar și de la alte trei firme din Republica Moldova și de la firma EFES VITANTA MOLDOVA BREWERY. S-au efectuat mai multe prelevări de drojdie reziduală, pentru fiecare firmă s-a constituit o probă medie care a fost supusă apoi unui tratament preliminar și apoi caracterizată din punct de vedere fizico-chimic. Pentru a efectua o evaluare eficientă a fost studiată mai întâi literatura de specialitate privind drojdia de vin reziduală și drojdia de bere reziduală.

Activitatea 1.2. Stabilirea și aplicarea pretratării optime pentru conservare

Probele de drojdie reziduală prelevate, imediat după sosirea în România au fost introduse la frigider, la temperatura de 4-6°C. Ulterior probele au fost supuse uscării prin două metode:

- uscarea la etuvă la temperatura de 55°C timp de 24 de ore, până la greutate constantă;
- uscarea prin liofilizare la temperatura inițială de -50°C până la temperatura finală de 20°C, timp de aproximativ 72 de ore.

După uscarea, probele au fost depozitate în pungi de polietilenă închise ermetic, la temperatura camerei până la evaluarea caracteristicilor fizico-chimice.

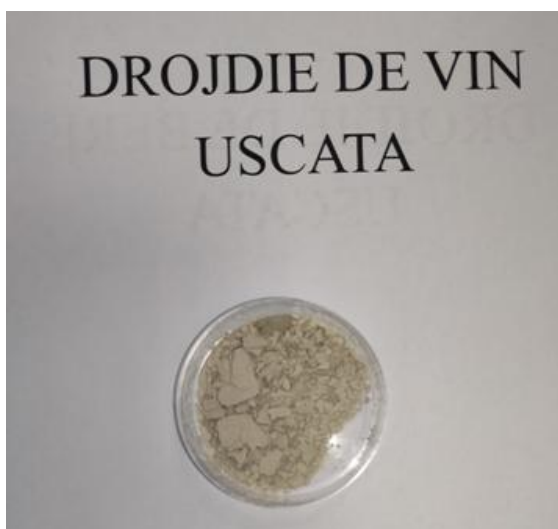


Fig.1. Probă de drojdie de vin reziduală uscată prin liofilizare

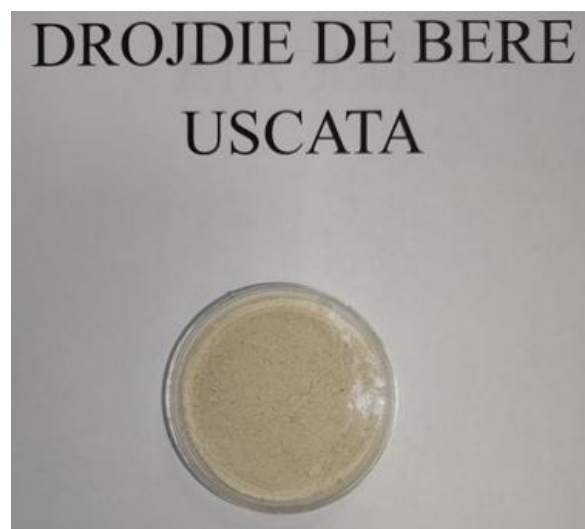


Fig.2. Probă de drojdie de bere reziduală uscată prin liofilizare

Activitatea 1.3. Caracterizarea fizico-chimică a drojdiei de vin reziduale. Caracterizarea fizico-chimică a drojdiei de bere reziduale

Drojdiile reziduale uscate au fost analizate din punct de vedere fizico-chimic în laboratoarele Facultății de Inginerie Alimentară, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava.

Înainte de utilizarea aparatului cu care s-au efectuat aceste analize, membrii echipei de implementare a proiectului din Republica Moldova, au fost instruiți privind modul de lucru, procedurile de analiză și li s-a efectuat instructajul privind securitatea și sănătatea în muncă și situații de urgență specifice activității de laborator.

Cenușa totală a fost determinată conform metodei prin calcinare la temperatura de 550°C, iar substanța uscată a fost determinată prin metoda de uscarea a probei în etuvă la temperatura de 110°C și determinarea diferenței de masă dintre proba inițială și cea finală. Conținutul în carbohidrați totali a fost determinat prin metoda Antron. Absorbția a fost înregistrată la 620 nm. Conținutul în lipide a fost determinat conform metodei Soxhlet. Conținutul total de proteine al probei a fost determinat folosind metoda Kjeldahl. Principiul acestei metode se bazează pe oxidarea compusului organic folosind acid sulfuric concentrat. Pe măsură ce materia organică se oxidează, carbonul pe care îl conține se transformă în dioxid de carbon, iar hidrogenul se transformă în apă. Azotul din grupările aminelor este transformat în ion de amoniu, care se dizolvă în mediul oxidant.

Conținutul total de polifenoli din probele de drojdie a fost determinat prin metoda spectrofotometrică Folin–Ciocalteu descrisă de Makkar et al. (2003). Proba (0,1 mL) a fost amestecată cu 0,5 mL de reactiv Folin–Ciocalteu și 0,4 mL de carbonat de sodiu 7,5%, iar absorbanta a fost măsurată la 765 nm după 30 minute, la întuneric, la temperatura camerei. Conținutul total de polifenoli

a fost exprimat ca mg echivalenți de acid galic (GAE)/kg drojdie de vin. Curba de calibrare a polifenolilor a fost realizată utilizând acid galic la concentrații de 10–200 mg/L cu coeficientul de regresie $R^2 = 0,99872$ și ecuația $y = 0,00949x + 0,02950$. Conținutul în substanțe minerale a fost determinat utilizând spectrometrul de absorbție atomică în flacără (AAS) (Shimadzu, Japonia). Cenușa obținută în urma calcinării a fost dizolvată folosind reactivi de înaltă puritate (HNO_3 , Merck, Germania, grad Suprapur).

Analiza ATR-FTIR s-a realizat folosind un dispozitiv Thermo Scientific Nicolet iS20 (Massachusetts, SUA) pentru a determina grupările funcționale. Spectrele înregistrate s-au situat în intervalul 650 cm^{-1} - 4000 cm^{-1} cu o rezoluție de 8 cm^{-1} și 32 scanări. Aminoacizii au fost analizați utilizând spectrometru de masă triplu cvadrupol LCMS-8050 (Nexera - LCMS-8050, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonia). Probele au fost degresate cu n-hexan și deproteinizate cu acid sulfosalicilic 5%, apoi trecute printr-o seringă de $0.2 \mu\text{m}$.

Etapă 2 - Identificarea și evaluarea calității pot ale obținută ca produs secundar de la o firmă de profil din România. Studiul comparativ al calității celor trei produse secundare rezultate din industria fermentativă, în vederea identificării compușilor valoroși care pot conferi valoare adăugată unor furaje. Analiza datelor statistice

Scopul acestei etape a proiectului a fost acela de a evalua calitatea *pot ale* – produs secundar din industria fabricării whisky-ului și de a realiza un studiu comparativ al calității celor trei produse secundare rezultate din industria fermentativă, în vederea identificării compușilor valoroși care pot conferi valoare adăugată unor furaje. Rezultatele acestei etape au fost diseminate prin **2 (două) articole publicate în reviste ISI și 9 (nouă) prezentări la conferințe internaționale** (a se vedea diseminarea rezultatelor).

Activitatea 2.1. Prelevare probe de *pot ale* reziduale (PA) de la Alexandrion Group România

Membrii echipei de implementare a proiectului din România au prelevat probe de *pot ale* reziduale de la firma Alexandrion Group România. S-au efectuat mai multe prelevări de *pot ale*, s-a constituit o probă medie care a fost supusă apoi unui tratament preliminar și apoi caracterizată din punct de vedere fizico-chimic.

Pentru a efectua o evaluare eficientă a fost studiată mai întâi literatura de specialitate privind acest produs secundar. Whisky-ul aparține categoriei de băuturi obținute din cereale, fiind una dintre băuturile alcoolice distilate cele mai consumate la nivel global. Procesul de producere a whisky-ului poate fi împărțit în șase etape principale: măcinarea, plămădirea-zaharificarea, filtrarea, fermentarea, distilarea și maturarea. Un număr mare de produse secundare sunt generate în timpul procesului de distilare a whisky-ului, cum ar fi borhotul de malț, *pot ale* etc. **Distilerii raportează că *pot ale* reprezintă cea mai mare parte a fluxului de efluent lichid, ceea ce explică interesul pentru reciclare și tratament.** Este un lichid închis la culoare, cu o încărcare organică substanțială și cu miros specific de cereale fermentate (fig.3). *Pot ale* este un lichid tulbure, cu un pH mai mic de 4 și o concentrație mare de particule și componente organice. Aproximativ 10 litri de *pot ale* rezultă pentru fiecare litru de whisky produs. Împreună cu alte substanțe, inclusiv polifenoli, fosfor și sulf, principalele ingrediente ale acestui produs secundar includ apa, celulele de drojdie reziduale, proteine solubile și carbohidrați. Din cauza nivelurilor ridicate de consum chimic de oxigen (CCO), consum biochimic de oxigen (CBO), fosfor, amoniac și cupru, *pot ale* prezintă probleme serioase de mediu.

Digestia anaerobă, utilizarea directă ca îngrășământ în agricultură și eliberarea directă în sistemul de ape uzate sunt câteva dintre metodele actuale de eliminare sau valorificare a acestui produs

secundar. Toate aceste tehnici de tratare sau eliminare au, însă, dezavantaje. *Pot ale* poate conține ioni de Cu, care sunt rezultatul dizolvării lente a cuprului din alambicurile de distilare. Pentru a minimiza impactul asupra mediului, odată ce *pot ale* este tratat și eliberat în cursurile de apă, trebuie examinată compoziția acestuia. Acest produs secundar este un reziduu lichid organic tulbure ce este utilizat ca hrană pentru animale, dar există o necesitate urgentă pentru dezvoltarea unor metode eficiente de tratare a acestuia.

Metodele de tratare pentru reutilizarea *pot ale* propuse de literatura de specialitate sunt:

- digestie anaerobă utilizând reactoare anaerobe cu flux ascendent de tip „pătură de nămol” (pentru reducerea volumului de deșeuri și producerea de biogaz bogat în metan);
- evaporare/concentrare pentru obținerea unui *pot ale* concentrat care poate fi utilizat ca hrană pentru animale;
- filtrarea cu membrană pentru recuperarea componentelor valoroase;
- tratament chimic pentru ajustarea pH-ului sau precipitarea substanțelor solide;
- utilizare ca îngrășământ organic datorită conținutului de potasiu și azot organic;
- substrat pentru culturi microbiene, extracție de proteine sau compuși bioactivi;
- abordări integrate de biorafinărie (digestie, extracție a proteinelor și producție de îngrășăminte).

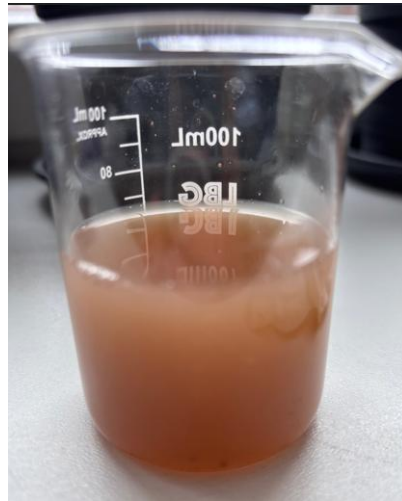


Fig.3. Probă medie de *pot ale*

Utilizarea *pot ale* în furajarea animalelor apare în literatura de specialitate ca o direcție promițătoare, dar cu limite clare ce țin de compoziție, stabilitate și siguranță. În distileriile de whisky, *pot ale* este rareori folosit direct ca furaj lichid, mult mai frecvent este combinat cu borhotul de malț (draff). Conținutul relativ ridicat de potasiu, proteine solubile și aminoacizi îl fac nutritiv, dar nu suficient ca furaj de bază, iar pH-ul acid poate ajuta la stabilitatea amestecului în rații totale mixte, deși trebuie evitate cantitățile mari pentru a preveni tulburări digestive. Prin concentrare se reduce volumul, crește durata de păstrare și se facilitează transportul. Sub această formă literatura de specialitate îl recomandă a fi inclus în proporții moderate în hrana pentru animale, de obicei în proporție de 5–15% din rația uscată. De asemenea, se poate utiliza *pot ale* în amestec cu borhotul de malț (draff), bogat în fibre și proteine, amestec ce se usucă și devine un furaj valoros pentru hrana animalelor.

Prin separarea compușilor bioactivi din subprodusele whisky-ului, ar putea rezulta avantaje semnificative pentru sănătate și o sustenabilitate sporită a mediului, promovând o economie circulară și sustenabilă. O cantitate semnificativă de proteine, care este în prezent subutilizată, este inclusă în *pot ale*. Pentru a înțelege pe deplin calitățile nutriționale ale *pot ale* sunt necesare mai multe cercetări, printre care și cele inițiate prin intermediul acestui proiect.

Activitatea 2.2. Stabilirea și aplicarea pretratării optime pentru conservare

Probele de *pot ale* prelevate de la firma Alexandrion Group România au fost introduse la frigider, la temperatura de 4-6°C. Ulterior probele au fost supuse uscării prin două metode:

- uscarea la etuvă la temperatura de 55°C timp de 24 de ore, până la greutate constantă;
- uscare prin liofilizare la temperatura inițială de -50°C până la temperatura finală de 20°C, timp de aproximativ 72 de ore (fig.4).

După uscare, probele au fost depozitate în pungi de polietilenă închise ermetic, la temperatura camerei până la evaluarea caracteristicilor fizico-chimice.



Fig.4. Probă de pot ale uscată prin liofilizare

Activitatea 2.3. Caracterizarea fizico-chimică a pot ale (PA)

Probele de *pot ale* uscate au fost analizate din punct de vedere fizico-chimic în laboratoarele Facultății de Inginerie Alimentară, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava.

Înainte de utilizarea aparatului cu care s-au efectuat aceste analize, membrii echipei de implementare a proiectului au fost instruiți privind modul de lucru, procedurile de analiză și li s-a efectuat instructajul privind securitatea și sănătatea în muncă și situații de urgență specifice activității de laborator.

Cenușa totală a fost determinată conform metodei prin calcinare la temperatura de 550°C, iar substanța uscată a fost determinată prin metoda de uscare a probei în etuvă la temperatura de 110°C și determinarea diferenței de masă dintre proba inițială și cea finală. Conținutul în carbohidrați totali a fost determinat prin metoda Bertrand. Conținutul în lipide a fost determinat conform metodei Soxhlet. Conținutul total de proteine al probei a fost determinat folosind metoda Kjeldahl. Principiul acestei metode se bazează pe oxidarea compusului organic folosind acid sulfuric concentrat. Pe măsură ce materia organică se oxidează, carbonul pe care îl conține se transformă în dioxid de carbon, iar hidrogenul se transformă în apă. Azotul din grupările aminelor este transformat în ion de amoniu, care se dizolvă în mediul oxidant.

Conținutul total de polifenoli din probele de *pot ale* a fost determinat prin metoda spectrofotometrică Folin–Ciocalteu descrisă de Makkar et al. (2003). Proba (0,1 mL) a fost amestecată cu 0,5 mL de reactiv Folin–Ciocalteu și 0,4 mL de carbonat de sodiu 7,5%, iar absorbanta a fost măsurată la 765 nm după 30 minute, la întuneric, la temperatura camerei. Conținutul total de polifenoli a fost exprimat ca mg echivalenți de acid galic (GAE)/g pot ale. Curba de calibrare a polifenolilor a fost realizată utilizând acid galic la concentrații de 10–200 mg/L cu coeficientul de regresie $R^2 = 0,99872$ și ecuația $y = 0,00949x + 0,02950$. Conținutul în substanțe minerale a fost determinat

utilizând spectrometrul de absorbție atomică în flacără (AAS) (Shimadzu, Japonia). Cenușa obținută în urma calcinării a fost dizolvată folosind reactivi de înaltă puritate (HNO_3 , Merck, Germania, grad Suprapur).

Analiza ATR-FTIR s-a realizat folosind un dispozitiv Thermo Scientific Nicolet iS20 (Massachusetts, SUA) pentru a determina grupările funcționale. Spectrele înregistrate s-au situat în intervalul 650 cm^{-1} - 4000 cm^{-1} cu o rezoluție de 8 cm^{-1} și 32 scanări. Aminoacizii au fost analizați utilizând spectrometru de masă triplu cvadropol LCMS-8050 (Nexera - LCMS-8050, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonia). Probele au fost degresate cu n-hexan și deproteinizate cu acid sulfosalicilic 5%, apoi trecute printr-o seringă de $0,2\mu\text{m}$.

În urma studierii rezultatelor obținute s-au constatat următoarele:

- conținutul mediu în cenușă analizat în *pot ale* a fost de $0,29\%/s.u.$, de 13,8 ori mai redus decât cel conținut în drojdia de vin reziduală și de 23 ori mai redus decât în drojdia de bere reziduală. *Pot ale* conține ioni de Cu, care sunt rezultatul dizolvării lente a cuprului din alambicurile de distilare. Printre compușii minerali, sodiul a fost găsit în cea mai mare concentrație ($19,909\text{ mg/kg}$), urmat de calciu ($4,3\text{ mg/kg}$), cupru ($0,84\text{ mg/kg}$) și zinc ($0,49\text{ mg/kg}$);
- conținutul de proteine pentru *pot ale* înregistrat pentru proba medie analizată a fost de $30,3\%/s.u.$, de 1,5 ori mai redus decât în drojdia de vin reziduală și de 1,37 ori mai mic decât cel evaluat în drojdia de bere reziduală;
- conținutul total de polifenoli a fost unul scăzut, înregistrându-se o valoare medie de $0,82\text{ mg GAE/g pot ale}$, o valoare de 2,9 ori mai mică decât cea înregistrată de drojdia de vin reziduală și de 3,8 ori mai mică decât cea evaluată pentru drojdia de bere reziduală.

Înțelegerea compoziției *pot ale*, în special în ceea ce privește distribuția componentelor între fracțiile solide și lichide, este primul pas în descoperirea de noi tehnici de producție a hranei pentru animale. Utilizarea continuă a subproduselor de distilerie în hrana animalelor este crucială pentru satisfacerea cererii tot mai mari de proteine în hrana pentru pești și animale. *Pot ale* conține două straturi separate, partea solidă insolubilă reprezintă drojdia reziduală ce se formează pe fundul vaselor după decantare. Conținutul de substanță uscată a fost cuprins între 4 și $4,5\%$.

Rezultatele obținute privind evaluarea fizico-chimică a probelor de *pot ale* reziduale au fost diseminate în cadrul unui congres internațional (Chetrariu, A., Dabija, A., Oroian, M.A., Codină, G.G., Avrămia, I., Caisin, L., Agapii, V., Pavlicenco, N., Malenchi, D., *Evaluation of the quality and potential for recovery of the pot of ale – a by-product resulting from the whisky production process*, III. International Biological and Life Sciences Congress (BIOLIC), 16-19 November 2025, Antalya, Turcia).

Studiul comparativ al calității celor trei produse secundare rezultate din industria fermentativă, au condus la concluzia că, pentru nutriția puilor de fermă, cel mai indicat este utilizarea drojdiilor de vin reziduale uscate prin liofilizare, care conțin compuși valoroși (proteine, polifenoli, substanțe minerale, vitamine, fibre) ce pot conferi valoare adăugată unor furaje. Și din punct de vedere cantitativ, drojdia de vin reziduală este superioară celei de bere și *pot ale*, atât în Republica Moldova cât și în România. Pentru cercetările de proiectare nutrițională a furajelor pentru nutriția puilor de fermă s-a procedat la prelevarea unor cantități de 30 kg de drojdie de vin reziduală, respectiv de 30 kg de drojdie de bere reziduală de la firme din Republica Moldova care au fost uscate prin liofilizare, apoi ambalate în pungi de polietilenă închise ermetic. Rezultatele acestui studiu comparativ au fost publicate în articolul: ***Yeast as a By-Product from Wine and Beer Production: Comparative Evaluation of Physico-Chemical Composition***, autori: Avrămia, I., Dabija, A., Oroian, M., Caisin, L., Agapii, V., Rotaru, A., & Chetrariu, A. (2026).. *Molecules*, 31(2), 280



Fig.5. Probe de drojdie de vin și drojdie bere uscate prin cele două metode (etuvă și liofilizare)

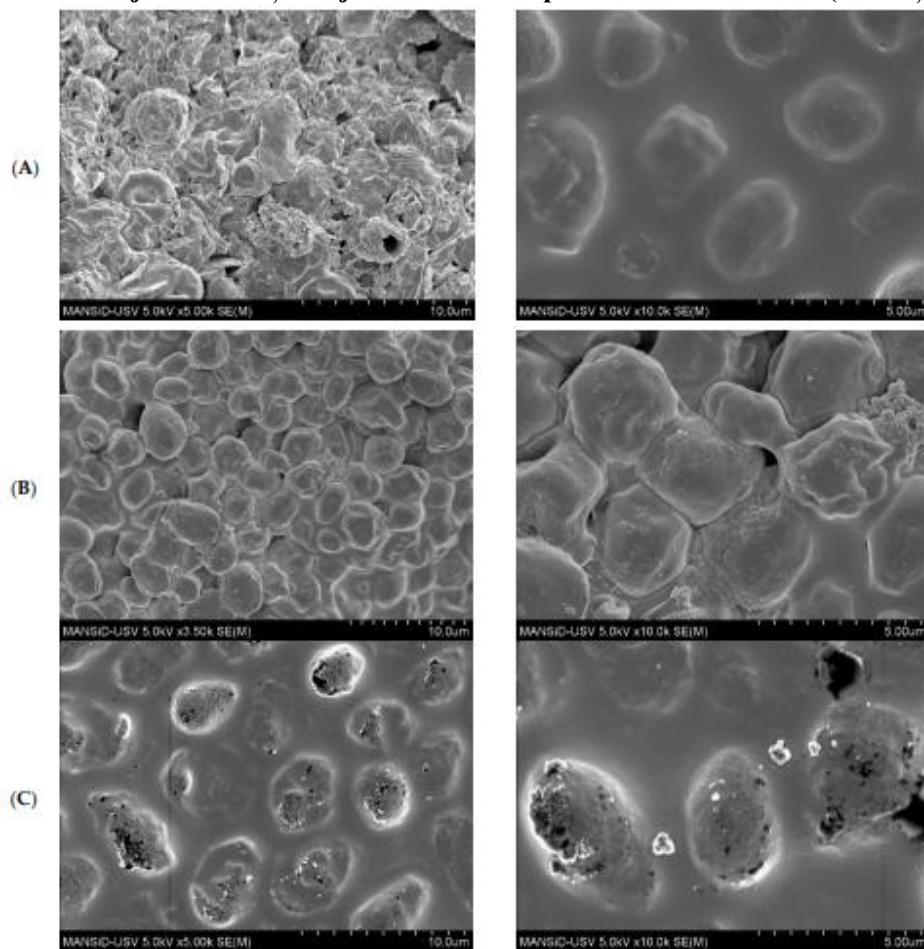


Fig.6. Morfologia suprafeței drojdiei liofilizate examinată prin SEM: (A) Drojdie de vin Asconi (A-FD); (B) Drojdie de vin Cricova (C-FD); și (C) Drojdie de bere uzată Efes (E-FD).

Studiul comparativ a arătat că, cele mai ridicate concentrații de proteine au fost identificate în drojdia reziduală din vinificație, ceea ce indică potențialul acesteia ca sursă alternativă de proteine. Compușii polifenolici au fost prezenți în principal în drojdia de bere și în probele liofilizate, în timp ce activitatea antioxidantă nu a fost strict corelată cu conținutul total de polifenoli, sugerând că și compușii non-fenolici joacă un rol important. Cinci dintre cele șase vitamine din complexul B au fost cuantificate eficient, iar liofilizarea a contribuit la conservarea acestora. Analizele colorimetrice și microstructurale au arătat că probele liofilizate au prezentat o luminozitate mai bună și au păstrat structurile celulare comparativ cu alte metode, care au evidențiat semne de autoliză. Analiza conținutului în substanțe minerale a confirmat niveluri adecvate ale unor minerale esențiale precum calciul, sodiul, fierul, zincul și cuprul pentru aplicații nutriționale, acestea rămânând sub pragurile toxice. Identificarea unor acizi organici precum acidul succinic, acetic, gluconic și formic sugerează că aceste subproduse ar putea avea valoare pentru utilizări nutraceutice și tehnologice.

Per ansamblu, liofilizarea s-a dovedit superioară uscării în etuvă în ceea ce privește conservarea vitaminelor și a structurii celulare, deși ambele metode au generat profile nutriționale comparabile. Rezultatele evidențiază cele două produse secundare ca surse promițătoare de proteine, polifenoli, vitamine și minerale pentru aplicații în biotehnologie, industria alimentară și nutriția animală. Totuși, sunt necesare studii suplimentare pentru elucidarea compoziției acestora și optimizarea strategiilor de valorificare, deoarece rezultatele variază în funcție de tehnologia de procesare și materiile prime utilizate. Variabilitatea materiilor prime, condițiile de fermentație, comunitățile microbiene și tehnicile de procesare între diferite unități de producție pot influența profilele chimice observate. Prin urmare, ar fi necesare studii bazate pe un număr mai mare și mai divers de producători pentru a confirma dacă tendințele identificate aici sunt consecvente la nivelul industriei.

Etapa 3 - Proiectarea nutrițională a furajelor fortificate prin adăugarea de produse secundare aplicând tehnologii și metode cu impact redus asupra mediului, dar cu impact pozitiv asupra dietelor și sănătății animalelor

Scopul acestei etape a constat în studiul influenței utilizării drojdiilor reziduale de vin și de bere uscate prin liofilizare și evaluate fizico-chimic în cadrul Facultății de Inginerie Alimentară, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava și a particularităților tehnologice la creșterea puilor de carne, producției și calității acesteia. Aceste cercetări au fost efectuate în cadrul Departamentului Resurse Animale și Siguranța Alimentelor, al Universității Tehnice a Moldovei. Unitatea dispune de laborator pentru creșterea puilor cu microclimatul dirijat. Ca material biologic în experiment au fost utilizați puii broiler hibrid ROSS 308. Acest hibrid este conceput special pentru a satisface cerințele consumatorilor și ale producătorilor, oferind performanțe constante și versatilitate, adaptându-se diferitelor cerințe ale pieței. Rezultatele acestei etape au fost diseminate prin **3 (trei) prezentări la conferințe internaționale** (a se vedea diseminarea rezultatelor).

Activitatea 3.1. Stabilirea rețetelor de furaje cu adăugarea de drojdie de vin, drojdie de bere pentru nutriția păsărilor

Activitatea 3.2. Caracterizarea fizico-chimică a rețetelor de furaje

Cercetările au fost realizate în conformitate cu metodele clasice ale zootehniei experimentale, standardele AOAC și procedurile utilizate în laboratoarele de control al calității produselor din carne.



Fig.7. Laboratorul pentru creșterea puilor cu microclimat dirijat (Universitatea Tehnică a Moldovei)

S-au aplicat următoarele metode:

Metode de studiere a productivității

În procesul de creștere a puilor de carne s-au efectuat:

- cântăriri individuale și de grup la începutul experimentului și săptămânal;
- calculul sporului mediu zilnic al masei corporale;
- determinarea consumului de furaj și a conversiei furajelor;
- evaluarea viabilității efectivului (%).

Toate datele au fost consemnate în registre și protocoale de observație și ulterior supuse analizei statistice.

Metode de evaluare a calității prin sacrificare

La vârsta de 41 de zile s-a efectuat sacrificarea păsărilor.

Au fost evaluate:

- masa pre-sacrificare;
- masa carcasei eviscerate;
- masa mușchilor;
- randamentul părților comestibile.

Calitatea carcaselor și a cărnii au fost evaluate în funcție de rezultatele sacrificării a câte 4 păsări din fiecare lot experimental. Evaluarea calității cărnii a fost determinată după indicii organoleptici, compoziția chimică și caracteristicile tehnologice, în baza recoltării probelor de țesut muscular din mușchiul pectoral. Aprecierea calității carcaselor a fost efectuată după 24 ore de la sacrificare prin măsurări gravimetrice și dimensionale, conform indicilor: masa carcabei, randamentul la sacrificare, greutatea organelor comestibile și necomestibile. Randamentul este raportul între masa vie a păsărilor înainte de sacrificare, determinată prin cântărirea individuală (Gv) și masa netă a carcabei imediat după sacrificare (Gc), calculată după formula: $(Gc \times 100) / Gv = R$.

Metode fizico-chimice de analiză a cărnii

În probele de mușchi pectorali s-au determinat:

- capacitatea de reținere a apei (conform Grau–Hamm sau prin metoda presării)-

Compoziția chimică a cărnii

Conform standardelor AOAC s-au determinat:

- conținutul de umiditate (prin uscare la etuvă);
- proteina brută (prin metoda Kjeldahl);
- grăsimea (prin extracție Soxhlet);
- cenușa (prin incinerare la 550°C).

Metode de prelucrare statistică

Pentru analiza datelor experimentale s-au utilizat programele Microsoft Excel 2021 și ANOVA.

Activitatea 3.3. Întocmirea planului de nutriție pentru lotul de păsări studiate

Primul experiment – testarea drojdiei de vin reziduale uscate prin liofilizare

Pentru determinarea condițiilor optime a fost studiată influența drojdiei de vin reziduale uscate prin liofilizare asupra creșterii, dezvoltării și performanțelor productive ale puilor broiler, în condiții de laborator.

Pentru stabilirea condițiilor de realizare a procedurii și determinarea nivelului optim de introducere a drojdiei de vin reziduale uscată prin liofilizare au fost constituite patru loturi de pui broiler, separați aleatoriu, ne-sexați, menținuți în condiții identice de întreținere și microclimat.

Lotul martor a fost alimentat cu nutreț combinat standard, fără adaos de drojdie, iar loturile experimentale au fost alimentate cu nutrețuri combinate suplimentate cu drojdie de vin reziduală uscată prin liofilizare în proporții de 2,0%, 4,0% și 6,0% din masa totală a furajului (tab. 1, 2).

Tablul 1. Structura nutrețului combinat pentru pui broileri, %

Ingrediente, %	Perioada Starter				Perioada Grower				Perioada Finiser I			
	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3
Porumb	34,48	34.66	34.84	35.02	38,34	38,16	38.37	38.57	34,58	34.79	34.99	35.20
Grâu	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Șrot de soia	38,11	36.08	34,05	32,02	34,31	32,34	30,31	28.28	28,81	26,78	24.74	22.71
Șrot de floarea soarelui	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	3,50	3,50	3.50
Ulei de soia	2,97	2,81	2.64	2.48	3,64	3.59	3.42	3.25	4,61	4.43	4.26	4.09
Creta	1,94	1,96	1,97	1,98	1,20	1,40	1,40	1.40	1,00	1,00	1,00	1.0
Drojdie de vin	-	2,00	4,00	6,00	-	2,00	4,00	6,00	-	2,00	4,00	6,00
Starter Premix	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grower Premix	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Finisher Premix	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50

În cadrul experimentului au fost monitorizați pe parcursul a **41 de zile** după indicatorii de creștere și productivitate, inclusiv greutatea corporală, sporul mediu zilnic, consumul de furaj, indicele de conversie a furajelor, randamentul la sacrificare și calitatea carcabei, în vederea stabilirii nivelului optim de includere a drojdiei de vin reziduală în nutrețul combinat.

Tabelul 2. Conținutul nutritiv al nutrețurilor combinate

Compoziție	Perioada Starter (1-10 zile)				Perioada Grower (11-24 zile)				Perioada Finiser I (25-30 zile)			
	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3
Proteine, %	22.5	22.5	22,50	22.5	21	21	21,00	21.00	19.97	19.97	19,97	19.97
Grăsimi, %	4.97	4.84	4,71	4.59	5.69	5.67	5,53	5.40	6.58	6.45	6,31	6.18
Fibre, %	3.32	3.26	3,19	3.13	3.22	3.15	3,09	3.02	3.67	3.61	3,55	3.48
Ca, %	0.95	0.95	0,95	0.95	0.82	0.89	0,88	0.88	0.75	0.74	0,74	0.73
P,%	0.57	0.57	0,57	0.57	0.48	0.48	0,48	0.48	0.49	0.49	0,48	0.48



Fig.8. Lot de pui broiler

Al doilea experiment – testarea drojdiei de bere reziduală uscată prin liofilizare

Puii au fost repartizați aleatoriu în patru loturi experimentale: un lot martor (LM), hrănit cu dieta de bază, și trei loturi experimentale (LE1, LE2, LE3), care au primit dieta de bază suplimentată cu drojdie de bere reziduală uscată prin liofilizare în proporții de 2,0%, 3,5% și 5,0%.

Pentru realizarea metodei propuse au fost utilizați 80 de pui broiler în vârstă de o zi, având o greutate corporală medie unificată, pe o durată experimentală de 41 de zile, structurată în patru faze de creștere.

În vederea evaluării performanțelor de creștere, perioada experimentală a fost structurată în patru etape: faza I (zilele 1–10), faza II (zilele 11–24), faza III (zilele 25–31) și faza IV (zilele 32–41).

Tabelul 3. Structura nutrețurilor combinate pentru pui broileri,%

Ingrediente, %	Perioada Starter				Perioada Grower				Perioada Finisher I			
	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3
Porumb	34,48	34,73	34,93	35,12	38,34	38,22	38,41	38,60	34,58	34,84	35,03	35,23
Grâu	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Șrot de soia	38,11	36,04	34,50	32,95	34,31	32,31	30,76	29,22	28,81	26,75	25,20	23,65
Șrot de floarea soarelui	-	-	-	-	-	-	-	-	3,50	3,50	3,50	3,50
Ulei de soia	2,97	2,78	2,63	2,49	3,64	3,57	3,43	3,28	4,61	4,41	4,27	4,12
Creta	1,94	1,94	1,95	1,95	1,20	1,40	1,40	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00
Drojdie de bere	-	2,00	3,50	5,00	-	2,00	3,50	5,00	-	2,00	3,50	5,00
Starter premix	2,50	2,50	2,50	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Grower premix	-	-	-	-	2,50	2,50	2,50	2,50	-	-	-	-
Finisher premix	-	-	-	-	-	-	-	-	2,50	2,50	2,50	2,50

Tabelul 4. Principalii indicatori nutriționali ai furajelor compuse

Compoziție	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3	LM	LE1	LE2	LE3
Proteine, %	22.5	22,5 0	22,5 0	22,5 0	21	21,0 0	21,0 0	21,0 0	19.9 7	19,9 7	19,9 7	19,9 7
Grăsimi, %	4.97	4,83	4,72	4,62	5.69	5,66	5,55	5,45	6.58	6,44	6,34	6,23
Fibre, %	3.32	3,26	3,21	3,16	3.22	3,15	3,10	3,05	3.67	3,61	3,56	3,51
Ca, %	0.95	0,95	0,95	0,95	0.82	0,89	0,89	0,89	0.75	0,75	0,75	0,75
P,%	0.57	0,59	0,59	0,60	0.48	0,50	0,51	0,51	0.49	0,50	0,51	0,52

Activitatea 3.4. Determinarea efectului planului nutrițional asupra performanțelor productive ale puilor de carne: greutatea corporală, câștigul mediu zilnic, conversia furajelor etc. Determinarea efectului aditivilor utilizați asupra producției de sacrificare: randamentul carcasei, pieptului și picioarelor, greutatea organelor etc.

Primul experiment – testarea drojdiei de vin reziduale

Rezultatele obținute au evidențiat că cea mai bună evoluție a masei corporale a fost înregistrată în lotul experimental LE2 (**4,0% drojdie de vin**), unde la vârsta de 41 zile s-a obținut cea mai mare greutate finală (3486,31 g), superioară atât lotului martor (3329,71 g), cât și celorlalte loturi experimentale.

S-a constatat că cele mai scăzute valori ale consumului mediu și zilnic de furaj au fost înregistrate în lotul LE2 (4865,12 g și 118,66 g/zi), ceea ce indică o eficiență furajeră superioară. Loturile LE1 și LE3 prezintă, de asemenea, o reducere a consumului, însă într-o măsură mai puțin pronunțată. În ansamblu, cele mai bune rezultate privind eficiența utilizării furajului au fost obținute în varianta LE2.

Suplimentarea cu drojdie influențează pozitiv eficiența economică a producției de pui broiler, prin creșterea veniturilor și optimizarea consumului de furaje. Cea mai ridicată eficiență economică s-a înregistrat în varianta LE2, care asigură cel mai avantajos raport cost–profit (tab. 5).

Tabelul 5. Eficiența economică a noilor rețete cu adaos de drojdie de vin reziduală uscată prin liofilizare

Lot	Greutatea corporală la sacrificare, kg	Prețul 1 kg masă vie, lei	Venit din vânzarea carcaselor, lei	Consumul de furaje, kg	Prețul 1 kg NC (incluzând și costul aditivului), lei	Eficiența economică condiționată, lei
LM	3329,71	30 lei	98,23	5296	6,29	64,91
LE1	3380,71		99,73	4934	6,81	66,13
LE2	3486,31		102,85	4865	7,34	67,14
LE3	3393,00		100,09	4893	7,86	61,64

* Costul 1 kg de nutreț de bază 6,29 lei

Prin includerea dozei optime a drojdiei de vin reziduale uscate prin liofilizare în rețeta de furajare se asigură creșterea uniformă a masei corporale a puilor broiler, cu o greutate la sacrificare de 3486,31 g în varianta LE2, cu +4,7% față de lotul martor (3329,71 g), îmbunătățirea conversiei furajului prin reducerea consumului până la 4865 kg (-8,1% față de 5296 kg în martor), precum și optimizarea randamentului carcasei eviscerate până la 2228,37 g (+2,8% față de 2167,57 g). Totodată, se menține dezvoltarea fiziologică normală fără efecte adverse asupra sănătății, ceea ce este confirmat de stabilitatea parametrilor hematologici și biochimici. Astfel, se asigură o eficiență economică ridicată, cu valoarea maximă de 67,14 lei în LE2 (+3,4% față de 64,91 lei în lotul martor), demonstrând o mai bună sustenabilitate și eficiență a producției comparativ cu metodele existente.

Al doilea experiment – testarea drojdiei de bere reziduale uscată prin liofilizare

Greutatea corporală a puilor broiler a fost monitorizată periodic. La vârsta de 35 de zile, lotul experimental LE1 a înregistrat o greutate medie de $2635,70 \pm 55,831$ g, cu circa 7,48% mai mare față de lotul martor ($2452,30 \pm 21,106$ g), diferența fiind semnificativă statistic ($p < 0,01$), ceea ce confirmă efectul pozitiv al drojdiei de bere asupra creșterii.

Coeficientul de conversie a furajelor (FCR) a fost determinat ca raport între consumul total de nutrețuri combinate și sporul de greutate înregistrat pe perioada experimentală în mediu pe cap (0–41 zile) (tab. 6,7). Pentru lotul LE1, sporul absolut de greutate a constituit 3575,86 g, calculat ca diferență între masa finală (3622,86 g) și masa inițială (191,35 g). Consumul total de furaj în acest lot a fost de 4949,07 g. În consecință, coeficientul de conversie a furajelor pentru lotul LE1 a fost de 1,37, valoare inferioară celei înregistrate în lotul martor (1,59), ceea ce indică o utilizare mai eficientă a furajelor. Includerea drojdiei de bere în rațiile puilor broiler contribuie la îmbunătățirea eficienței conversiei furajelor și la sporirea performanțelor productive.

Tabelul 6. Consumul de nutreț combinat de puii broileri, g

Lot	Starter	Grower	Finisher I	Finisher II	Mediu / Cap	Cap / Zi
LM	5706	16656	9670	18263	5296,25	129,18
LE1	5565	15885	8660	17201	4949,07	120,71
LE2	5686	16233	8935	18133	5148,84	125,58
LE3	5593	16344	9109	18145	5176,34	126,25



Fig.9. Sacrificarea puilor în vederea stabilirii performanțelor productive

Tabelul 7. Eficiența economică a noilor rețete cu adaos de drojdie de bere reziduală uscată prin liofilizare

Lot	Greutatea corporală la sacrificare, kg	Prețul 1 kg masă vie, lei	Venit din vânzarea carcaselor, lei	Consumul de furaje, kg	Prețul 1 kg NC (incluzând și costul aditivului), lei	Eficiența economică condiționată, lei
LM	3329,71	30 lei	98,23	5296	6,29	64,91
LE1	3622,86		106,87	4949,07	6,81	73,16
LE2	3442,87		101,57	5148,84	7,34	63,76
LE3	3487,86		102,89	5176,34	7,86	62,18

Starea de sănătate a puilor a fost evaluată prin determinarea parametrilor biochimici și hematologici ai sângelui. Parametrii hematologici au evidențiat variații moderate între loturi, toate valorile fiind în limite fiziologice. Hematocritul și eritrocitele au fost ușor reduse în loturile experimentale comparativ cu martorul, fără semnificație patologică. Concentrația hemoglobinei și indicii eritrocitari (MCH, MCHC, MCV) au rămas relativ stabili, ceea ce indică menținerea capacității

normale de transport al oxigenului. În ansamblu, includerea drojdiei de bere reziduale uscate prin liofilizare nu a produs efecte negative asupra stării hematologice a puilor, menținând parametrii sanguini în limite normale.

Parametrii biochimici au indicat o activare metabolică moderată, evidențiată prin variații ale enzimelor hepatice, metabolismului proteic și mineral, precum și printr-o utilizare mai eficientă a substratului energetic. În ansamblu, rezultatele confirmă că drojdia de bere exercită un efect benefic asupra stării fiziologice și metabolice a puilor broiler, contribuind la optimizarea proceselor de creștere fără efecte adverse asupra homeostaziei organismului.

Analiza eficienței economice evidențiază diferențe între loturile experimentale și lotul martor. Venitul din vânzarea carcaselor a fost mai mare în lotul LE1 (106,87 lei) comparativ cu martorul (98,23 lei), fiind corelat cu un consum mai redus de furaje și o eficiență economică condiționată superioară (73,16 lei față de 64,91 lei). În loturile LE2 și LE3, deși veniturile au fost ușor mai mari decât la proba martor, creșterea costului nutrețurilor a determinat o eficiență economică mai redusă (63,76 lei și 62,18 lei). În ansamblu, cele mai bune rezultate economice au fost obținute în lotul LE1, ceea ce indică un efect favorabil al includerii drojdiei de bere în rația puilor broiler.

Activitatea 3.5. Elaborarea documentației tehnice pentru crearea de noi furaje și protecția drepturilor de proprietate intelectuală (brevetarea de noi produse și tehnologii dezvoltate)

Activitatea a constat în întocmirea documentației tehnice pentru realizarea a două cereri de brevete de invenție pe baza rezultatelor cercetărilor efectuate. Astfel, au fost depuse și înregistrate două cereri de brevete de invenție de scurtă durată, și anume:

1. **Procedeu de alimentație a puilor broiler**, Autori: Caisîn Larisa, MD; Dabija Adriana, RO; Agapii Vitalii, MD; Bivol Ludmila, MD; Malenchi Dumitru, MD; Chetrariu Ancuța, RO. Nr. depozit: s 2026 0046
2. **Metodă de nutriție a puilor broiler**, Autori: Caisîn Larisa, MD; Dabija Adriana, RO; Agapii Vitalie, MD; Bivol Ludmila, MD; Malenchi Dumitru, MD; Avramia Ionuț, RO. Nr. depozit: s 2026 0047

Activitatea 3.6. Managementul și coordonarea proiectului

Proiectul a fost coordonat de Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava prin directorul de proiect în parteneriat cu Republica Moldova prin responsabilul de proiect, care au asigurat: funcționarea și întreținerea în bune condiții a proiectului, pe baza planului de lucru al proiectului; monitorizarea progresului activităților și coordonarea exploatării rezultatelor; monitorizarea achizițiilor proiectului prin stabilirea materialelor care au fost furnizate.

Activitatea 3.7. Exploatare, diseminare și comunicare

Rezultatele proiectului au fost diseminate și comunicate prin publicarea rezultatelor cercetării în reviste ISI sau BDI, prin participări la conferințe internaționale, cereri de brevete, astfel:

Articole publicate:

1. Chioru, A., Chirsanova, A., Dabija, A., Avrămia, I., Boiștean, A., & Chetrariu, A. (2024). Extraction Methods and Characterization of β -Glucans from Yeast Lees of Wines Produced Using Different Technologies. *Foods*, 13(24), 3982. <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/24/3982>
2. Chetrariu, A., Avrămia, I., Dabija, D., Caisîn, L., Malenchi, D., Agapii V., Pavlicenco, N., Oroian, M.A., Dabija, A. (2024), Wine lees – characteristics and potential of valorisation, *Lucrări Științifice* – vol. 67(1)/2024, seria *Agronomie*, 165-170.

https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Volume_67-1_2024_Paper-31.pdf

3. Caisin, L., Pavlicenco, N., Agapii, V., Malenchi, D. Dabija, A., Chetrariu, A., Avramia, I. (2024). Dried brewer's yeast by-product as a feed product: a Review. *Nanotechnology Perceptions - Raising Awareness of Nanotechnology*, Vol.20, S16 (2024) (Scopus, Q4). <https://nanontp.com/index.php/nano/article/view/4860>
4. Chetrariu, A., Dabija, A., Caisin, L., Agapii, V., Avrămia, I. (2025). Sustainable valorization of wine lees: From waste to value-added products. *Applied Sciences*, 15(7), 3648. <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/7/3648>
5. Avrămia, I., Dabija, A., Oroian, M., Caisin, L., Agapii, V., Rotaru, A., Chetrariu, A. (2026). Yeast as a By-Product from Wine and Beer Production: Comparative Evaluation of Physico-Chemical Composition. *Molecules*, 31(2), 280. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12843663>
6. Chirsanova, A., Boiștean, A., Chioru, A., Dabija, A., Avrămia, I. (2026). Impact of Extraction Methods of Wine Lees β -Glucan on the Rheological Properties of Low-Fat Yogurt. *Sustainability*, 18(2), 989. <https://www.mdpi.com/2071-1050/18/2/989>
7. Caisin, L., Dabija, A., Agapii, V., Malenchi, D., Chetrariu, A., Avrămia, I. Nutritional and functional potential of wine yeast for poultry feeding (2026). *Bulgarian Journal of Agricultural Science (BJAS)*. <https://www.agrojournal.org/guide.html>. Web of Science JIF 2024: 0,5; Q4. Impact Factor: 0.333, in curs de publicare
8. Caisin, L., Dabija, A., Agapii, V., Bivol, L. Raileanu, A., Malenchi, D., Chetrariu, (2026) Yeast in broiler diets: its effects on growth performance and carcass quality. *AgroLife Scientific Journal*. Journal Impact Factor™ (JIF)- 2024: 0,9. paper code: ANS802. in ediție WBS, Journal Impact Factor™ (JIF)- 2024: 0,9, (<https://mjl.clarivate.com/journal-profile>), în curs de publicare

Lucrări științifice prezentate la conferințe internaționale:

1. Dabija, A., Avrămia, I., Dabija, D., Caisin, L., *Brewer's spent yeast characteristics and potential valorisation*, EUBCE 2024 – 32nd European Biomass Conference and Exhibition, 24-27 June 2024, Marseille, France
2. Dabija, A., Avrămia, I., Dabija, D., Caisin, L., *Research on the valorisation brewer's spent yeast in the poultry nutrition*, The 10th International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2024), July 29th-August 1st 2024, Győr, Hungary
3. Chetrariu, A., Avrămia, I., Dabija, D., Caisin, L., Malenchi, D., Agapii, V., Pavlicenco, N., Dabija, D., *Wine lees – characteristics and potential of valorisation*, 11th edition of the “Life sciences today for tomorrow” Congress, which will take place between 24 and 25 October 2024, Iași, Romania
4. Caisin, L., Pavlicenco, N., Agapii, V., Malenchi, D., Dabija, A., Chetrariu, A., Avrămia, I., *Dried brewer's yeast by-product as a feed product: a review*, “International Conference on Emerging Trends in Agriculture, Veterinary and Life Sciences” (ICETAVLS-24), 19-21.12.2024, Odessa, Ukraine
5. Chetrariu, A., Avrămia, I., Dabija, A. *Valorization of by-products in the food industry in the context of sustainability: new research directions*, Workshop: Sustainable Food: trends and opportunities for the valorization of non-conventional ingredients, “Ștefan cel Mare” University of Suceava, 20.11.2024, Suceava, Romania
6. Dabija, A., Buculei, A., Caisin, L., Agapii, V., Chetrariu, A., Avrămia, I., Dabija, D., *Brewing and winery by-products as source of bioactive compounds from a circular bioeconomy perspective*, The XII International Symposium Food Technology (FOOD 25), 21-22 May 2025, Murcia, Spain
7. Dabija, A., Chetrariu, A., Oroian, M.A., Codină, G.G., Avrămia, I., Caisin, L., Agapii, V., Pavlicenco, N., Malenchi, D. *The Bioactive Promise of Wine Lees: Insights into Beta-Glucans and*

Their Rheological Behaviour, The 29th Conference of Statistical Physics STATPHYS29, Florence, Italy, 13-18 July, 2025

8. Avrămia, I., Chetrariu, A., Dabija, A., Oroian, M.A., Codină, G.G., Caisin, L., Agapii, V., Pavlicenco, N., Malenchi, D. *Spent Yeast Proteins: Unraveling the Power of Fractals in Systems Biology*, The 29th Conference of Statistical Physics STATPHYS29, Florence, Italy, 13-18 July, 2025
9. Chetrariu, A., Dabija, A., Oroian, M.A., Codină, G.G., Avrămia, I., Caisin, L., Agapii, V., Pavlicenco, N., Malenchi, D. *Effects of Ultrasound-Assisted Extraction Methods of β -Glucans from Wine Lees*, The 29th Conference of Statistical Physics STATPHYS29, Florence, Italy, 13-18 July, 2025
10. Caisin, L., Dabija, A., Agapii, V., Malenchi, D., Chetrariu, A., Avramia, I., *Nutritional and functional aspects of brewer's yeast in poultry diets: A comprehensive review*, 8th International Agriculture Congress (UTAK 2025), Samarkand, Uzbekistan, 18-22 September, 2025
11. Dabija, A., Caisin, L., Agapii, V., Chetrariu, A., Avrămia, I., Dabija, D., *From Waste to Worth: Valorisation Potential of Wine Lees as a Source of Bioactive Compounds*, 4th Edition of the Food Chemistry Conference "Reshaping Global Food Systems", 14-16 October, 2025, Glasgow, United Kingdom
12. Dabija, A., Avrămia, I., Caisin, L., Agapii, V., Chetrariu, A., *Nutrient-rich by-products of the fermentation industry: quality and applications*, 10th Edition of the International Conference "Biotechnologies, Present and Perspectives", 17-19 October, 2025, Suceava, Romania
13. Caisin, L., Dabija, A., Agapii, V., Malenchi, D., Chetrariu, A., Avrămia, I., Pavlicenco, N. *Nutritional and functional potential of wine yeast for poultry feeding*. Conferința Internațională "Animal science - challenges and innovations", 05-07 Noiembrie, 2025, Sofia, Bulgaria
14. Chetrariu, A., Dabija, A., Oroian, M.A., Codină, G.G., Avrămia, I., Caisin, L., Agapii, V., Pavlicenco, N., Malenchi, D., *Evaluation of the quality and potential for recovery of the pot of ale – a by-product resulting from the whisky production process*, III. International Biological and Life Sciences Congress (BIOLIC), 16-19 November 2025, Antalya, Turcia
15. Dabija, A., Caisin, L., Agapii, V., Chetrariu, A., Avrămia, I., Malenchi, D., Dabija, D., *Valorisation of brewing and winery yeast by-products as sources of bioactive compounds in the circular bioeconomy*, 7 th World Conference on Sustainable Life Sciences" (WOCOLS), 06-10 May 2026, Istanbul, Türkiye
16. Dabija, A., Caisin, L., Agapii, V., Chetrariu, A., Avrămia, I., Dabija, D., *Circular bioeconomy strategies for sustainable use of brewing and winery yeast*, 2nd International Conference on Green Innovation and Circular Economy (GR-I-CE 2026), 10-13 May 2026, Athens, Greece
17. Caisin, L., Dabija, A., Agapii, V., Bivol, L., Raileanu, A., Malenchi, D., Chetrariu, A., *Yeast in broiler diets: its effects on growth performance and carcass quality*, International Conference "Agriculture for Life", June 4-6, 2026. Bucharest, Romania

3. Modul de atribuire și exploatare de către parteneri a drepturilor de proprietate (intelectuală, de producție, difuzare, comercializare etc) asupra rezultatelor proiectului

Drepturile de proprietate asupra rezultatelor obținute în cadrul proiectului au fost gestionate și atribuite partenerilor conform prevederilor acordului de parteneriat și legislației în vigoare privind proprietatea intelectuală. Rezultatele cu caracter științific, tehnologic și aplicativ, inclusiv datele experimentale, publicațiile științifice, rețetele nutriționale dezvoltate și documentațiile tehnice

elaborate, sunt deținute în comun de partenerii implicați, proporțional cu contribuția fiecăruia la realizarea activităților de cercetare-dezvoltare.

Rezultatele cu potențial aplicativ și comercial au fost protejate prin depunerea a două cereri de brevet de invenție, partenerii având drepturi comune de utilizare, valorificare și transfer tehnologic. Exploatarea rezultatelor proiectului s-a realizat prin diseminare științifică, publicarea rezultatelor în reviste de specialitate, participarea la manifestări științifice internaționale și prin promovarea soluțiilor dezvoltate către operatorii economici interesați din sectorul agroalimentar și zootehnic. De asemenea, partenerii pot valorifica rezultatele prin colaborări viitoare cu mediul economic, transfer de cunoștințe și dezvoltarea unor produse furajere inovatoare bazate pe utilizarea produselor secundare din industria fermentativă.

4. Impactul estimat al rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au un impact semnificativ atât din perspectivă științifică, cât și economică și de mediu, contribuind la dezvoltarea unor soluții sustenabile pentru valorificarea produselor secundare din industria fermentativă în contextul economiei circulare. Prin reutilizarea drojdiilor reziduale și a pot ale ca resurse cu valoare adăugată în nutriția animală, proiectul susține reducerea cantităților de deșeuri agroindustriale și promovarea tehnologiilor verzi, cu efecte pozitive asupra protecției mediului și eficienței utilizării resurselor.

Cel mai semnificativ rezultat obținut constă în identificarea și validarea drojdiei de vin reziduale liofilizate ca ingredient furajer cu valoare nutritivă și funcțională ridicată pentru nutriția puilor de carne. Studiile realizate au demonstrat că aceasta conține compuși bioactivi valoroși, precum proteine, polifenoli, minerale și vitamine, având efecte favorabile asupra performanțelor productive ale păsărilor. Acest rezultat oferă premise reale pentru dezvoltarea unor furaje inovatoare și sustenabile, cu potențial de transfer către sectorul agroalimentar și zootehnic. De asemenea, impactul proiectului este susținut de publicarea rezultatelor în reviste indexate ISI Web of Science, participarea la manifestări științifice internaționale și depunerea a două cereri de brevet de invenție.

Pagina web a proiectului:

<https://fia.usv.ro/cercetare/research-on-the-valorisation-of-yeasts-by-product-of-the-fermentative-industry-in-the-nutrition-of-farm-animals/>

Director Proiect,

Prof.univ.ec.dr.ing. ADRIANA DABIJA



Rezumat executiv al activităților realizate în cadrul proiectului

Proiectul a avut ca obiectiv principal valorificarea produselor secundare rezultate din industria fermentativă – drojdia de vin, drojdia de bere și pot ale – în contextul economiei circulare și al promovării tehnologiilor verzi, pentru dezvoltarea unor furaje cu valoare nutritivă ridicată și potențial antioxidant destinate nutriției animalelor. Toate obiectivele specifice prevăzute în cadrul proiectului au fost realizate integral (100%), activitățile de cercetare-dezvoltare fiind implementate conform planului inițial, fără abateri semnificative.

În prima etapă a proiectului au fost identificate, prelevate și caracterizate fizico-chimic probe de drojdie de vin și drojdie de bere provenite de la producători din Republica Moldova. Au fost evaluate proprietățile fizico-chimice, conținutul de proteine, lipide, carbohidrați, polifenoli, aminoacizi, vitamine și compuși minerali, utilizând metode analitice avansate precum spectrofotometria, analiza ATR-FTIR, spectrometria de masă și spectrometria de absorbție atomică. Totodată, au fost comparate două metode de conservare – uscarea la etuvă și liofilizarea – concluzionându-se că liofilizarea conservă superior structura celulară și compușii bioactivi ai drojdiilor reziduale.

În etapa a doua a fost analizat pot ale, produs secundar rezultat din procesul de fabricare a whisky-ului, provenit de la Alexandrion Group România. Cercetările au evidențiat faptul că acest produs secundar conține proteine, compuși minerali și polifenoli cu potențial de valorificare în hrana animalelor, însă în concentrații mai reduse comparativ cu drojdiile reziduale. Studiul comparativ al celor trei produse secundare a demonstrat că drojdia de vin reziduală uscată prin liofilizare prezintă cel mai ridicat potențial pentru utilizarea în nutriția puilor broiler, datorită conținutului ridicat de proteine, polifenoli, vitamine și minerale.

În cadrul etapei a treia au fost dezvoltate și testate rețete inovatoare de furaje pentru pui broiler, suplimentate cu drojdie de vin și drojdie de bere reziduală liofilizată. Experimentele au fost realizate pe hibridul ROSS 308, în condiții controlate de microclimat, în cadrul Universității Tehnice a Moldovei. Rezultatele experimentale au demonstrat că includerea drojdiei de vin în proporție de 4% în rațiile furajere a determinat cele mai bune performanțe productive, conducând la: creșterea greutatei finale a puilor broiler; îmbunătățirea conversiei furajelor; optimizarea randamentului carcasei; creșterea eficienței economice a producției. În cazul drojdiei de bere, cele mai bune rezultate au fost obținute pentru varianta cu adaos de 2%, care a condus la: sporuri superioare de creștere; reducerea coeficientului de conversie a furajelor; îmbunătățirea parametrilor metabolici și fiziologici ai puilor; eficiență economică superioară comparativ cu lotul martor.

Proiectul a generat rezultate științifice și aplicative importante, concretizate prin: publicarea a opt articole științifice în reviste ISI și BDI; prezentarea a 17 lucrări la conferințe internaționale; depunerea a două cereri de brevet de invenție privind metode inovatoare de nutriție a puilor broiler.

Impactul proiectului este semnificativ din perspectivă științifică, economică și de mediu, contribuind la dezvoltarea unor soluții sustenabile pentru valorificarea subproduselor agroindustriale și reducerea deșeurilor din industria fermentativă. Rezultatele obținute susțin tranziția către o bioeconomie circulară prin transformarea unor produse secundare cu impact negativ asupra mediului în resurse valoroase pentru industria furajelor și nutriția animală.