

Program M-ERA.NET, Call 2023**Denumire proiect:** *Compozite inteligente pentru boli metabolice***Acronim:** SMARTCAP**Cod proiect:** ERANET-M-3-SMARTCAP-1**Domeniu proiectului:** Compozite de înaltă performanță**Durată:** 36 luni (2024 - 2027)**Finanțare totală proiect (inclusiv cofinanțarea):** 1.348.400 EURO

Finanțare proiect: 1.217.000 EURO

Parteneri /directori proiect	Autoritatea finanțatoare	Suma finanțată, EURO
CO: National Research and Development Institute for Textile and Leather (RO) Dr. Chim. Madalina ALBU KAYA	UEFISCDI (România)	130.000
P1: National Institute for Research & Development in Chemistry and Petrochemistry (RO) Dr. Ing. Zina Vuluga	UEFISCDI (România)	120.000
Mustafa Kemal University (TR) Prof. Dr. Durmus Alpaslan KAYA	TUBITAK (Turcia)	69.600
Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KR) Dr. Byoung Seung Jeon	KIAT (Coreea de Sud)	305.000
Ulsan National Institute Of Science And Technology (KR) Prof. Dr. Robert Mitchell	KIAT (Coreea de Sud)	255.000
Yüzüncü Yıl University (TR) Prof. Dr. Taylan Aksu	TUBITAK (Turcia)	73.200
HANONG Co.,Ltd. (KR) Mr. Ju Cheol Choi	KIAT (Coreea de Sud)	265.000 + 130.600 (cofinanțare)

Rezumat

Europa trebuie să reducă gazele cu efect de seră cu 30% până în 2030. SMARTCAP poate fi o soluție la rezolvarea bolilor metabolice și a emisiilor cu efect de seră urmărind obiectivele specifice: a) identificarea cerințelor și specificațiilor pentru prelucrarea compozitelor de înaltă performanță sub formă de capsule inteligente pentru rumen -TRL 2; b) proiectarea și dezvoltarea capsulei inteligente prin valorificare de resurse naturale - TRL 3; c) caracterizarea și evaluarea capsulelor SMARTCAP - TRL 3; d)

demonstrarea și validarea proceselor de producție ecologică și prototipul în mediu relevant - TRL 4; e) facilitarea exploatării cu succes a rezultatelor și comunicarea. Rezultatele așteptate sunt modele experimentale; rapoarte privind testele fizico-chimice/biologice; capsule prototip SMARTCAP și aditivi de hrană cu ilit - IFA; cereri de brevet – 2; articole publicate – 6; conferințe – 20; workshop-uri – 3; site-ul web. Abordarea SMARTCAP generează un nou concept de dezvoltare a materialelor compozite de performanță naturală cu proprietăți inteligente.

Obiective

Obiectivul principal al proiectului este dezvoltarea de capsule inteligente pentru rumen și aditivi alimentari ilit (IFA), compozite de ultimă generație bazate pe ingredient active naturale precum gelatină naturală, zeolit, ilit, violaceină și uleiuri esențiale. Aceste noi materiale compozite sunt de așteptat să fie stabile pe termen lung în rumenul animalelor pentru a fi utilizate la reducerea incidenței bolilor metabolice nutriționale și a producției de gaze cu efect de seră din fermentația ruminală.

Obiectivul 1. *Identificarea cerințelor și specificațiilor pentru procesarea compozitelor de înaltă performanță pentru realizarea capsulelor inteligente pentru rumen și IFA.*

Obiectivul 2. *Proiectarea și dezvoltarea capsulelor inteligente și IFA prin valorificarea resurselor naturale.*

Obiectivul 3. *Caracterizarea și evaluarea SMARTCAP și IFA.*

Obiectivul 4. *Demonstrarea și validarea proceselor de producție ecologice și prototipurilor în mediul relevant.*

Obiectivul 5. *Exploatarea rezultatelor.*

Rezultate preconizate

Modele experimentale: gelatină tare și gelatină moale; zeolit activat/modificat; raport de caracterizare fizico-chimică.

Tehnologii de laborator: tehnologie de obținere a gelatinei (dure și moi), zeolit activat, zeolit modificat.

Model experimental pentru capsula SMARTCAP.

Produse: capsule SMARTCAP.

Tehnologie de laborator pentru obținerea capsulei SMARTCAP.

Rapoarte: raport biodegradare.

Prototipuri – capsulă SMARTCAP.

Specificații tehnice și fișe cu date de securitate ale produsului.

Cereri de brevet – 2.

Articole publicate – 6 în reviste de top.

Participare la conferințe – 20.

Organizarea de workshop-uri și mese rotunde – 3.

1 website.

Proiectul ERANET-M-3-SMARTCAP-1 este finanțat în România de către Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, al Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI), având ca parteneri INCDTP și ICECHIM.

Etapa I / 2024 - Pregătirea și caracterizarea ingredientelor intermediare active conform cerințelor și specificațiilor în vigoare (Perioada de implementare 15.04. - 31.12.2024)

Rezumat etapa I / 2024

Cercetările efectuate în cadrul etapei I au condus la obținerea gelatinei dure și moi, caracterizarea fizico-chimică și stabilirea biodegradabilității in vitro a acestora și la dezvoltarea modelului experimental de activare a zeolitului natural clinoptilolit. Gelatina a fost obținută din piele bovină printr-o tehnologie în care s-au utilizat tratamente chimice, structura gelatinei analizată prin dicroism circular și prin FT-IR având aceleași caracteristici ca cea comercială. Plecând de la gelatina obținută s-au obținut diferite variante de filme cu grosimi diferite. Proprietățile mecanice și cele de biodegradabilitate în mediu similar rumenului (38-41°C și pH = 5.5-6.5) au făcut selecția între filmele din gelatină moale (care se dizolvă în aproximativ o oră) și filmele din gelatină tare (care se dizolvă în aproximativ 24 de ore). Zeolitul de Rupea, cu un conținut de clinoptilolit > 85% (CR), a fost purificat (CRP) prin imersie în apă deionizată fierbinte, în concentrație de 1,25%, sub agitare, și spălarea de 2-3 ori a sedimentului separat prin decantare/centrifugare. După uscare și mojarare, CRP a fost activat prin reacții de schimb cationic cu soluții 0.2 M de cloruri de Na, Ba și Zn. Rezultatele obținute prin XRD, FTIR, XRF și EDX au dovedit că în structura CRP, au fost încorporați cationi de metale alcaline (Na⁺), alcalino-pământoase (Ba²⁺) și de tranziție (Zn²⁺). Proprietățile fizice ale clinoptilolitului (aria suprafeței BET, volumul și diametrul porilor) au scăzut cu creșterea razei atomice a cationului schimbat, ceea ce s-a reflectat și în scăderea capacității de adsorbție a CO₂. Cea mai bună stabilitate termică a prezentat-o clinoptilolitul de Ba, în timp ce clinoptilolitul de Na și respectiv cel de Zn au prezentat cea mai mare capacitate de adsorbție a CO₂. Capacitatea de adsorbție a N₂ nu a fost influențată de tipul cationului schimbat. Lucrările vor continua cu încercarea de a încorpora în structura CRP și a altor cationi care să prezinte capacitate de adsorbție mărită a unui gaz multicomponent și definitivarea tehnologiilor de laborator pentru obținerea filmelor de gelatină tare și moale și testarea acestora în condiții simulate.

Rezultate etapa I / 2024

Modele experimentale: gelatină tare și gelatină moale.

Rapoarte de analiză fizico-chimică și de degradare a gelatinelor.

Studiu privind (i) afinitatea gazelor (eliberate în procesul de fermentare microbiană) pentru un anumit zeolit în funcție de natura și conținutul cationilor de schimb din zeolit, (ii) activitatea antimicrobiană a zeolitului în funcție de tipul de cation activ și a conținutului de agenți bioactivi care pot fi eliberați controlați și (iii) metoda de obținere și performanța nanocompozitelor gelatină/zeolit cerute de domeniul de utilizare (medicină veterinară).

Raport de cercetare privind dezvoltarea modelului experimental pentru activarea clinoptilolitului.

Raport privind selecția ingredientelor sigure pentru dezvoltarea SMARTCAP.

Pagină web.

Participare la conferințe/simpozioane.

Workshop SMARTCAP.

Etapa II/2025 - Proiectarea și dezvoltarea SMARTCAP (perioada de implementare: 1/01/2025 – 31/12/2025)

Rezumat etapa II / 2025

Cercetările efectuate în cadrul etapei II au condus la realizarea și experimentarea a **5 modele experimentale** privind (i) obținerea gelatinei din derma bovină ca materie primă de bază; (ii) obținerea filmelor moi și tari cu biodegradabilitate controlată; (iii) activarea zeolitului natural clinoptilolit și obținerea de clinoptilolit cu cationi schimbați (schimbul cu un cation sau cu amestec de cationi) și (iv) modificarea cu ulei esențial a clinoptilolitului cu cationi schimbați și obținerea clinoptilolitului modificat cu capacitate mare de încărcare și efect de eliberare controlată a uleiului esențial. Prin reacții de schimb cationic, în structura clinoptilolitului au fost încorporați cationi de metale alcaline (Na^+), alcalino-pământoase (Ba^{2+}) și de tranziție (Zn^{2+} și Ag^+). S-au stabilit condițiile optime de schimb cationic și s-au selectat zeoliții care au avut cea mai mare capacitate de adsorbție gaze (CO_2 , CH_4 și N_2 , atât individual, cât și în amestec) și (v) capsula SMARTCAP. S-a elaborat **tehnologia la nivel de laborator pentru obținerea gelatinei** stabilindu-se parametrii de fabricație astfel încât să se obțină loturi cu proprietăți similare. S-au stabilit compozițiile și metodele de obținere a filmelor din gelatină biodegradabile, denumite **straturi de gelatină moale** cu a) clinoptilolit CRP, b) clinoptilolitului activat cu $\text{Ag}^+\text{Zn}^{2+}$ modificat cu ulei esențial de anason (AgZnCRP-AO) și c) violaceină și **straturi de gelatină tare - biodegradabil în aprox. 24 de ore, utilizat ca strat barieră**. S-a elaborat **tehnologia de obținere a zeolitului cu cationi schimbați cu capacitate de adsorbție a gazului multicomponent (CO_2 , CH_4 și N_2)**. S-au stabilit condițiile optime de încapsulare a uleiului esențial și s-au selectat zeoliții încapsulați cu cea mai mare concentrație de ulei esențial. S-a elaborat **tehnologia de laborator privind obținerea clinoptilolitului modificat cu capacitate mare de**

încărcare și efect de eliberare controlată a uleiului esențial de anason. Componentele obținute au fost asamblate în straturi tip “sandwich”, realizându-se astfel capsula SMARTCAP. Lucrările vor continua cu ridicarea la scară a tehnologiilor elaborate, ridicarea la scara laborator a tehnologiei de obținere a capsulelor SMARTCAP, realizarea prototipului și furnizarea de capsule partenerilor pentru efectuarea testelor *in vitro*.

Rezultate etapa II / 2024

Tehnologie de laborator pentru obținerea gelatinelor

Tehnologii de laborator pentru obținerea de clinoptilolite activat cu capacitate de adsorbție a gazului multicomponent (CO₂, CH₄ și N₂), clinoptilolit modificat cu capacitate mare de încărcare și efect de eliberare susținută și nanocompozite cu biodegradabilitate controlată pe bază de gelatină/clinoptilolit cu cationi schimbați continand ulei esențial

Asamblare sistem multistrat

SMARTCAP – model experimental

Participare la conferinte/simpozioane

Actualizare Pag web

Diseminarea rezultatelor pe scară largă prin participarea la manifestări științifice naționale/ internaționale și publicare articole în reviste cotate ISI

Etapă I

Articol:

Coman, A.E.; Marin, M.M.; Roșca, A.M.; Albu Kaya, M.G.; Constantinescu, R.R.; Titorencu, I. Marine Resources Gels as Main Ingredient for Wound Healing Biomaterials: Obtaining and Characterization. Gels 2024, 10, 729. <https://doi.org/10.3390/gels10110729>

Conferințe

1. George-Mihail TEODORESCU, Zina VULUGA, Madalina Georgiana ALBU KAYA, Cristian Andi NICOLAE, Raluca Augusta GABOR, Marius GHIUREA, Gabriel VASILIEVICI, Valentin RADITOIU, Monica RADULY, Roxana BRAZDIS, Natural Zeolite Clinoptilolite Modified for Metabolic Diseases of Ruminant, poster (premiat de Comitetul Științific al PRIOCHEM 2024), The International Symposium “Priorities of chemistry for a sustainable development”- Book of Abstracts no. 20/2024, București, 16-18 octombrie 2024.
2. Alina Elena COMAN, Madalina ALBU KAYA, Elena-Emilia TUDOROIU, Denisa Ioana UDEANU, Mihaela Violeta GHICA, Collagen Extracted from Perch Skin:

Rheological Characterization and in vivo Animal Studies, prezentare orală, Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Materials and Systems, doi 10.2478/9788367405805-009.

Workshop internațional „From concept to first experiments” la care au participat toți reprezentanții partenerilor din consorțiu, atât fizic cât și online.

Etapă II

Întâlniri de lucru

1. Web meeting din 01.04.2025, organizată de coordonatorul proiectului, INCDDTP - Sucursala ICPI la care au fost prezenți toți partenerii din consorțiu

2. Întâlnirea din 28.08.2025 la coordonatorul proiectului (INCDDTP-Sucursala ICPI) cu partenerul Byoung Seung JEON, de la Institutul de Inginerie și Tehnologie Ceramică (KICET) din Jinju, Coreea de sud și cu partenerul Alpaslan KAYA, de la Universitatea Hatay Mustafa Kemal, Antakya/HATAY, Turcia); au fost prezentate rezultatele intermediare atât ale partenerilor prezenți, cât și a celor conectați online și s-au predat probe între parteneri;

3. Întâlnirile din 14-21.10.2025 dintre partenerii romani și turci cu toți partenerii din Coreea de Sud; au avut loc întâlniri și discuții cu reprezentanții instituțiilor (KICET, UNIST și HANONG Co), vizile în laboratoare și schimb de probe între parteneri.

Participarea cu lucrări la manifestări științifice internaționale:

1. Zina Vuluga, Advances in the use of natural zeolite, 2025 Korean Ceramic Society Fall Conference, M-ERA.NET Special Symposium - SMARTCAP Technology for Ruminant Carbon Reduction, October 16, 2025. Seoul, South Korea - *comunicare orală („invited speaker”)*.

2. Andreea Ioniță, George Mihail Teodorescu, Gabriela Mădălina Oprică, Cătălina Diana Ușurelu, Gabriel Vasilievici, Zina Vuluga*, Morphology and Textural Properties of Cation Exchanged Clinoptilolite, Simpozionul Internațional „Prioritățile Chimiei pentru o Dezvoltare Durabilă” PRIOCHEM XXI, organizat de ICECHIM în perioada 15-17 octombrie 2025, Book of Abstract No. 21/2025, pag. 58 - *poster*.

3. Alina Elena Coman, Madalina Albu Kaya, Rodica Roxana Constantinescu, Maria Minodora Marin, Irina Titorencu, Mihaela Violeta Ghica, Synthesis and evaluation of hydroxyapatite powder scaffolds using perch-derived collagen for advanced synthetic bone substitutes, 2025 Korean Ceramic Society Fall Conference, M-ERA.NET Special Symposium - SMARTCAP Technology for Ruminant Carbon Reduction, October 16, 2025. Seoul, South Korea - *comunicare orală („invited speaker”)*.

4. Madalina Georgiana ALBU KAYA, Introduction of Smart rumen composites for metabolic diseases (SMARTCAP) project, 2025 Korean Ceramic Society Fall Conference, M-ERA.NET Special Symposium - SMARTCAP Technology for Ruminant Carbon Reduction, October 16, 2025. Seoul, South Korea - *comunicare orală („invited speaker”)*

Articol publicat în reviste cu factor de impact ISI

1. Sorca, B.V.; Kaya, D.A.; Kaya, M.G.A.; Enachescu, M.; Ghetu, D.-M.; Enache, L.-B.; Boerasu, I.; Coman, A.E.; Rusu, L.C.; Constantinescu, R.; et al. Bone Fillers with Balance Between Biocompatibility and Antimicrobial Properties. *Biomimetics* 2025, 10, 100. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10020100>.

Cerere de brevet

Mădălina Albu Kaya, Hidrolizat de collagen din pielea ugerului bovin și procedeu de obținere a acestuia, cerere de brevet înregistrată la OSIM, nr A00597/5.12.2025.

CONTACT

E-mail: madalina.albu@icpi.ro; albu_mada@yahoo.com

Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Textile Pielărie - Sucursala București
Institutul de Cercetare Pielărie Încălțăminte, București

Adresa: Str. Ion Minulescu nr. 93, Sector 3, București, 031215, România, icpi@icpi.ro

Programme M-ERA.NET, Call 2023

Project name: Smart rumen composites for metabolic diseases

Acronym: SMARTCAP

Project code: ERANET-M-3-SMARTCAP-1

Call topic: High performance composites

Period: 36 months (2024 - 2027)

Total project financing (including co-financing): 1.348.400 EURO

Project financing: 1.217.000 EURO

Partners / Project manager	Funding authority	Funded amount, EURO
CO: National Research and Development Institute for Textile and Leather (RO) Dr. Chim. Madalina ALBU KAYA	UEFISCDI (Romania)	130.000
P1: National Institute for Research & Development in Chemistry and Petrochemistry (RO) Dr. Ing. Zina Vuluga	UEFISCDI (Romania)	120.000
Mustafa Kemal University (TR) Prof. Dr. Durmus Alpaslan KAYA	TUBITAK (Turkey)	69.600
Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology (KR) Dr. Byoung Seung Jeon	KIAT (South Korea)	305.000
ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (KR) Prof. Dr. Robert Mitchell	KIAT (South Korea)	255.000
Yüzüncü Yıl University (TR) Prof. Dr. Taylan Aksu	TUBITAK (Turkey)	73.200
HANONG Co.,Ltd. (KR) Mr. Ju Cheol Choi	KIAT (South Korea)	265.000 + 130.600 (co-financing)

Abstract

Europe has to reduce greenhouse gases by 30% until 2030. SMARTCAP can be solution to solve metabolic diseases and greenhouse emissions following the specific objectives: a) identification of requirements and specifications for processing high performance composites as smart rumen capsules -TRL 2; b) to design and develop of smart capsule by valorisation of natural resources - TRL 3; c) to characterize and evaluate the SMARTCAP capsules - TRL 3; d) to demonstrate and validate the green

manufacturing processes and prototype in relevant environment - TRL 4; e) to facilitate successful exploitation of results and communication. The expected results are experimental models; reports on physicochemical/biological tests; prototype SMARTCAP capsules and Illite-Feed-Additive - IFA; patent applications – 2; published articles – 6; conferences – 20; workshops – 3; website. The SMARTCAP approach generates a new concept of development natural performance composite materials with smart properties.

The objectives

The main objective of the project is to develop smart rumen capsules and illite feed additive (IFA), a last generation composites based on natural active ingredients such as natural gelatine, zeolite, illite, violacein and essential oils. These new composite materials are expected to provide long term retention in rumen of animal in order to be used for reducing incidence of nutritional metabolic diseases and greenhouse gas production from ruminal fermentation.

***The first objective** of this project is identification of requirements and specifications for processing high performance composites as smart rumen capsules and IFA.*

***Second objective** is to design and develop smart capsules and IFA by valorisation of natural resources.*

***Third objective** is to characterize and evaluate the SMARTCAP and IFA.*

***Fourth objective** is to demonstrate and validate the green manufacturing processes and prototypes in relevant environment.*

***Fifth objective** is to facilitate successful exploitation of results.*

Expected results

Experimental models: hard gelatine and soft gelatine; activated / modified zeolite; report about physical-chemical characterization,

Lab Technologies: technology of obtaining gelatine (hard and soft), activated zeolite, modified zeolite,

Experimental model for SMARTCAP capsule

Products: SMARTCAP capsules;

Lab Technology for obtaining SMARTCAP capsule;

Report about biodegradation;

Prototypes – SMARTCAP capsule

Technical specifications and product safety data sheets,

Patent applications – 2;

Published articles – 6 in high ranked journals;

Participation in conferences – 20;

Organizing workshops and roundtables – 3;

Website: 1.

The project ERANET-M-3-SMARTCAP-1 is funded in Romania by **UEFISCDI Executive Agency for Higher Education, Research, Development and Innovation Funding**, having as participants INCDTP and ICECHIM.

Stage I / 2024 - *Preparation and characterization of the intermediate active ingredients according to the requirements and specifications in force*

Summary of stage I / 2024

The research carried out in stage I led to the production of hard and soft gelatines, their physico-chemical characterization, in vitro biodegradability and to the development of an experimental model for the activation of natural clinoptilolite zeolite. Gelatine was obtained from bovine skin through a technology using chemical treatments, the gelatine structure analysed by circular dichroism and FT-IR had the same characteristics as the commercial one. Starting from the obtained gelatine, different types of films, with different thicknesses were obtained. The mechanical and biodegradability properties in the rumen-like environment (38-41°C and pH = 5.5-6.5) made the selection between soft gelatine films (which dissolve in about one hour) and hard gelatine films (which dissolve in about 24 hours). Rupea zeolite, with a clinoptilolite content > 85% (CR), was purified (CRP) by immersion in 1.25% hot deionized water under stirring and washing the separated sediment 2-3 times by decantation/centrifugation. After drying and milling, CRP was activated by cation exchange reactions with 0.2 M solutions of Na, Ba and Zn chlorides.

The results obtained by XRD, FTIR, XRF and EDX showed that alkali metal (Na^+), alkaline-earth metal (Ba^{2+}) and transition metal (Zn^{2+}) cations were incorporated into the CRP structure. The physical properties of clinoptilolite (BET surface area, pore volume and pore diameter) decreased with the increasing of the atomic radius of the exchanged cation, which was reflected in the decrease of CO_2 adsorption capacity. Ba clinoptilolite showed the best thermal stability, while Na and Zn clinoptilolites showed the highest CO_2 adsorption capacity. The N_2 adsorption capacity was not influenced by the type of the cation exchanged. The work will continue with an attempt to incorporate other cations that exhibit enhanced adsorption capacity of a multicomponent gas into the structure of CRP and to finalize the laboratory technologies for the hard and soft gelatine films synthesis and testing them under simulated conditions.

Results stage I / 2024

Experimental models: hard gelatine and soft gelatine.

Reports of physico-chemical and degradation analysis of gelatines.

Study on (i) affinity of gases (released in the microbial fermentation process) for a specific zeolite depending on the nature and content of exchange cations in the zeolite,

(ii) antimicrobial activity of the zeolite depending on the type of active cation and the content of bioactive agents that can be released in a controlled manner and (iii) method of obtaining and performance of gelatine/zeolite nanocomposites required by the field of use (veterinary medicine).

Research report of the development of experimental model for the activation of clinoptilolite.

Report on the selection of safe ingredients for the development of SMARTCAP.

Web page.

Participation on conferences/symposia.

SMARTCAP Workshop.

Stage II/2025 - Design and development of SMARTCAP (implementation period: 1/01/2025 – 31/12/2025)

Summary stage II / 2025

The research carried out within stage II led to the development and experimentation of 5 experimental models regarding (i) obtaining gelatin from bovine dermis as a basic raw material; (ii) obtaining soft and hard films with controlled biodegradability; (iii) activation of natural zeolite clinoptilolite and obtaining clinoptilolite with exchanged cations (exchange with a cation or with a mixture of cations) and (iv) modification of clinoptilolite with exchanged cations with essential oil and obtaining modified clinoptilolite with high loading capacity and controlled release effect of essential oil. Through cation exchange reactions, alkali (Na^+), alkaline earth (Ba^{2+}) and transition metal cations (Zn^{2+} and Ag^+) were incorporated into the clinoptilolite structure. The optimal cation exchange conditions were established and the zeolites that had the highest gas adsorption capacity (CO_2 , CH_4 and N_2 , both individually and in mixture) and (v) the SMARTCAP capsule were selected. The technology was developed at the laboratory level for obtaining gelatin, establishing the manufacturing parameters in such a way as to obtain batches with similar properties. The compositions and methods for obtaining biodegradable gelatin films were established, called soft gelatin layers with a) clinoptilolite CRP, b) clinoptilolite activated with $\text{Ag}^+\text{Zn}^{2+}$ modified with anise essential oil (AgZnCRP-AO) and c) violacein and hard gelatin layers - biodegradable in about 24 hours, used as a barrier layer. The technology for obtaining zeolite with exchanged cations with multicomponent gas adsorption capacity (CO_2 , CH_4 and N_2) was developed. The optimal conditions for encapsulating the essential oil were established and the encapsulated zeolites with the highest concentration of essential oil were selected. The laboratory technology for obtaining modified clinoptilolite with high loading capacity and controlled release effect of anise essential oil was developed. The obtained components were assembled in “sandwich” type layers, thus creating the

SMARCAP capsule. The work will continue with the scaling up of the developed technologies, the scaling up of the SMARTCAP capsule obtaining technology to the laboratory scale, the creation of the prototype and the provision of capsules to partners for in vitro testing.

Results of stage II / 2024

Laboratory technology for obtaining gelatins

Laboratory technologies for obtaining activated clinoptilolite with multicomponent gas adsorption capacity (CO₂, CH₄ and N₂), modified clinoptilolite with high loading capacity and sustained release effect and nanocomposites with controlled biodegradability based on gelatin/c clinoptilolite with exchanged cations containing essential oil

Assembly of a multilayer system

SMARTCAP – experimental model

Participation in conferences/symposia

Web page - update

Dissemination results widely by participating at national/international scientific events and publishing articles in ISI-listed journals

Stage I

Article:

Coman, A.E.; Marin, M.M.; Roșca, A.M.; Albu Kaya, M.G.; Constantinescu, R.R.; Titorencu, I. Marine Resources Gels as Main Ingredient for Wound Healing Biomaterials: Obtaining and Characterization. *Gels* 2024, 10, 729. <https://doi.org/10.3390/gels10110729>

Conferences

1. George-Mihail TEODORESCU, Zina VULUGA, Madalina Georgiana ALBU KAYA, Cristian Andi NICOLAE, Raluca Augusta GABOR, Marius GHIUREA, Gabriel VASILIEVICI, Valentin RADITOIU, Monica RADULY, Roxana BRAZDIS, Natural Zeolite Clinoptilolite Modified for Metabolic Diseases of Ruminant, poster (awarded by the Scientific Committee of PRIOCHEM 2024), International Symposium "Chemistry Priorities for Sustainable Development"- Book of Abstracts no. 20/2024, Bucharest, October 16-18, 2024).
2. Alina Elena COMAN, Madalina ALBU KAYA, Elena-Emilia TUDOROIU, Denisa Ioana UDEANU, Mihaela Violeta GHICA, Collagen Extracted from Perch Skin: Rheological Characterization and in vivo Animal Studies, oral presentation, Proceedings of the 10th International Conference on Advanced Materials and Systems, doi 10.2478/9788367405805-009.

International Workshop „From concept to first experiments” attended by all representatives of the consortium partners, both physically and online.

Stage II

Working meetings

1. Web meeting on 01.04.2025, organized by the project coordinator, INCDTP - ICPI Branch, all partners in the consortium attended

2. Meeting on 28.08.2025 at the project coordinator location (INCDTP-ICPI Branch) with participation of partner Byoung Seung JEON, from the Institute of Ceramic Engineering and Technology (KICET) in Jinju, South Korea and with partner Alpaslan KAYA, from Hatay Mustafa Kemal University, Antakya/HATAY, Turkey); the intermediate results of all the partners present and those connected online were presented and samples were handed over between the partners;

3. Meetings on 14-21.10.2025 between the Romanian and Turkish partners with all partners from South Korea; meetings and discussions with representatives of institutions (KICET, UNIST and HANONG Co), laboratory visits and samples exchange between partners

Participation with papers at international scientific events:

1. Zina Vuluga, Advances in the use of natural zeolite, 2025 Korean Ceramic Society Fall Conference, M-ERA.NET Special Symposium - SMARTCAP Technology for Ruminant Carbon Reduction, October 16, 2025. Seoul, South Korea - oral communication ("invited speaker").

2. Andreea Ioniță, George Mihail Teodorescu, Gabriela Mădălina Oprică, Cătălina Diana Ușurelu, Gabriel Vasilevici, Zina Vuluga*, Morphology and Textural Properties of Cation Exchanged Clinoptilolite, International Symposium "Priorities of Chemistry for Sustainable Development" PRIOCHEM XXI, organized by ICECHIM during October 15-17, 2025, Book of Abstract No. 21/2025, page 58 - poster.

3. Alina Elena Coman, Madalina Albu Kaya, Rodica Roxana Constantinescu, Maria Minodora Marin, Irina Titorencu, Mihaela Violeta Ghica, Synthesis and evaluation of hydroxyapatite powder scaffolds using perch-derived collagen for advanced synthetic bone substitutes, 2025 Korean Ceramic Society Fall Conference, M-ERA.NET Special Symposium - SMARTCAP Technology for Ruminant Carbon Reduction, October 16, 2025. Seoul, South Korea - oral communication ("invited speaker").

4. Madalina Georgiana ALBU KAYA, Introduction of Smart rumen composites for metabolic diseases (SMARTCAP) project, 2025 Korean Ceramic Society Fall Conference, M-ERA.NET Special Symposium - SMARTCAP Technology for Ruminant Carbon Reduction, October 16, 2025. Seoul, South Korea - oral communication ("invited speaker")

Article published in journals with ISI impact factor

1.Sorca, B.V.; Kaya, D.A.; Kaya, M.G.A.; Enachescu, M.; Ghetu, D.-M.; Enache, L.-B.; Boerasu, I.; Coman, A.E.; Rusu, L.C.; Constantinescu, R.; et al. Bone Fillers with Balance Between Biocompatibility and Antimicrobial Properties. Biomimetics 2025, 10, 100. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10020100>.

Patent Application

Mădălina Albu Kaya, Collagen hydrolysate from bovine udder skin and process for obtaining it, Patent application registered with OSIM, no. A00597/5.12.2025.

CONTACT

E-mail: madalina.albu@icpi.ro; albu_mada@yahoo.com

National Research and Development Institute for Textiles and Leather - Bucharest

Branch Bucharest Footwear and Leather Research Institute, Bucharest

Address: Str. Ion Minulescu nr. 93, Sector 3, Bucharest, 031215, Romania, icpi@icpi.ro