

ISSN 1311-3321 (print)
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)
ISSN 2603-4123 (on-line)

UNIVERSITY OF RUSE “Angel Kanchev”
РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ “АНГЕЛ КЪНЧЕВ”

BSc, MSc and PhD Students & Young Scientists
Студенти, докторанти и млади учени

PROCEEDINGS

Volume 64, book 10.3.

Chemical Technologies

&

Biotechnologies and Food Technologies

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том 64, серия 10.3.

Химични технологии

&

Биотехнологии и хранителни технологии

Ruse
Русе
2025

Volume 64 of PROCEEDINGS includes the papers presented at the scientific conference RU & SU'25, organized and conducted by University of Ruse "Angel Kanchev" and the Union of Scientists - Ruse. Series 10.3. contains papers reported in the Chemical Technologies & Biotechnologies and Food Technologies sections.

Book	Code	Faculty and Section
Agrarian and Industrial Faculty		
1.1.	FRI-8.303b-1-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	FRI-1.202-1-MR	Maintenance and Reliability
	FRI-9.2-1-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	FRI-19.206-1-EC	Ecology and Conservation
	FRI-16.203-1-ID	Industrial Design
1.2.	THU-SSS-AMT&ASVM	Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Science and Veterinary Medicine
	THU-SSS-MR	Maintenance and Reliability
	THU-SSS-THPE	Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment
	THU-SSS-EC	Ecology and Conservation
	THU-SSS-ID	Industrial Design
Faculty of Mechanical and Manufacturing Engineering		
2.1.	FRI-1.317-1-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
2.2.	TUE-1.417-SSS-MEMBT	Mechanical Engineering and Machine-Building Technologies
Faculty of Electrical Engineering Electronics and Automation		
3.1.	FRI-10.326-1-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
3.2.	FRI-2G.303-1-CCT	Communication and Computer Technologies
3.3.	THU-10.326-SSS-EEEE	Electrical Engineering, Electronics and Automation
	THU-2G.303-SSS-CCT	Communication and Computer Technologies
Faculty of Transport		
4.1.	FRI-KC.H2-1-TMS	Transport and Machine Science
4.2.	FRI-20.21-2-SITSTL	Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics
4.3.	MON-5.21-SSS-TMS	Transport and Machine Science
Faculty of Business and Management		
5.1.	FRI-2B.412-1-EM	Economics and Management
5.3.	THU-2G404-SSS-EM	Economics and Management
5.4.	FRI-2G.510-1-ESIS	European Studies and International Security
8.2.	FRI-1.322-1-SW	Social Work
Faculty of Natural Sciences and Education		
6.1.	FRI-1.414-MIP	Mathematics, Informatics and Physics
6.2.	FRI-2G.305-1-PP	Pedagogy and Psychology
6.3.	FRI-2G.309-1-LL	Linguistics and Literature
	FRI-12.23-1-AS	Art Studies
6.4.	FRI-2G.307-1-ERI	Education - Research and Innovations

6.5.	FRI-1.219-SSS-PP	Pedagogy and Psychology
6.6.	FRI-2G.405-SSS-LLA	Linguistics, Literature and Art Science & History, Ethnology and Folklore
6.7.	FRI-2.203-SSS-FM	Financial Mathematics
	FRI-1.407.1-SSS-I	Informatics
Faculty of Law		
7.1.	FRI-2B.313-1-L	Law Studies
7.2.	FRI-2B.312-1-NS	National Security
7.3.	WED-2B313-SSS-L	Law Studies
Faculty of Public Health and Health Care		
8.1.	FRI-2K.201-1-HP	Health Promotion
8.3.	FRI-2G.104-1-HC	Health Care
8.4.	FRI-2G.309-1-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
8.5.	THU-K.101-SSS-HP	Health Promotion
	SAT-SSS-SMHPA	Sports Medicine and Health Prevention of the Athlete
8.6.	FRI-2.101-SSS-HC	Health Care
8.7.	THU-2Г.105-SSS-MCDA	Medical and Clinical Diagnostic Activities
Quality of Education Directorate		
9.1.	FRI-2.104-1-QHE	Quality of Higher Education
Razgrad Branch of the University of Ruse		
10.1.	FRI-LCR-1-CT(R)	Chemical Technologies
10.2.	FRI-LCR-1-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
10.3.	TUE-SSS-BFT(R)	Biotechnologies and Food Technologies
	TUE-SSS-CT(R)	Chemical Technologies
Silistra Branch of the University of Ruse		
11.1.	FRI-110-1-MT(S)	Methodology of Training in...
	FRI-229-1-P(S)	Philology
	FRI-216-1-TS(S)	Technical Sciences
11.2.	FRI-239-I-PMT(S)	Methodology of Training in...
	FRI-229-I-H(S)	Humanities
	FRI-216-I-TS(S)	Technical Sciences

The papers have been reviewed.

ISSN 1311-3321 (print)

ISSN 2535-1028 (CD-ROM)

ISSN 2603-4123 (on-line) Copyright © authors

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.

The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



PROGRAMME COMMITTEE

- **Prof. Amar Ramdane-Cherif**
University of Versailles, France
- **Assoc. Prof. Manolo Dulva HINA**
ECE Paris School of Engineering, France
- **Prof. Leon Rothkrantz**
Delft University of Technology, Netherlands
- **Assoc. Prof. Antonio Jose Mendes**
University of Coimbra, Portugal
- **Prof. Ville Leppanen**
University of Turku, Finland
- **Assoc. Prof. Marco Porta**
University of Pavia, Italy
- **Prof. Douglas Harms**
DePauw University, USA
- **Prof. Zhanat Nurbekova**
L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur Sultan, Kazakhstan
- **Prof. Mirlan Chynybaev**
Kyrgyz State Technical University, Bishkek, Kyrgyzstan
- **Prof. Ismo Hakala, PhD**
University of Jyväskylä, Finland
- **Prof. Artur Jutman, PhD**
Tallinn University of Technology, Estonia
- **Prof. RNDr. Vladimir Tvarozek, PhD**
Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia
- **Doc. Ing. Zuzana Palkova, PhD**
Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia
- **Andrzej Tutaj, PhD**
AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland
- **Prof. Valentin NEDEFF Dr. eng. Dr.h.c.**
“Vasile Alecsandri” University of Bacău, Romania
- **Cătălin POPA, PhD**
“Mircea cel Bătrân” Naval Academy, Constantza, Romania
- **Prof. dr Larisa Jovanović**
Alfa University, Belgrade, Serbia
- **Prof. dr hab. Edmund LORENCOWICZ**
University of Life Sciences in Lublin, Poland
- **Assoc. Prof. Ion MIERLUS - MAZILU, PhD**
Technical University of Civil Engineering, Bucharest, Romania
- **Prof. Dojčić Vojvodić PhD**
Faculty of Philosophy, University of Novi Sad, Serbia
- **Assoc. Prof. Alexandrache Carmen, PhD**
Department of Teacher Training, “Dunarea de Jos”, Galati University, Romania
- **Prof. Alberto Cabada**
University of Santiago de Compostela, Faculty of Mathematics, Spain

- **Kamen Rikev, PhD**
Institute of Slavic Philology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Poland
- **Anna Klimentova, PhD**
Constantine the Philosopher University of Nitra, Slovakia
- **Prof. Ricardo Gobato, PhD**
Secretariat of State of Parana Education and Sport, Laboratory of Biophysics and Molecular Modeling Genesis, Brazil
- **Prof. Fatima Rahim Abdul Hussein, PhD**
University of Misan, College of Basic Education, Iraq
- **Prof. Liqaa Habeb Al-esedi, PhD**
English Department, College of Education for Human Science, University of Diyala, Iraq
- **Prof. Esengeldin Baurzhan Satybaldiuly, PhD**
Pavlodar Pedagogical University “Alkey Margulan”, Kazakhstan
- **Prof. Igor Kevorkovich Danilov, DSc**
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia
- **Prof. Aleksander Valentinov Sladkowski, DSc**
Silesian University of Technology, Poland
- **Prof. Vera Karadjova, PhD**
“St. Kliment Ohridski” University – Bitola, North Macedonia
- **Prof. Aleksandar Trajkov, PhD**
“St. Kliment Ohridski” University - Bitola, North Macedonia
- **Prof. Petar Pepur, PhD**
University of Split, Croatia
- **Prof. Korhan Arun, PhD**
Namik Kemal University, Tekirdağ, Turkey
- **Prof. Yuliya Yorgova, PhD**
Burgas Free University, Bulgaria
- **Jelena Stankovic, PhD**
University of Nis, Serbia
- **Prof. Dr. Diana E. Woolfolk Ruiz**
CETYS University, Mexico
- **Prof. Gerhard Fiolka, PhD**
University of Fribourg, Switzerland
- **Prof. Haluk Kabaalioglu, PhD**
Yeditepe University, Turkey
- **Prof. Silva Alves, PhD**
University of Lisbon, Portugal
- **Prof. Elena Torina**
Tula State Pedagogical University "L. N. Tolstoy", Russia
- **Prof. Violeta Jotova**
St. Marina University Hospital - Varna, Bulgaria
- **Prof. Tanya Timeva, MD, PhD**
Obstetrics and Gynecology Hospital "Dr. Shterev", Sofia, Bulgaria
- **Prof. Kiril Stoychev, PhD**
Institute of Metal Science, BAS, Bulgaria
- **Assoc. Prof. Mark Shamtsyan, PhD**
Technical University, Saint Petersburg, Russia

- **Assoc. Prof. Oleksii Gubenia, PhD**
National University of Food Technology, Ukraine
- **Prof. Eugene Stefanski, DSc**
Samara University, Russia
- **Assoc. Prof. Ivan Antonov Lukanov, PhD**
University of Botswana
- **Prof. Gabriel Negreanu, PhD**
University Politehnica of Bucharest, Romania
- **Prof. Radoslaw Wrobel, DSc**
Wrocław University of Science and Technology, Poland
- **Assoc. Prof. Darina Dimitrova PhD**
University of Economics - Varna

ORGANISING COMMITTEE

◆ **ORGANIZED BY: UNIVERSITY OF RUSE (UR) AND UNION OF SCIENTISTS (US) - RUSE**

◆ **ORGANISING COMMITTEE:**

▪ **Chairperson:**

Assoc. Prof. Desislava Stoyanova Atanasova, PhD – Rector of University of Ruse

Acad. DTSc. Hristo Beloev, DHC mult., Academician of Bulgarian Academy of Sciences –
Chairperson of US - Ruse

▪ **Scientific Secretary:**

Prof. Daniel Bratanov, PhD

dmbratanov@uni-ruse.bg, +359 82 888-377

▪ **THEMATIC FIELDS:**

- **Agricultural Machinery and Technologies, Agrarian Sciences and Veterinary Medicine**
Assoc. Prof. Atanas Atanasov, PhD, aatanasov@uni-ruse.bg, +359 885 497 406
- **Maintenance and Reliability**
Prof. Mitko Nikolov, DcS, mnikolov@uni-ruse.bg, +359 82 888 458
- **Thermal, Hydro- and Pneumatic Equipment**
Prof. Gencho Popov, PhD, gspopov@uni-ruse.bg, +359 82 888 441
- **Ecology and Conservation**
Prof. Gencho Popov, PhD, gspopov@uni-ruse.bg, +359 82 888 441
- **Industrial Design**
Assoc. Prof. Yordan Doichinov, PhD, doichinov@uni-ruse.bg, +359 887 273 040
- **Pedagogy, Didactics and Methodology of training in... (18.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Diana Zhelezova-Mindizova, PhD, dmindizova@uni-ruse.bg,
- **Philology (18.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Romyana Lebedova, PhD, rlebedova@uni-ruse.bg,
- **Technical Sciences (18.10., Silistra)**
Assoc. Prof. Evgenia Goranova, PhD, egoranova@uni-ruse.bg,
- **Chemical Technologies (07-08.11., Razgrad)**
- **Biotechnologies and Food Technologies (07-08.11., Razgrad)**
Prof. Tsvetan Dimitrov, PhD, conf_rz@abv.bg, +359 887 631 645
- **Mechanical Engineering and Machine-building Technologies**
Prof. Rosen Radev, PhD, rradev@uni-ruse.bg, +359 82 888 778
- **Electrical Engineering, Electronics and Automation**
Prof. Boris Evstatiev, DSc, bevstatiev@uni-ruse.bg, +359 82 888 371

- Assoc. Prof. Kiril Sirakov, PhD, csirakov@uni-ruse.bg, +359 82 888 364
- **Communication and Computer Technologies**
Assoc. Prof. Yordan Kalmukov, PhD, jkalmukov@uni-ruse.bg, +359 82 888 681
Assoc. Prof. Adriana Borodzhieva, PhD, aborodzhieva@uni-ruse.bg, +359 82 888 734
 - **Transport and Machine Science**
Assoc. Prof. Toncho Balbuzanov, PhD, tbalbuzanov@uni-ruse.bg, +359 82 888 608
 - **Sustainable and Intelligent Transport Systems, Technologies and Logistics**
Assoc. Prof. Toncho Balbuzanov, PhD, tbalbuzanov@uni-ruse.bg, +359 82 888 608
 - **Economics and Management**
Pr. Assist. Miroslava Boneva, PhD, mboneva@uni-ruse.bg, +359 82 888 776
Pr. Assist. Elizar Stanev, PhD, eastanev@uni-ruse.bg, +359 82 888 557
 - **European studies and International Security**
Prof. Vladimir Chukov, DSc, vlachul@gmail.com, +359 82 825 667
Pr. Assist. Eva Parvanova, PhD, eparvanova@uni-ruse.bg, +359 82 888 703
 - **Mathematics, Informatics and Physics**
Prof. Tsvetomir Vasilev, PhD, tvasilev@uni-ruse.bg, +359 82 888 475
 - **Education - Research and Innovations**
Pr. Assist. Ralitsa Vasileva-Ivanova, PhD, rivanova@uni-ruse.bg, +359 884 109 719
 - **Pedagogy and Psychology**
Assoc. Prof. Valentina Vasileva, PhD, vvasileva@uni-ruse.bg, +359 898 407 577
Assoc. Prof. Galina Georgieva, PhD, gggeorgieva@uni-ruse.bg, +359 889 951 920
 - **History, Ethnology and Folklore**
Assist. Veselka Radeva, PhD, vradeva@uni-ruse.bg, +359 899 776 368
 - **Linguistics, Literature and Art Science**
Assoc. Prof. Velislava Doneva, PhD, doneva_v@uni-ruse.bg, +359 886 060 299
 - **Health Promotion**
Assoc. Prof. Stefka Mindova, PhD, smindova@uni-ruse.bg, +359 887 796 910
 - **Social Work**
Pr. Assist. Ana Popova, PhD, apopova@uni-ruse.bg, +359 889 874 219
 - **Medical and Clinical Diagnostic Activities**
Pr. Assist. Denitsa Trancheva, PhD, dtrancheva@uni-ruse.bg, +359 82 888 410
 - **Health care**
Assoc. Prof. Tsveta Hristova, PhD, tshristova@uni-ruse.bg, +359 878 389 793
 - **Law**
Assoc. Prof. Elitsa Kumanova, PhD, ekumanova@uni-ruse.bg, +359 884 980 050

- **National Security**

Assoc. Prof. Milen Ivanov, DSc, poligon@abv.bg, +359 82 888 736

- **Quality of Higher Education**

Prof. Ivanichka Serbezova, PhD, iserbezova@uni-ruse.bg,
Daniela Todorova, dtodorova@uni-ruse.bg, +359 82 888 378

▪ **REVIEWERS:**

Prof. Mark Shamtsyan, PhD
Prof. Olexandr Zaichuk, DSc
Assoc. Prof. Oleksii Gubenia, PhD
Prof. Irena Markovska, PhD
Prof. Venelin Enchev, DSc
Prof. *Stefan Stefanov*, PhD
Prof. Stanka Damianova, DSc
Prof. *Neyko Stoyanov*, PhD
Prof. Tsvetan Dimitrov, PhD
Assoc. Prof. Iliana Kostova, PhD
Assoc. Prof. Temenuzhka Haralanova, PhD
Assoc. Prof. Miluvka Stancheva, PhD

**CHEMICAL TECHNOLOGIES
&
BIOTECHNOLOGIES AND FOOD TECHNOLOGIES
Content**

1. TUE-SSS-BFT(R)-01	12
Studying the effects of food additives on the human microbiome - a review	
<i>Tsvetomira Boneva, Stanka Damyanova</i>	
2. TUE-SSS-BFT(R)-02	14
Active packaging: innovations and application directions	
<i>Ivelin Dimitrov</i>	
3. TUE-SSS-BFT(R)-03	19
Food waste in the European union - preventive measures	
<i>Natalia Beversdorf, Darina Georgieva</i>	
4. TUE-SSS-CT(R)-01	25
Freezing point of aqueous engine coolant	
<i>Natalia Vasileva, Iliana Nikolova</i>	
5. TUE-SSS-CT(R)-02	31
Sinapic acid - sources, chemical structure and therapeutic benefits	
<i>Shenay Hussain, Cader Izzet, Temenuzhka Haralanova</i>	
6. TUE-SSS-CT(R)-3	35
Synthesis and study of Cu - mullite ceramic pigments obtained by sol-gel technology	
<i>Boncho Bonev, Tsvetan Dimitrov</i>	

TUE-SSS-BFT(R)-01

STUDYING THE EFFECTS OF FOOD ADDITIVES ON THE HUMAN MICROBIOME – A REVIEW¹

Tsvetomira Boneva, Student

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Razgrad Branch
E-mail: s222611@stud.uni-ruse.bg

Prof. Stanka Damyanova, DSc

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Razgrad Branch
E-mail: sdamianova@uni-ruse.bg

Abstract: *The human microbiome is essential to maintaining health, influencing digestion, immunity, and even neurological functions. Modern diets increasingly include food additives—substances added to enhance flavor, texture, preservation, and appearance. This review explores how exposure to food additives may impact the human microbiome. It first outlines the importance of the microbiome, then discusses the nature and types of food additives, and finally presents current studies on the interactions between additives and microbial communities. Understanding these effects is crucial for public health and dietary recommendations.*

Keywords: *Microbiome, Food additive, Health*

REFERENCES

- Bachmann, A., Müller, B., Schubert, R. and Wendisch, V.F., 2023. *Impact of food-grade antimicrobials on gut microbial xenobiotic metabolism*. *Microbial Biotechnology*, 16(1), pp.78–89.
- Belkaid, Y. and Hand, T.W., 2014. *Role of the microbiota in immunity and inflammation*. *Cell*, 157(1), pp.121–141.
- Bian, X., Chi, L., Gao, B., Tu, P., Ru, H. and Lu, K., 2017. *The artificial sweetener acesulfame potassium affects the gut microbiome and body weight gain in CD-1 mice*. *PLoS ONE*, 12(6), p.e0178426.
- Chassaing, B. and Gewirtz, A.T., 2018. *Has provoking microbiota aggression driven the obesity epidemic?*. *BioEssays*, 40(1), p.1700252.
- Chassaing, B., Van de Wiele, T. and De Vos, W.M., 2023. *Interactions of emulsifiers with the microbiome and their potential health impacts*. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 20(3), pp.137–150.
- Chen, Y., Wu, X., Yin, Y. and Liang, Y., 2022. *Synthetic food colorants and the gut microbiota: Impact and implications*. *Food and Chemical Toxicology*, 168, p.113372.
- Garcia-Gonzalez, N., Prete, R., Battista, N. and Corsetti, A., 2019. *The impact of nitrites on the gut microbiota and implications for health*. *Frontiers in Microbiology*, 10, p.368.
- Inan-Eroglu, E. and Ayaz, A., 2019. *Is the gut microbiota a new target for food safety evaluation?*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(18), pp.3067–3076.
- Ivanovic, S. and Dimitrijevic Brankovic, S., 2024. *Gut microbiota alterations due to dietary emulsifiers: New insights and health implications*. *Nutrition Reviews*, 82(1), pp.16–30.
- Jarmakiewicz-Czaja, S., Birk, M., Górka, P. and Wiącek, D., 2025. *Impact of food preservatives on the composition and function of gut microbiota: An overview*. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 76(2), pp.103–116.
- Khalaf, H., Larsson, G. and Lönn, J., 2020. *Tartrazine alters gut microbiota and microbial metabolic profiles in mice*. *Toxics*, 8(4), p.111.

¹ Докладът е представен на студентската научна сесия на Русенски университет филиал - Разград на 09.05.2025г. в секция „Биотехнологии и технология на храните“ с оригиналното си заглавие на английски език.

Martinez-Medina, M., Aldeguer, X., Gonzalez-Huix, F., Acero, D. and Garcia-Gil, L.J., 2021. *Emulsifiers and colitis: experimental evidence and underlying mechanisms*. Gut Microbes, 13(1), p.1919995.

Miremadi, F., Sherkat, F. and Stojanovska, L., 2020. *Effects of food preservatives on gut microbiota: A systematic review*. Trends in Food Science & Technology, 102, pp.230–243.

Mwale, J., 2023. *Food additives: Classifications, usage, and regulatory implications*. Food Chemistry Advances, 2(1), p.100013.

Naimi, S., Viennois, E., Gewirtz, A.T. and Chassaing, B., 2021. *Direct impact of commonly used food additives on gut microbiota and host health*. Scientific Reports, 11, p.11268.

Narushima, S., Saito, Y., Ogura, Y., Nakayama, J. and Hattori, M., 2021. *Preservatives and their interaction with beneficial microbes: Potassium sorbate and Lactobacillus*. Microbiome Research Reports, 2(1), pp.41–50.

Palmnas, M.S.A., Cowan, T.E., Bomhof, M.R., Su, J., Reimer, R.A., Vogel, H.J. and Shearer, J., 2014. *Low-dose aspartame consumption differentially affects gut microbiota-host metabolic interactions in diet-induced obese rats*. PLOS ONE, 9(10), p.e109841.

Raoul, P., Cardin, C., Delteil, C. and Thomas, M., 2022. *Ultra-processed food intake and gut microbiota: A comprehensive review*. Nutrients, 14(4), p.865.

Ridaura, V.K., Faith, J.J., Rey, F.E., Cheng, J., Duncan, A.E., Kau, A.L., Griffin, N.W., Lombard, V., Henrissat, B., Bain, J.R. and Muehlbauer, M.J., 2013. *Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice*. Science, 341(6150), p.1241214.

Rothschild, D., Weissbrod, O., Barkan, E., Kurilshikov, A., Korem, T., Zeevi, D., Costea, P.I., Godneva, A., Kalka, I.N., Bar, N. and Shilo, S., 2020. *Environmental factors dominate over host genetics in shaping human gut microbiota composition*. Nature, 555(7695), pp.210–215.

Round, J.L. and Mazmanian, S.K., 2009. *The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease*. Nature Reviews Immunology, 9(5), pp.313–323.

Schrezenmeir, J. and de Vrese, M., 2020. *Emulsifiers, gut microbiota and health: Revisiting the evidence*. Clinical Nutrition, 39(7), pp.2344–2352.

Sharma, R., Wadhwa, P. and Thakur, N., 2021. *Food additives: Functional and health perspectives*. Journal of Food Biochemistry, 45(6), p.e13759.

Suez, J., Cohen, Y., Valdés-Mas, R., Mor, U., Dori-Bachash, M., Federici, S., Zmora, N., Leshem, A., Heinemann, M., Linevsky, R. and Rothschild, D., 2022. *Personalized microbiome-driven effects of non-nutritive sweeteners on human glucose tolerance*. Cell, 185(18), pp.3307–3328.

Trompette, A., Gollwitzer, E.S., Pattaroni, C. and Marsland, B.J., 2020. *SCFA depletion and colonic inflammation from dietary emulsifiers in mice*. Nature Communications, 11, p.3755.

Valdes, A.M., Walter, J., Segal, E. and Spector, T.D., 2018. *Role of the gut microbiota in nutrition and health*. BMJ, 361, p.k2179.

Viennois, E., Merlin, D. and Gewirtz, A.T., 2017. *Dietary emulsifiers direct the gut microbiota to promote colitis and metabolic syndrome*. Gut, 66(9), pp.1414–1427.

Wang, J., Lu, Y., Wang, Y. and Zhang, L., 2020. *Dietary preservatives and gut microbial balance: New insights from human and animal studies*. Frontiers in Nutrition, 7, p.591814.

Wang, Y., Zhang, X., Wang, L. and Duan, Y., 2024. *The gut microbiome: A mediator between diet and chronic diseases*. International Journal of Molecular Sciences, 25(1), p.345.

Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y. and Wu, J., 2021. *Food antimicrobials selectively inhibit beneficial gut bacteria: Implications for health*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(12), pp.3672–3681.

Zhao, L., Zhang, F. and Ding, X., 2023. *Short-chain fatty acids and the microbiome: The role of dietary additives in gut health*. Trends in Endocrinology & Metabolism, 34(3), pp.187–200.

Zhou, Y., Sun, Z. and Tang, H., 2023. *Microbiome dysbiosis and chronic disease: Food additive interactions in focus*. Nutrients, 15(9), p.1992.

The paper is awarded with "Best Paper" Crystal Prize-64th Science Conference of Ruse University, Bulgaria, 2025, ISBN 978-954-712-753-1

TUE-SSS-BFT(R)-02

ACTIVE PACKAGING: INNOVATIONS AND APPLICATION DIRECTIONS²

Dipl. Eng. Ivelin Dimitrov, PhD Student

Machine Tools & Manufacturing Department

“Angel Kanchev” University of Ruse

E-mail: idimitrov@uni-ruse.bg

***Abstract:** Active packaging represents a modern approach that not only protects products but also actively interacts with their contents to extend shelf life, preserve quality, and enhance safety. Current developments include the use of natural additives, intelligent monitoring systems, and biodegradable materials. This review presents the current approaches and trends in the development and application of active packaging, focusing on biodegradable materials and natural compounds of plant and marine origin that possess antimicrobial and antioxidant properties.*

***Keywords:** Active packaging, Natural extracts, Biopolymers, Food preservation, Intelligent packaging*

INTRODUCTION

Active packaging is a key innovation in modern food packaging technologies. Unlike traditional passive packaging, which serves only as a barrier, active packaging interacts with the food or its surrounding environment to extend shelf life, preserve sensory and nutritional qualities, and ensure food safety (Jridi, M., Souissi, N., Mbarek, A., Zammel, A., Elabbassi, A., & Nasri, M., 2023); (Mlalila, N., Swai, H., Kalombo, L., & Hilonga, A., 2018).

Active systems can be classified into several groups: those that absorb undesirable substances (oxygen, moisture, ethylene), those that release beneficial compounds (antioxidants, antimicrobial agents), and intelligent systems that monitor the product's condition (freshness, temperature, or spoilage) (Schmid, M., & Müller, K., 2012).

The growing demand for safe and natural preservation methods, as well as environmental protection regulations, are stimulating innovations in this type of packaging (Marsh, K., & Bugusu, B., 2007).

EXPOSITION

The development of active packaging is driven by the search for sustainable and effective solutions in the food industry.

➤ **Natural sources of active agents**

Some of the most commonly used sources of active agents are natural ones. Natural agents are highly attractive for active packaging due to their broad-spectrum antimicrobial activity and perceived safety. Examples include essential oils from oregano, thyme, and clove, and extracts from green tea, grape seed, and rosemary (Jridi, M., Souissi, N., Mbarek, A., Zammel, A., Elabbassi, A., & Nasri, M., 2023). These compounds inhibit microbial growth by damaging bacterial cell membranes and disrupting oxidative pathways.

One of the key biopolymers extracted from the shells of crustaceans is chitosan, which has antimicrobial and antifungal properties. He has emerged as a prominent biopolymer due to its film-forming ability and inherent antimicrobial and antifungal activity. Its effectiveness increases when combined with phenolic compounds or essential oils (Schmid, M., & Müller, K., 2012).

Additionally, some research has reported that combinations of active natural substances exhibit improved antimicrobial activity when embedded in polymer matrices, as they delay microbial adaptation

² Докладът е представен на студентската научна сесия на Русенски университет филиал - Разград на 09.05.2025г. в секция „Биотехнологии и технология на храните“ с оригиналното си заглавие на английски език.

and resistance. The antimicrobial efficacy also depends on the polarity and solubility of the agents, which determines their interaction with microbial membranes and packaging materials.

Recent advances also include the use of marine-derived compounds, such as fucoidans and carrageenans from algae, which provide natural bioactivity and improved film properties. These are gaining popularity due to their renewability and safety for food contact.

Another used active agent is propolis. It's a natural antimicrobial agent and, at the same time, is one of the most promising natural substances for use in active packaging. This resinous substance, collected by bees, has potent antimicrobial, antioxidant, and antifungal properties, making it an excellent natural preservative (Segueni, N., Boutaghane, N., Asma, S. T., Tas, N., Acaroz, U., Arslan-Acaroz, D., Shah, S. R. A., Abdellatouf, H. A., Akkal, S., Peñalver, R., & Nieto, G., 2023).

The integration of propolis into packaging materials can significantly improve their barrier properties against oxygen, moisture, and microorganisms. To overcome the limitations associated with its characteristic bitter taste and strong aroma, which hinder its use as a food additive, technologies like nanoencapsulation are used (El-Sakhawy, M., Salama, A., & Mohamed, S. A. A., 2023); (Zelca, Z., Merijs-Meri, R., Krumme, A., & Bernava, A., 2023).

For instance, propolis encapsulated in nanoemulsions can be added to edible films and coatings for fresh produce without altering their sensory qualities (Stefanowska, K., Bucher, M., Reichert, C. L., Sip, A., Woźniak, M., Schmid, M., Dobrucka, R., & Ratajczak, I., 2024). Films made from biopolymers like chitosan and starch with added propolis show high efficacy against pathogens such as *Listeria monocytogenes* and *Bacillus subtilis* (Suriyatem, R., Auras, R. A., Rachtanapun, C., & Rachtanapun, P., 2018). Such coatings also reduce food dehydration and slow spoilage, thereby significantly extending shelf life. For example, coatings with propolis on cherries and tomatoes delay spoilage and preserve the quality of the fruits (Segueni, N., Boutaghane, N., Asma, S. T., Tas, N., Acaroz, U., Arslan-Acaroz, D., Shah, S. R. A., Abdellatouf, H. A., Akkal, S., Peñalver, R., & Nieto, G., 2023).

➤ **Biodegradable polymers and film formation**

Biodegradable polymers used in active packaging not only reduce environmental impact but also serve as effective matrices for incorporating active agents. Polymers like PLA, PHA, and starch-based blends are widely studied for their compatibility with both lipophilic and hydrophilic compounds (Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D., 2008).

So-called complex systems are also used combining proteins (e.g., whey, zein) with polysaccharides (e.g., alginate, pectin) create composite films with improved mechanical and barrier performance. These films can be tailored to specific foods-for instance, fish, dairy, or bakery items-by adjusting the hydrophobicity and permeability (Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D., 2008).

To improve functionality of the biopolymers, researchers are also exploring active multilayer structures and nanocomposite materials (Bhargava, K., Conti, D. S., da Rocha, S. R. P., & Zhang, Y., 2020). The incorporation of nanoclays and cellulose nanocrystals enhances gas barrier properties and mechanical strength. Such films are particularly effective for applications where extended shelf life and moisture sensitivity are critical, such as in dried meat or cheese packaging.

➤ **Nanoencapsulation and controlled release**

Nanoencapsulation is an innovative technology that involves encapsulating active substances in nanoscale capsules in order to protect them and control their release. Nanoencapsulation technology has enabled more precise delivery and protection of volatile or sensitive active substances. Liposomes, cyclodextrins, and nanoemulsions are common carriers, ensuring sustained release, improved solubility, and better interaction with microbial targets (Bhargava et al., 2020).

Based on this, thyme essential oil encapsulated in zein nanoparticles showed enhanced antimicrobial activity against *Listeria monocytogenes* when incorporated into gelatin films. Controlled release from nanoformulations reduces the need for higher concentrations and maintains food flavor profiles (Bhargava, K., Conti, D. S., da Rocha, S. R. P., & Zhang, Y., 2020).

Other release strategies involve environmental triggers such as temperature or humidity, which activate the diffusion of the bioactive agent. This selective release ensures that compounds act only when required, enhancing both efficacy and cost-effectiveness.

Additionally, polymeric nanoparticles are being developed for heat-sensitive ingredients to ensure stability during processing and transport, particularly important for global food logistics.

➤ **Antioxidants and Barrier Mechanisms**

Active packaging also aims to prevent oxidative processes. Natural antioxidants like tocopherols, ascorbic acid, and flavonoids are incorporated into films to limit fat oxidation. They scavenge free radicals, preserving taste and nutritional value. Combining them with oxygen absorbers or a modified atmosphere contributes to a significant extension of shelf life.

➤ **Integration of intelligent components**

Smart packaging elements, including time-temperature indicators (TTIs), gas sensors, and biosensors, are increasingly integrated into active systems. These allow real-time assessment of freshness and safety without opening the package, improving traceability and reducing unnecessary waste (Kuswandi, B., Wicaksono, Y., Abdullah, A., Heng, L. Y., & Ahmad, M., 2011).

Colorimetric indicators that change color in response to pH changes, CO₂ concentration, or microbial growth have been successfully tested on perishable foods such as poultry and seafood (Marsh, K., & Bugusu, B., 2007). These systems often use natural dyes or metal complexes immobilized on polymer films.

For this reason some commercial systems already implement smart indicators for CO₂ detection in vacuum-packed meat and intelligent barcode labels linked to cold chain data. Such systems improve consumer confidence and reduce the risk of consuming unsafe or spoiled foods.

➤ **Economic and environmental impact**

Active packaging may reduce spoilage-related economic losses, especially in high-value products or export food sectors. While initial production costs are higher, savings from extended shelf life, reduced recalls, and enhanced product appeal can offset the investment.

From an environmental standpoint, the development of compostable, recyclable, or marine-degradable active films aligns with the growing pressure to eliminate persistent plastic waste (Bachev, H. 2022); (López-Rubio, A., Gavara, R., & Lagaron, J. M., 2004).

Additionally, life cycle assessment (LCA) methods are increasingly employed to quantify the environmental impact of various packaging alternatives. These studies help identify the trade-offs between material choices, shelf life gains, and overall resource use.

➤ **Regulatory framework and legal considerations**

In the European Union, active packaging is regulated under Regulation (EC) No 450/2009, requiring rigorous risk assessment of active substances and migration limits to ensure consumer safety. All substances must be authorized and listed in the EU's specific materials register.

A key challenge remains harmonizing innovation with regulatory acceptance. Many promising natural agents still lack official clearance for widespread commercial use due to limited toxicological data (Jridi, M., Souissi, N., Mbarek, A., Zammel, A., Elabbassi, A., & Nasri, M., 2023).

The complexity of global supply chains also necessitates standardized testing protocols and mutual recognition agreements to streamline cross-border packaging solutions. Research into safe daily intake levels, material interactions, and degradation by-products continues to expand.

➤ **Market applications and challenges**

Active packaging is increasingly applied in modified atmosphere packaging (MAP), vacuum-packed meat, ready-to-eat meals, bakery products, and fresh-cut produce. The food industry highly values these systems for preserving taste, color, and microbial safety.

However, challenges persist, such as consumer perception of “active” additives, compatibility of actives with various foods, and industrial-scale reproducibility. Continued investment in public communication, regulatory support, and standardized testing is vital.

Another barrier is the integration of active components into existing packaging lines. Tailored solutions and pilot-scale validation are often required. Collaboration between materials engineers,

metrologists, food specialists, and marketing teams can accelerate implementation while ensuring safety and consumer trust.

Further developments in this domain also include the incorporation of multifunctional components that not only extend shelf life but enhance the product experience. For instance, edible coatings that serve dual roles as preservatives and carriers of vitamins or probiotics are under investigation. These coatings offer an additional marketable benefit - enhanced nutritional profiles beyond food preservation alone.

The expansion of e-commerce in food distribution requires even more reliable packaging solutions to ensure stability during long-distance transport. Active systems that absorb oxygen and control moisture under variable temperatures and humidity are crucial for maintaining quality. The ability to demonstrate this reliability can become a competitive advantage for manufacturers and retailers.

Finally, trends toward personalization and premium products are driving demand for smart packaging features that inform and engage consumers. Integration with mobile apps, freshness-indicating sensors, or feedback channels can transform packaging from a protective barrier into an interactive communication tool.

These changing requirements highlight the dynamic nature of the active packaging sector and the need for interdisciplinary innovation to fully realize its commercial and sustainable potential.

Active packaging is used in MAP, vacuum-packed meats, ready meals, bakery products, and fresh fruits and vegetables. The industry seeks a balance between effectiveness, consumer perception, and production applicability.

In addition to existing active systems and based on a thorough analysis, several innovative solutions can be proposed:

- To develop and research edible coatings that not only preserve but also enrich food with nutrients such as vitamins, probiotics, or fibers (so-called value-added edible coatings).
- To implement the integration of sensors into packaging that change color depending on the freshness of the product or the presence of bacteria.
- To use zein nanoparticles or other biodegradable nanomaterials as carriers for antimicrobial agents and flavors (so-called multifunctional nanocomposites).

CONCLUSION

Based on the review and the resulting analysis, some key conclusions can be drawn to initiate fruitful scientific research aimed at achieving desired and optimal results:

- Active packaging offers a promising strategy for improving food safety and sustainability. The use of natural substances, smart indicators, and biodegradable materials is shaping the new generation of packaging technologies.
- Despite the known properties of packaging treated with propolis and other active sources, and last but not least, their nanoencapsulation, it is still urgent to conduct a study on how they would affect the quality of food
- A thorough scientific study is needed to establish the interrelationship (correlation) between the active agents. At the same time, the synergistic effects between different natural compounds should also be investigated, as it is urgent to develop and implement safer active packaging.
- From a technological and metrological point of view, it is necessary to select the appropriate processes for applying coatings to the used packaging, but also to propose methods and means for ensuring metrological traceability of the results.

REFERENCES

- Bachev, H. (2022). Packaging – sustainable trends and challenges. In: *Packaging – Trends in Development and Application*. UFT Plovdiv.
- Bhargava, K., Conti, D. S., da Rocha, S. R. P., & Zhang, Y. (2020). Application of Nanotechnology in Food Packaging and its Potential Safety Concerns. *Foods*, 9(10), 1484.
- El-Sakhawy, M., Salama, A., & Mohamed, S. A. A. (2023). Propolis applications in food industries and packaging. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 13731–13746. <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04044-9>.

Jridi, M., Souissi, N., Mbarek, A., Zammel, A., Elabbassi, A., & Nasri, M. (2023). Application of natural extracts in the development of active food packaging: A review. *Molecules*, 28(14), 5497. <https://doi.org/10.3390/molecules28145497>.

Kuswandi, B., Wicaksono, Y., Abdullah, A., Heng, L. Y., & Ahmad, M. (2011). Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, 5, 137–146.

López-Rubio, A., Gavara, R., & Lagaron, J. M. (2004). Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends in Food Science & Technology*, 17(10), 567–575.

Marsh, K., & Bugusu, B. (2007). Food packaging—Roles, materials, and environmental issues. *Journal of Food Science*, 72(3), R39–R55.

Mlalila, N., Swai, H., Kalombo, L., & Hilonga, A. (2018). Antimicrobial packaging nanotechnology: Concepts and applications. *Polymers*, 10(954), 1–22.

Segueni, N., Boutaghane, N., Asma, S. T., Tas, N., Acaroz, U., Arslan-Acaroz, D., Shah, S. R. A., Abdellatouf, H. A., Akkal, S., Peñalver, R., & Nieto, G. (2023). Review on Propolis Applications in Food Preservation and Active Packaging. *Plants*, 12(1654), 1654. <https://doi.org/10.3390/plants12081654>.

Schmid, M., & Müller, K. (2012). Development of chitosan-based films with antimicrobial properties. *Journal of Food Engineering*, 113(4), 511–519.

Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 634–643.

Stefanowska, K., Bucher, M., Reichert, C. L., Sip, A., Woźniak, M., Schmid, M., Dobrucka, R., & Ratajczak, I. (2024). Chitosan-based films with nanocellulose and propolis as active packaging materials. *Industrial Crops & Products*, 219, 119112. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.119112>.

Suriyatem, R., Auras, R. A., Rachtanapun, C., & Rachtanapun, P. (2018). Biodegradable Rice Starch/Carboxymethyl Chitosan Films with Added Propolis Extract for Potential Use as Active Food Packaging. *Polymers*, 10(954), 1–22. <https://doi.org/10.3390/polym10090954>.

Zelca, Z., Merijs-Meri, R., Krumme, A., & Bernava, A. (2023). Electrospun Fibrous Materials with Propolis Extracts for Edible Food Packagings. *Molecules*, 28(14), 5497. <https://doi.org/10.3390/molecules28145497>.

TUE-SSS-BFT(R)-03

FOOD WASTE IN THE EUROPEAN UNION - PREVENTIVE MEASURES³

Natalia Beversdorf – Student

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Branch Razgrad
E-mail: nelly.892010@hotmail.com

Chief Assist. Prof. Darina Georgieva, PhD

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Razgrad Branch
E-mail: dsgeorgieva@uni-ruse.bg

***Abstract:** Food waste presents a significant ethical, economic, and environmental challenge within the European Union. Vast quantities of edible food are lost across all stages of the supply chain—from primary production and processing to retail, food services, and households. The majority of food waste originates in households, driven by factors such as poor planning, misinterpretation of food labelling, packaging issues, and behavioural habits influenced by marketing practices. Addressing this issue is critical for achieving the EU’s sustainability objectives, including those aligned with the Sustainable Development Goals. The EU has implemented a range of initiatives, including standardized measurement methods, guidance for food donation, strategic frameworks promoting sustainable food systems, and proposed binding reduction targets across the supply chain. These efforts are supported by evolving consumer preferences towards healthier and more environmentally conscious diets. Reducing food waste is a key step towards building a more resilient, equitable, and sustainable food system in Europe. This article aims to present the problem, its causes, and the main initiatives for prevention adopted by the EU over the last decade, with a focus on policies, methodologies, objectives, and regulatory instruments.*

***Keywords:** food waste, food losses, food sustainability, environment, waste management, European Union, preventive measures*

ВЪВЕДЕНИЕ

В Европейския съюз годишно се генерират над 59 милиона тона хранителни отпадъци (132 кг/жител), като съответната пазарна стойност се оценява на 132 милиарда евро.

Разпределение на хранителните отпадъци по сектори:

- Домакинства: 32 милиона тона (54%);
- Преработка и производство на храни: 11 милиона тона (19%);
- Ресторанти и заведения за хранене: 7 милиона тона (11%);
- Търговия на дребно и дистрибуция: 5 милиона тона (8%);
- Първично производство (селско стопанство): 5 милиона тона (8%) (Eurostat, 2024).

Около 10% от храната, която се предлага на потребители от ЕС, се изхвърля. В същото време повече от 37 милиона души в ЕС не могат редовно да си позволят качествено и пълноценно хранене (Европейски парламент, 2024).

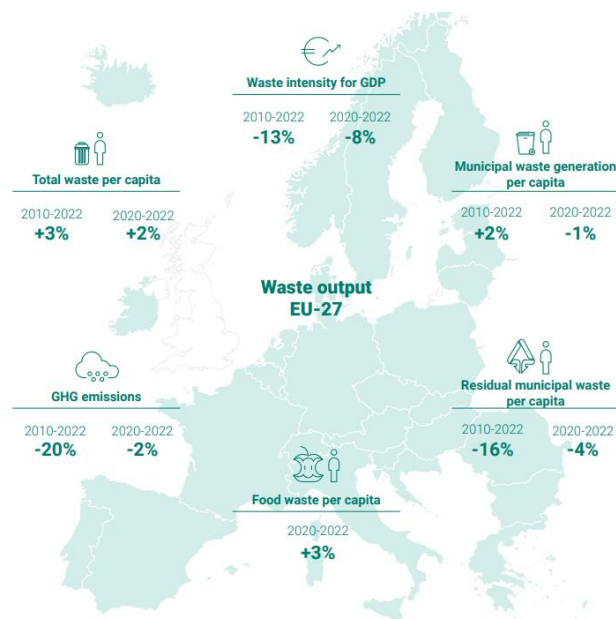
Разхищението на храна е не само етичен и икономически проблем, но и изчерпва околната среда от ограничени природни ресурси. Европейския съюз е поел ангажимент да постигне Цел 12.3 от Целите за устойчиво развитие, а именно намаляване наполовина на хранителните отпадъци на глава от населението в световен мащаб на ниво търговия на дребно и потребители до 2030г. и намаляване на загубите на храна по веригите за производство и доставка на храни, чрез намаляване на загубите и разхищението на храна. (United Nations, 2015).

Намаляването на хранителните отпадъци е изключително важен аспект в борбата с изменението на климата, защото те отговарят за около 16% от парниковите газове от хранителната промишленост в Европейския съюз (Scialabba, N., 2015).

³ Докладът е представен на студентската научна сесия на Русенски университет филиал - Разград на 09.05.2025г. в секция „ Биотехнологии и технология на храните “с оригиналното си заглавие на български език: „ХРАНИТЕЛНИ ОТПАДЪЦИ В ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ - ПРЕВАНТИВНИ МЕРКИ“

Общото генерираните отпадъци в ЕС (с изключение на основните минерални отпадъци) продължава леко да се увеличава, въпреки че интензитетът на отпадъците спрямо БВП постепенно намалява. Пандемията от COVID-19 повлия повече на тенденциите в отпадъците и потреблението, отколкото на потенциалните мерки за предотвратяване на отпадъците.

От 2010 г. насам генерирането на битови отпадъци като цяло леко се е увеличило, докато остатъчните отпадъци намаляват поради намаленото депониране. Въпреки политическия фокус върху повторната употреба и ремонтването, растежа в кръговата икономика, рециклирането все още далеч надвишава предотвратяването. Емисиите на парникови газове от управлението на отпадъците постоянно намаляват, което отразява предимно подобряването на управлението на края на жизнения цикъл, а не на предотвратяването на отпадъците, въпреки че усилията за предотвратяване имат значителен потенциал за смекчаване на въздействието върху климата. На фигура 1 са представени данни за тенденциите при отпадъците, като се вижда повишение на отпадъците от храни с 3% за периода 2020-2022 година (European Environment Agency, 2025).



Фиг. 1. Показатели за изходните отпадъци в Европейския Съюз (European Environment Agency, 2025)

ПРИЧИНИ ЗА НАЛИЧИЕТО НА ГОЛЕМИ КОЛИЧЕСТВА ХРАНИТЕЛНИ ОТПАДЪЦИ И ЗАГУБИ

Загубата и разхищението на храна са резултат от съвкупност от екологични, икономически и системни фактори, проявяващи се на различни етапи от хранителната верига. От страна на първичното производство, основните причини включват нападения от вредители, разпространение на болести по растенията, неблагоприятни климатични явления и нестабилни пазарни условия, които възпрепятстват ефективната реализация на продукцията.

Поведенческите и социални аспекти играят съществена роля в разхищението на храни на ниво домакинства. Сред ключовите фактори се открояват липсата на систематично планиране при пазаруване и хранене, склонност към импулсивни покупки, често подбудени от маркетингови стратегии и промоции, както и недостатъчно разбиране на обозначенията за срок на годност, което води до изхвърляне на напълно годни за консумация продукти.

Ограничените кулинарни умения и липсата на практики за използване на остатъци от храна допринасят за допълнителни отпадъци. Стандартизирани порции в заведенията за хранене и затруднения в прогнозиране на търсенето също водят до значителни загуби. Естетическите стандарти и изисквания към външния вид на продуктите, както и неудобните или прекомерно големи опаковки, допълнително ограничават възможностите за пълноценно потребление.

На системно равнище, дефицити в логистиката, неефективно управление на складови наличности, както и несъответствие с търговските стандарти, водят до изключване на годни продукти от веригата на доставка. Свърхпроизводството и производствените несъответствия са също сред факторите, водещи до отпадъци.

Ниската информираност относно екологичните и социално-икономическите последици от хранителните отпадъци, както и подценяването на стойността на храната, представляват сериозни бариери пред устойчивото потребление. Допълнителен натиск оказват интензивният начин на живот, индивидуалните хранителни предпочитания и конкуриращите се приоритети в ежедневието на домакинствата (Европейски парламент, 2024, European commission, 2025). Фигура 2 представя данни на Евростат от 2022г., които определят средно количество на хранителните отпадъци от 132 кг на жител на ЕС годишно, като най-голям дял от тези отпадъци се генерират от домакинствата.

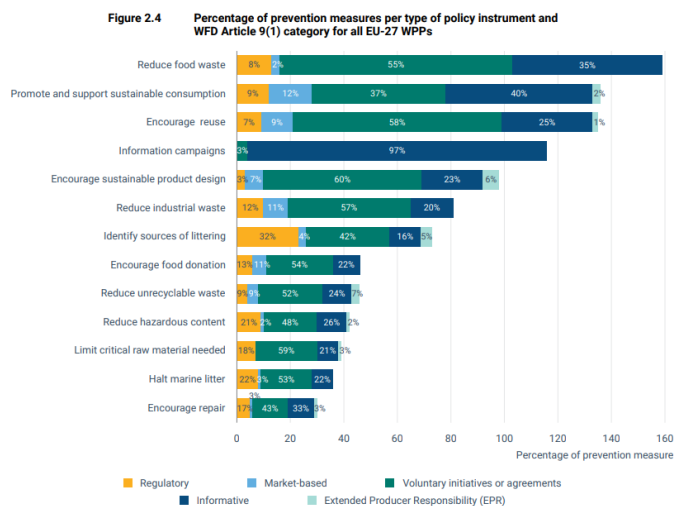


Фиг. 2. Разпределение на хранителните отпадъци в ЕС на жител за 2022 г. (Eurostat, 2022)

ПРЕВАНТИВНИ МЕРКИ ЗА СПРАВЯНЕ С ОТПАДЪЦИТЕ ОТ ХРАНИ

Хранителните отпадъци представляват сериозен екологичен, икономически и социален проблем в Европейския съюз. В отговор на предизвикателството, ЕС предприема редица координирани действия и въвежда нормативни, стратегически и доброволни механизми за ограничаване на хранителните загуби по цялата хранителна верига.

На фигура 3. са представени превантивните мерки, прилагани от страните членки на Европейския съюз, класифицирани по няколко критерия – тип прилагани политики, използвани инструменти за постигане на целита и категория спрямо РДО (Рамкова директива за отпадъците).



Фиг. 3. Мерките по типове на политиките, инструментите и категорията спрямо Рамковата директива за отпадъците, член 9(1) за всички “Програми за предотвратяване на отпадъците” на страните членки (EU-27 WPPs) (European Environment Agency, 2025).

Трите най-често включвани мерки по член 9(1) от „Рамковата Директива за отпадъците“ в плановете за производство на храни на страните от ЕС-27 са: „Насърчаване на дейностите по повторна употреба и ремонт“ (всички плановете за производство на храни), следвани от „Модели за устойчиво потребление“ и „Разработване и подкрепа на информационни кампании за повишаване на осведомеността“. Всяка от тези мерки е включена в 96% от плановете за производство на храни.

Заедно с „Намаляване на генерирането на хранителни отпадъци“, тези мерки представляват повечето прилагани политически инструменти (European Environment Agency, 2025).

Във връзка с предотвратяването на хранителни отпадъци са интегрирани институционални платформи и ключови документи, като през 2016 г. Европейската комисия създава Платформата на ЕС за загубите и отпадъците от храни – форум за обмяна на добри практики и координация между институциите, индустрията и гражданския сектор (European Commission, 2024). През 2019 г. платформата публикува ключови препоръки за действия, насочени към различните участници във веригата на доставки на храни, включително фермери, преработватели, търговци, заведения за обществено хранене и потребители (European Commission, 2019). Гражданският панел към ЕС допринася с допълнителни предложения в подкрепа на усилията на Европейската комисия и държавите членки, подчертавайки важноста на образованието, ангажирането на местни общности и достъпа до ясна информация за етикетирането и съхранението на храни (Citizens' Panel on Food Waste, 2023).

Изработени са също така нормативни и доброволни механизми, като „Насоки за даряване на храна“. През 2017 г. Комисията публикува Насоки относно даряването на храна, които целят да улеснят безопасното събиране и разпределение на храни за нуждаещите се, без да нарушават стандартите за безопасност и отчетност (European Commission, 2017).

Въведена е методика за измерване на хранителните отпадъци. През 2019 г. е изработена методика за измерване на хранителните отпадъци ЕС приема делегирана директива (ЕС) 2019/1597, въвеждаща обща методология за измерване на хранителните отпадъци на всички етапи от хранителната верига. Това позволява сравнимост на данните между държавите членки и по-добро проследяване на напредъка (European Commission, 2019). В съответствие с целите на Стратегията „От фермата до трапезата“, през 2021 г. се въвежда Кодекс за поведение на Европейския съюз, относно отговорни практики в бизнеса с храни и маркетинга. Кодексът е доброволен, но служи като ценен инструмент за насърчаване на устойчиви бизнес модели (European Commission, 2021).

Сред предприетите превантивни мерки са също поставяното на дългосрочни цели и законодателни предложения. През юли 2023 г. Европейската комисия представя предложение за преразглеждане на Директивата за управление на отпадъците, включващо задължителни цели за намаляване на хранителните и текстилните отпадъци до 2030 г., целите включват: намаление с поне

10% на хранителните отпадъци в производството и преработката; намаление с поне 30% в сектора на търговията на дребно, заведенията за хранене и домакинствата. През март 2024 г. Европейският парламент предложи по-амбициозни цели – съответно 20% и 40% намаление за същите сектори (European Commission, 2024). Последното съобщение от 19 март 2025 г., потвърждава поставените през 2024г. цели (Council of the EU, 2025).

През 2020 година е представена стратегията „От фермата до трапезата“, тя основен елемент на Европейския зелен пакт и обединява мерките за устойчиво земеделие, намаляване на отпадъците и улесняване на достъпа до здравословна и екологично чиста храна (European Commission, 2020). Стратегията е интегрирана с други политики, включително тази за биоразнообразието и новите правила за Общата селскостопанска политика на Европейския съюз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Загубата и разхищението на храна представляват проблем с многопластов характер, обхващащ екологични, икономически и социални измерения. Тези явления се проявяват на всички нива на хранителната верига – от производството до потреблението – и произтичат както от структурни особености, така и от поведенчески модели на индивидуално и институционално равнище. Решаването на проблема изисква координирани усилия в няколко направления: подобряване на управлението в агрохранителните системи, насърчаване на кръгови практики, образование за потребителите и създаване на култура на устойчиво използване на храната. Дългосрочният успех предполага не просто нормативна промяна, а трансформация на ценностите и поведението, свързани с храната – от производство до трапезата.

REFERENCES

- <https://www.europarl.europa.eu/topics/bg/article/20240318STO19401/po-malko-khranitelni-otpadtsi-kakvi-merki-predpriema-es>
- Citizens' Panel on Food Waste (2023). Recommendations Report. Data extracted in May 2025, https://citizens.ec.europa.eu/system/files/2023-04/ECP1_Citizens%20Recommendations_EN_final.pdf
- Council of the EU (2025). Press release, 19 February 2025 03:33. Data extracted in May 2025, <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2025/02/19/council-and-parliament-agree-to-reduce-food-waste-and-set-new-rules-on-waste-textile/>
- European Commission (2017). EU Food Donation Guidelines. Data extracted in May 2025, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017XC1025\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017XC1025(01))
- European Commission (2019). Delegated Decision (EU) 2019/1597. Data extracted in May 2025, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D1597>
- European Commission (2019). Key Recommendations for Action. Data extracted in May 2025, https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/eu-priorities/european-union-priorities-2024-2029/european-union-priorities-2019-2024_en
- European Commission (2020). Farm to Fork Strategy. Data extracted in May 2025, https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
- European Commission (2021). Code of Conduct on Responsible Food Business and Marketing Practices. Data extracted in May 2025, https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-06/f2f_sfpd_coc_final_en.pdf
- European Commission (2024). Revision of Waste Framework Directive. Data extracted in May 2025, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/757572/EPRS_BRI\(2023\)757572_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/757572/EPRS_BRI(2023)757572_EN.pdf)
- European Commission (2024). EU Platform on Food Losses and Food Waste. Data extracted in May 2025, <https://food.ec.europa.eu>
- European Commission (2025). Food waste. Data extracted in May 2025, https://food.ec.europa.eu/food-safety/food-waste_en?prefLang=bg
- European Environment Agency (2025). Preventing waste in Europe Progress and challenges, with a focus on food waste. p.21,24 Data extracted in May 2025, file:///C:/Users/ruuser/Downloads/TH-01-25-004-EN-N%20Preventing%20waste%20report_FINAL%20(1).pdf

Eurostat (2024). Food waste and food waste prevention – estimates. Data extracted in May 2025, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics.explained/index.php?title=Food_waste_and_food_waste_prevention_-_estimates.

Eurostat (2022). Food waste and food waste prevention by NACE, Data extracted in May 2025, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasfw__custom_12951734/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=26d7f4d0-e780-4ee4-8a0d-17e5943acb91

Scialabba, Nadia. (2015). Food Wastage Footprint & Climate Change. Conference: UNFCCC COP

United Nations (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Data extracted in May 2025, <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>

TUE-SSS-CT(R)-01

FREEZING POINT OF AQUEOUS ENGINE COOLANT⁴

Natalia Vasileva - Student

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Branch Razgrad

Chief Assist. Prof. Iliana Nikolova, PhD

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Razgrad Branch
E-mail: inikolova@uni-ruse.bg

***Abstract:** This test method covers the determination of the freezing point of an aqueous engine coolant solution in the laboratory. Freezing point- the temperature at which crystallization begins in the absence of supercooling, or the maximum temperature reached immediately after initial crystal formation in the case of supercooling, or the temperature at which solid crystals, formed on cooling, disappear when the temperature of the specimen is allowed to rise. The freezing point of an engine coolant indicates the coolant freeze protection and may be used to determine the approximate glycol or glycerine content, provided the glycol type is known.*

***Keywords:** engine coolant, freezing point*

ВЪВЕДЕНИЕ

Охлаждаща течност (антифриз)- е една важна течност, която помага за регулиране на температурата на двигателя. Тя предотвратява прегряване на двигателя по време на експлоатация и замръзване на системата за охлаждане през зимата (ASTM, Philadelphia, PA, 1989). Осигурява и защита от ръжда и корозия на металните повърхности, съвместим с пласмаси и каучукови уплътнения (Rowe, L. C., 1971; Rowe, L. C., 1973).

Днешните модерни, по-малки, но по-мощни двигатели са конструирани така, че поставят пред антифриза много изисквания.

Към настоящия момент те се формулират на основата на етилен и пропилен гликоли и балансирани пакети присадки.

В момента на пазара се предлагат основно два вида антифризи:

- формулирани с неорганични добавки борати, фосфати, нитрити
- с добавки на органична основа

И двата вида продукти трябва да се формулират така, че да удовлетворяват изисквания към тях.

Неподходящото съотношение на водата и етилен гликола може да доведе до влошаване на отвеждането и прегряването на системата. Ето защо количеството етилен гликол и вода трябва да е добре балансирано. В същото време не трябва да се увеличава и количеството на вода, тъй като в този случай няма да се постигне достатъчна защита на течността от замръзване.

С повишаването на ефективната мощност на двигателя, и отчасти поради повишаване на температурата му, все по-голямо количество топлина е необходимо да бъде отвеждано от охлаждащата система (Hannigan, H. J., 1968; Veynon, E., Cooper, N., & Hannigan, H., 1971).

Допълнително охлаждане може да се осигури чрез повишаване на налягането в охлаждащата система и като се позволи на антифриза да циркулира при колкото е възможно по-високи максимални температури.

Доста по-високата температура на кипене на етилен гликола спрямо тази на водата е много важна, тъй като се намаляват загубите от изпарение, кавитациите по водната помпа, причинявани

⁴ Докладът е представен на студентската научна сесия на Русенски университет филиал - Разград на 09.05.2025г. в секция „Химични технологии“ с оригиналното си заглавие на български език: „ТОЧКА НА ЗАМРЪЗВАНЕ НА ОХЛАЖДАЩАТА ТЕЧНОСТ ЗА ДВИГАТЕЛЯ“.

от мигновеното изпаряване (кипене) от всмукателната страна на помпата и последващото кипене, причинено от остатъчната топлина при изключване на двигателя (SAE International Information Report, 2023; SAE International Information Report, 2018)

Необходимо е да се търси баланс между съотношението вода - гликол. Това съотношение е най-често 1:1 за нашите географски райони. При него се постига температура на начало на кристализация -37°C.

Контролът на съотношението на вода - етилен гликол се гарантира чрез:

- измерване на плътността на готовия антифриз;
- температура на начало на кипене;
- температурата на начало на кристализация;

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изпитване на температура на кристализация във воден разтвор на охлаждащи на течности за автомобили- ASTM D 1177

Апаратура

➤ Охлаждаща вана - в която е поместен охладителят (хладилният агент), състояща се от стандартна Дюарова (Dewar) колба. Колбата може да е посребрена или да не е посребрена и е закрепена в плътно прилягащ съд (контейнер). На дъното на колбата е поставен тампон от стъклена вата, за да я предпазва от счупване от върха на охлаждащата епруветка.

➤ Охлаждаща епруветка - състояща се от 200 mL, невакумирана и непосребрена Дюарова колба. Епруветката се затваря с коркова запушалка, в центъра на която има отвор за термодвойката или съпротивителен термометър и втори отвор, разположен в едната страна за поставяне на пръчката на бъркалката, и трети отвор за промушване на телта за образуване на кристалите в подходящия момент.

➤ Механизъм за разбъркване - състоящ се от бъркалка с пет спирали, направени от тел от неръждаема стомана с диаметър 1.6 mm. Спиралите са разположени така, че при екстремното горно положение по време на работа, да няма спирали над повърхността на пробата. Бъркалката се задвижва с помощта на обикновен мотор за чистачки или друг задвижващ мотор, работещ с помощта на подходящи връзки, за да осигурява линейно движение на бъркалката. Дължината на хода се регулира така, че спиралата да се приближава до дъното на епруветката, но без да го докосва, в най-ниската точка на движението си надолу.



Фиг.1 Апаратура за изпитване на температура на кристализация

Измерване на температурата

Може да се използва съпротивителен термометър или термодвойка от мед-константант с подходящи уреди за измерване, при условие, че осигуряват обща чувствителност от $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

Хладилният агент трябва да се състои от твърд въглероден диоксид в алкохол или в други подходящи течности за вани. По време на определянето и в зависимост от използваната течност за ваната, на дъното или отгоре на охлаждащата вана трябва да се поддържа слой от сух лед, с дебелина поне 13 mm.

Процедура:

Апаратурата се сглобява както е показано на фиг.1, без никаква хладилна течност и проба за изпитване на мястото им. Проверява се работата на бъркалката след монтажа, за да се убедим, че всички детайли работят свободно.

Напълваме Дюаровата колба, която обгражда охлаждащата епруветка, с хладилна течност, течен азот или като добавяте парченца сух въглероден диоксид от време навреме, за да поддържате условията. Временно махаме запушалката на охлаждащата епруветка и поставете 75 mL до 150 mL (2.65 oz до 5.1 oz) проба. Пробата може да е предварително охладена до с около 8°C над очакваната температура на замръзване преди да я внесете в охлаждащата епруветка.

Пускаме бъркалката и я регулираме да работи на 60 до 80 хода (удара) в минута.

Когато очакваната температура на замръзване наближи, тези времеви интервали трябва да са от 10 до 15s. При очакваната температура на замръзване трябва да започне иницирането на кристализацията, за да не настъпи преохлаждане. Това се постига чрез внасянето на тел, която има малко количество от изпитваната течност замръзнало по върха си. Най-удобно е да се замрази течността в малка епруветка, поставена директно в охлаждащата вана. Скоростта на охлаждане трябва да е под $1^{\circ}\text{C}/\text{минута}$ в момента, в който се внесе телта за започване на кристализацията на пробата.

Като температура на замръзване се взема хоризонталното плато на кривата от графиката на температурата спрямо времето.

Снемането на показанията на температурата на редовни интервали продължава поне 5 минути след температурата на замръзване.

Провеждане на анализа:

Изследвани са две проби антифриз:

➤ Проба 1- Антифриз Long Life концентрат

За да се проведе изпитването е необходимо пробата да се разрези с дестилирана вода до достигане на 50 обемни % антифриз в разтвора.

Резултатите са представени в таблица 1 и фигура 2.

Посявка на кристал на $-34,00^{\circ}\text{C}$; Температура на кристализация: $-37,32^{\circ}\text{C}$.

➤ Проба 2- Антифриз Long Life ready for use (готов за употреба)

За да се проведе изпитването пробата се зарежда директно без разреждане.

Резултатите са представени в таблица 2 и фигура 3.

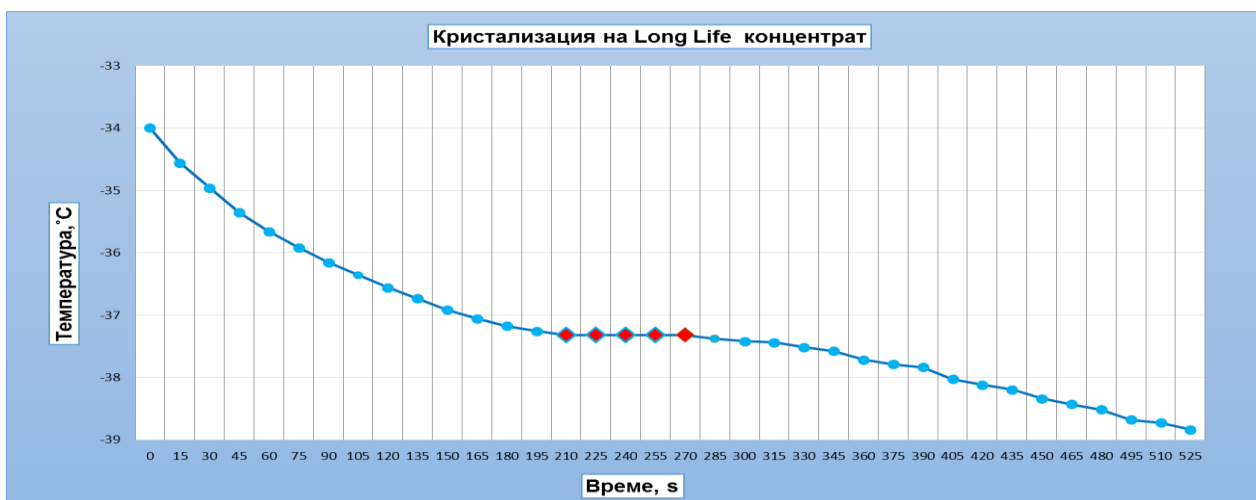
Посявка на кристал на $-34,20^{\circ}\text{C}$; Температура на кристализация: $-37,54^{\circ}\text{C}$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Проведено е изследване на две проби антифриз, като едната е концентрат, а втората е готова за употреба. Резултатите от проведените изпитвания са представени таблично (табл. 1 и 2) и графично (фиг. 2 и 3).

Таблица .1 Измерена температура след посявка на кристал през интервал 15s, Проба 1

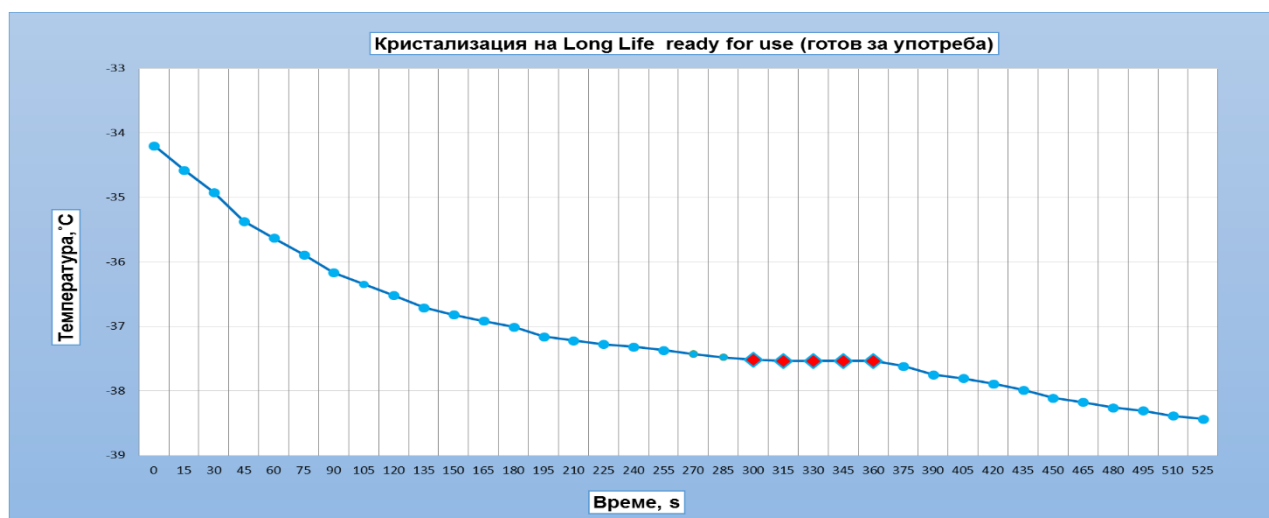
Време,min	Температура, °C			
0 min	-34,00	-34,56	-34,96	-35,36
1 min	-35,66	-35,92	-36,16	-36,36
2 min	-36,56	-36,74	-36,92	-37,06
3 min	-37,18	-37,26	-37,32	-37,32
4 min	-37,32	-37,32	-37,32	-37,38
5 min	-37,42	-37,44	-37,52	-37,58
6 min	-37,65	-37,72	-37,79	-37,84
7 min	-37,90	-38,03	-38,12	-38,20
8 min	-38,29	-38,34	-38,43	-38,52
9 min	-38,60	-38,68	-38,73	-38,84
Време,s	0 s	15 s	30 s	45 s



Фиг. 2 Графично представяне плато на температурата на замръзване, Проба 1

Таблица 2 Измерена температура след посявка на кристал през интервал 15s, Проба 2

Време,min	Температура, °C			
0 min	-34,20	-34,58	-34,92	-35,37
1 min	-35,63	-35,89	-36,17	-36,35
2 min	-36,52	-36,71	-36,82	-36,92
3 min	-37,01	-37,16	-37,22	-37,28
4 min	-37,32	-37,37	-37,43	-37,48
5 min	-37,52	-37,54	-37,54	-37,54
6 min	-37,54	-37,62	-37,75	-37,81
7 min	-37,89	-37,99	-38,11	-38,18
8 min	-38,26	-38,31	-38,39	-38,44
9 min	-38,52	-38,62	-38,72	-38,83
Време,s	0 s	15 s	30 s	45 s



Фиг. 3 Графично представяне плато на температурата на замръзване, Проба 2

От представените данни се вижда, че критичната температура на замръзване при проба 1 е 37,32°C, а за проба 2 37,54°C. При проба 1 тя възниква при 3,30min и се задържа до 4,45min. При проба 2 температурата на замръзване е в интервала 5,15 – 6,15min.

От представените данни се вижда, че критичната температура на замръзване при проба 1 е 37,32°C, а за проба 2 37,54°C. При проба 1 тя възниква при 3,30min и се задържа до 4,45min. При проба 2 температурата на замръзване е в интервала 5,15 – 6,15min.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

През годините изискванията към експлоатационните свойства на антифризите стават доста по-сериозни и строги и причина за това е стремежът към намаляване на общото тегло на автомобилите с оглед снижаване на разходите на гориво в резултат, на което се внедриха детайли от алуминий и пласмаса, както в конструкцията на двигателя, така и в охладителната система. Като допълнение с цел намаляване общото тегло беше намален и обема на използвания антифриз, което води до увеличаване скоростта на движение на течността по системата и температурата на която е подложена.

В следствие на тези промени задачата на антифриза от това да предотвратява замръзването във водноохладителната система на автомобила се промени и се превърна в комплексен продукт предназначен да удовлетвори и най-строгите и сериозни изисквания като:

- Ефективен топлообмен
- Предпазване от замръзване и прегряване
- Предпазване металните повърхности от корозия
- Съвместимост с пласмаси и еластомери
- Химически стабилна и при ниски и при високи температури
- Съвместима с твърда вода
- Слабо пенлива
- Екологично чиста и без токсични свойства

Всички тези изисквания се удовлетворяват от разработени многокомпонентни антифризи със съпътстващи присадки в правилен баланс.

Благодарности: Статията отразява резултати от работата по проект 2025/ФРз - 01, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

Beynon, E., Cooper, N., & Hannigan, H., (1971), Automotive Antifreeze Coolants”, Soap and Chemical Specialties, Vol 47, No. 2, p.44.

Hannigan, H. J., (1968), Coolant Performance at Higher Temperatures, SAE.

Rowe, L. C., (1971), Testing Automotive Engine Coolants for Corrosion Inhibition, Handbook on corrosion Testing and Evaluation, Edited by W. Ailor, Wiley and Sons, Inc., New York, NY, 625.

Rowe, L. C., (1973), Application of Inhibitors in Automobiles and Their Environment, Corrosion Inhibitors, edited by C.Nathan, National Association of Corrosion Engineers, Houston, TX, p.173.

Selection and Use of Engine Coolants and Cooling System Chemicals, (1989), UNL6, 4th edition, ASTM, Philadelphia, PA.

SAE International Information Report, (2023), Coolants for Internal Combustion Engines, SAE.

SAE International Information Report, (2018), Coolants for Internal Combustion Engines, SAE.

TUE-SSS-CT(R)-02

SINAPIC ACID - SOURCES, CHEMICAL STRUCTURE AND THERAPEUTIC BENEFITS⁵

Shenay Hussain - Student

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Razgrad Branch
E-mail: s232639@stud.uni-ruse.bg

Cader Izzet - Student

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Razgrad Branch
E-mail: s232630@stud.uni-ruse.bg

Assoc. Prof. Temenuzhka Haralanova, PhD

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies,
University of Ruse “Angel Kanchev”, Razgrad Branch
E-mail: tharalanova@uni-ruse.bg

***Abstract:** Sinapic acid, a naturally occurring organic compound, is attracting increasing interest in the scientific community due to its diverse biological activities and potential therapeutic applications. This phenolic acid, belonging to the hydroxycinnamic acid family, is found in many plant species and is the subject of intensive research aimed at revealing its mechanisms of action and benefits for human health. In this article, we will examine in detail the sources of sinapic acid, its chemical structure, as well as the latest discoveries regarding its therapeutic effects.*

***Keywords:** Flavonoids, Sinapic, plant organicsubstances chemical structure.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Синаповата киселина, естествено срещащо се органично съединение, привлича нарастващ интерес в научната общност поради своите разнообразни биологични активности и потенциални терапевтични приложения. Тази фенолна киселина, принадлежаща към семейството на хидроксидинамените киселини, се съдържа в множество растителни видове и е обект на интензивни изследвания, насочени към разкриване на нейните механизми на действие и ползи за човешкото здраве. Синаповата киселина се използва в научни изследвания и приложения, свързани с хранителната индустрия и медицината. Интересът към тази киселина се дължи, че е естествен антиоксидант с потенциални ползиза здравето. В на стоящата статия ще разгледаме подробно източниците на синапова килина, нейната химична структура, както и най-новите открития относно нейните терапевтични ефекти.

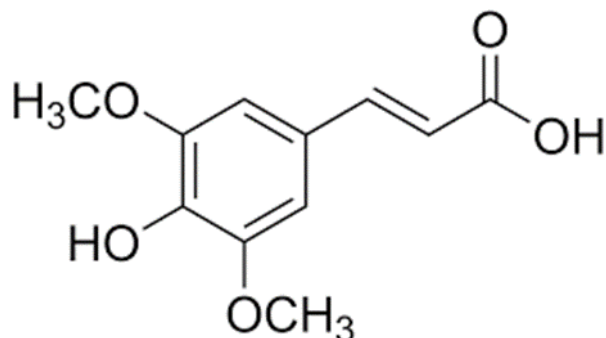
ИЗТОЧНИЦИ НА СИНАПОВА КИСЕЛИНА

Синаповата киселина се среща естествено в много растения: ориз, семена и масла от синап, зърнени култури (пшеница, ръж, овес), плодове (боровинки, грозде, ябълки), зеленчуци (спанак, броколи), кафе, чай и някои подправки. Тя е основен компонент на клетъчните стени на растенията, където участва в изграждането на лигнина.

⁵ Докладът е представен на студентската научна сесия на Русенски университет филиал - Разград на 09.05.2025г. в секция „Химични технологии“ с оригиналното си заглавие на български език: „СИНАПОВА КИСЕЛИНА - ИЗТОЧНИЦИ, ХИМИЧНА СТРУКТУРА И ТЕРАПЕВТИЧНИ ПОЛЗИ“.

Синаповата киселина е органично фенолно съединение, което може да бъде извлечено от растенията по различни методи – екстракция с разтворители, ензимна хидролиза, химичен синтез в лаборатория чрез различни химични реакции – например чрез реакция на Перкин, при която се кондензира алдехид и анхидрид в присъствието на основен катализатор. Изборът на метод зависи от желаната чистота на синаповата киселина и от наличните ресурси. Екстракцията с разтворители е по-прост метод, но може да доведе до по-ниска чистота. Ензимната хидролиза е по-специфичен метод, но изисква използването на ензими. Синтезът е най-сложният метод, води до най-висока чистота и се използва само за лабораторни цели.

ХИМИЧНА СТРУКТУРА НА СИНАПОВА КИСЕЛИНА



Фиг. 1 Структурна формула на Синаповата киселина (Sinapic acid)

Синаповата киселина (Sinapic acid) известна още катосинапинова киселина или 4-хидрокси-3,5-диметоксицинамова киселина е фенолна киселина, която принадлежи към групата на хидроксицинамовите киселини. Нейната химична брутна формула е $C_{11}H_{12}O_5$. Структурата на синаповата киселина включва бензенов пръстен с три хидрокси(-OH) и една метокси (-OCH₃) групи, както и пропенова киселинна странична верига (-CH=CH-COOH) – двойната връзка в тази верига може да има цис(Z) или транс(E) конфигурация. (Georgiev V., Marchev A., Berkov S., Pavlov A., 2013). По този начин, синаповата киселина може да се срещне в две изомерни форми, дължащи се на геометрията на двойната връзка в страничната верига – (E)-синапова киселина (транс-синапова киселина) и (Z)-синапова киселина (цис-синапова киселина). В допълнение към тези основни изомерни форми, синаповата киселина може да участва в образуването на по-сложни структури, като например:

Естери – в растенията синаповата киселина често се среща естерифицирана с различни захари или други биомолекули.

Димери и олигомери – в клетъчните стени на растенията фенолните пръстени на няколко молекули синапова киселина могат да се свързват помежду си чрез окислителни реакции, водещи до образуването на димери и по-големи олигомерни структури.

Конюгати – синаповата киселина може да се свързва и с други биоактивни съединения, променяйки техните свойства и биологична активност.

ТЕРАПЕВТИЧНИ ПОЛЗИ ОТ СИНАПОВАТА КИСЕЛИНА

Изследванията показват, че синаповата киселина може да предостави редица потенциални терапевтични ползи:

- Антиоксидантна активност: Синаповата киселина е мощен антиоксидант, който може да помогне за предпазване на клетките от оксидативен стрес, който е свързан с много хронични заболявания;

- Противовъзпалително действие: изследванията показват, че синаповата киселина подтиска възпалителните процеси в организма;

- Противоракови свойства: някои изследвания *in vitro* върху животни предполагат, че синаповата киселина може да има противораково действие като инхибира растежа на ракови клетки;
- Нервропротективно действие: изследвания показват (Brown JE, Khodr H, Hider RC, Rice-Evans, *Biochemical Journal*, 1998), че синаповата киселина може да помогне за предпазване от невродегенеративни заболявания като болестта на Алцхаймер и Паркинсон;
- Кардиопротективно действие: някои проучвания показват, че синаповата киселина може да има благоприятен ефект върху сърдечно-съдовата система, като помага за понижаване на кръвното налягане, подобряване на липидния профил и предпазване от увреждане на сърдечния мускул;
- Хепатопротективно действие: изследвания върху животни показват, че синаповата киселина може да предпазва черния дроб от увреждане, причинено от различни токсини;
- Ренопротективно действие: подобно на хепатопротективните ефекти, някои изследвания предполагат, че синаповата киселина може да има защитен ефект върху бъбреците;
- Антидиабетно действие: проучвания показват (Dyrek, K., & Kaszycki, P., 2015), че синаповата киселина помага за регулиране нивата на кръвната захар и подобряване на инсулиновата чувствителност;
- Анксиолитично действие: има данни, че синаповата киселина може да има успокояващ ефект и да намалява тревожността;
- Антибактериално действие: някои изследвания показват, че синаповата киселина има антибактериална активност срещу определени видове бактерии;

Синапената киселина се среща в различни терапевтични вещества, най-вече в тези, базирани на синапено семе и синапено масло. Ето някои от тях:



- * за болки в мускулите и ставите.
- * при ревматизъм и артрит.
- * за стимулиране на кръвообращението.
- * за лечение на респираторни проблеми.
- * за лечение на косопад и проблеми с косата.

Фиг. 1 Синапено масло



- * Използва се като средство за стимулиране на храносмилането.
- * Прилага се при запек.
- * Използва се като отхрачващо средство.
- * Използва се при настинки и грип.

Фиг. 2 Синапено семе

Повечето от тези изследвания са проведени *in vitro* (в лабораторни условия) или върху животни. Необходими са повече клинични изследвания върху хора, за да се потвърдят тези потенциални терапевтични ползи и да се определи ефективната и безопасна дозировка на

синаповата киселина за различни състояния. (Georgiev V., Marchev A., Berkov S., Pavlov A., 2013) Въпреки това наличните данни предполагат, че синаповата киселина е обещаващо природно съединение с потенциал за подобряване на здравето и лечение на различни заболявания.

Благодарност: Това изследване е финансирано от Европейския съюз NextGenerationEU, чрез Националния план за възстановяване и устойчивост на Република България, проект № BG-RRP-2.013-0001

REFERENCES

- Brown JE, Khodr H, Hider RC, Rice-Evans, *Biochemical Journal*, 1998, 330 (3), p.1173-1178
- DiCaprio, E., Culbertson, D., & Li, J., 2015, Evidence of the internalization of animal caliciviruses via the roots of growing strawberry plants and dissemination to the fruit. *Applied and environmental microbiology*, 81(8), 2727-2734.
- Dyrek, K., & Kaszycki, P., 2015, Liście maliny i jeżyny jako surowiec dla przemysłu farmaceutycznego. *Przemysł Chemiczny*, 94, 1431-1436.
- Georgiev V., Marchev A., Berkov S., Pavlov A., Plant in vitro systems as sources of tropane alkaloids, A focused review *Carbohydr. Polym.*, 277, 2022, Article 118881.
- Kruczek, M., Kostecka-Gugała, A., Augustynowicz, J., Ledwożyw-Smoleń, I., Orzeł, A., Król-Meng, F., R. Henson, H. Wehbe-Janek, H., Smith, Y Ueno, T Patel, *Journal of Biological Chemistry* 282 (11), 8256-8264.
- Meng, F., L Liu, PC Chin, SR D'Mello, *Journal of Biological Chemistry* 277 (33), p. 29674-29680.
- Meng, F., R. Henson, M. Lang, H. Wehbe, S. Maheshwari, *Gastroenterology* 130 (7), p. 2113-2129.
- Meng, F., R Henson, H Wehbe-Janek, K Ghoshal, ST Jacob, T Patel, *Gastroenterology* 133 (2), p. 647-658.
- Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes* (Ramawat K., Mérillon J-M., Eds.), pp. 173-211. Springer. ISBN: 9783642221439.
- Pan, A., Z. Wang, B. Chen, W. Dai, H. Zhang, B. He, X. Wang, Y. Wang, Q. Zhang, 25 (1), 2018, pp. 1495-1503.
- Sato, K., F Meng, S Glaser, G Alpini, *Journal of hepatology* 65 (1), p. 213-221.
- Tewari, D., A. Sah, S., Bawari, H. Sharma, *Current Bioactive Compounds* 14 (2), p.180-190.
- Vennat, B., M. Bos, A. Pourrat, P. Bastide, *Procyanidins or tormentil*, 1994, 17 (12), p.1613-1615.
- Wang F., Q. Zheng, et al., *Journal of Biomedical Science*, 2006, 13 (4), p. 569-578.
- Zasowska-Nowak, A., & Nowak, P., *Prozdrowotne efekty konsumpcji truskawek*, *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 2014, 58(07-08).
- <https://www.researchgate.net>, Helena Abramovi & Neda Martinović.
- https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=200907066399464804.
- <https://bg.wikipedia.org>.
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31849075/> J Food Biochem.

TUE-SSS-CT(R)-03

SYNTHESIS AND STUDY OF Cu - MULLITE CERAMIC PIGMENTS OBTAINED BY SOL-GEL TECHNOLOGY⁶

Boncho Bonev - student

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies
University of Ruse “Angel Kanchev”, Branch Razgrad

Prof. Tsvetan Dimitrov, PhD

Department of Chemistry, Food and Biotechnologies
University of Rouse "Angel Kanchev" - Razgrad Branch
E-mail: tz_dimitrow@abv.bg

***Abstract:** In order to obtain high temperature ceramic pigments using colorless stable crystal carcasses turns out to be quite suitable in the case of mullite and their coloring. In the paper presented experiments have been carried out on synthesis of mullite pigments with the participation of chromophore element - Cu. The technology of sol-gel have been applied for their obtaining. Pure grade raw materials such as TEOS - $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ and nitrate of Cu^{2+} have been used for the synthesis. Series of mullite ceramic pigments were synthesized via sol-gel method and sintering at 1000, 1100 and 1200°C. The resulting ceramic pigments were studied by powder X-ray diffraction, infrared spectroscopy, electron microscopy, electron paramagnetic resonance. The ceramic pigments obtained by sol-gel method mainly contain mullite, which crystallizes even at 1000°C. The color of the ceramics is determined and presented with color coordinates. The best pigments have been added to white faience glaze and tested as a pigment for sanitary ceramics.*

***Key words:** mullite, ceramic pigments, sol-gel, CIELab, color measurement*

ВЪВЕДЕНИЕ

Керамични пигменти, базирани на мулитова матрица и дотирани с различни хромофорни елементи в различни концентрации, са получени по метода на твърдофазно спичане при различни температури (Dimitrov et al., 2022). Основният недостатък на този метод на синтез е получаването на странични минерални фази, които също влияят върху цвета на получената керамика. Поради това са извършени синтези чрез прилагане на зол-гел технологията. Зол-гел методът намира широко приложение за синтез на различни материали - стъкла, стъклокерамика, керамични прахове, керамични пигменти (Eppler R., 2000), (Ganguli D. & M. Chatterjee Cooper, 1997). През годините доста изследователи като Eppler, Carda, Monros, Eskribano, Tena, Alarcon (Eppler R., 1987), (Monros G., M. Tena, P. Escribano, V. Cantavella and J. Carda. 1994), (Eric-Anionic S., L. Kostic-Gvozdenovic, R. Dimitrijevic, S. Despotovic and L. Filipovic-Petrovic. 1997) са работили по синтез на керамични пигменти по този метод. Основните предимства за получаването на мулитови пигменти по този метод се свързват с това, че кристализацията на мулит се осъществява при по-ниски температури и се наблюдават по-малко количество странични фази.

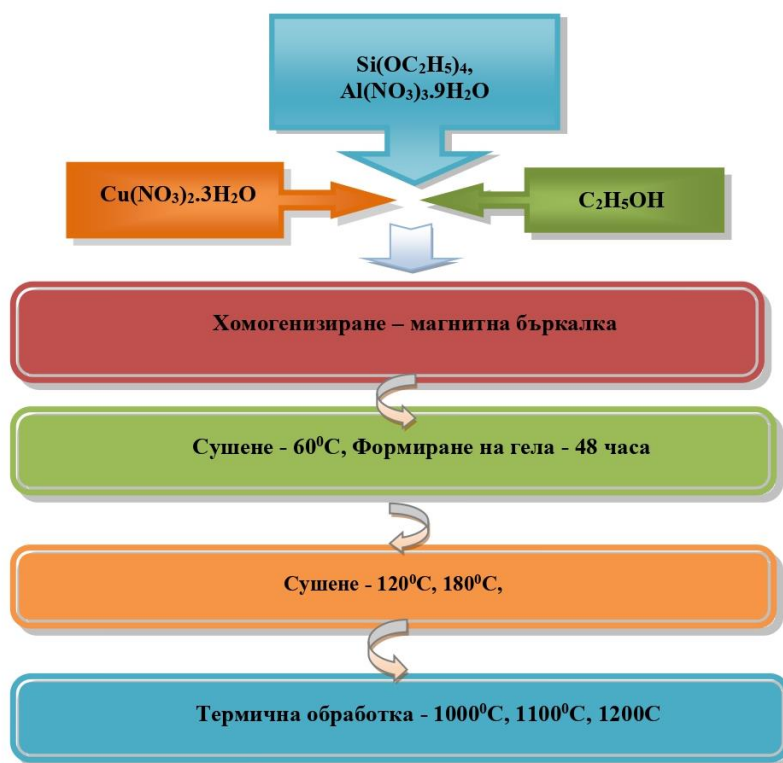
ИЗЛОЖЕНИЕ**Начин на приготвяне на съставите**

Поради силната склонност на тетраетилортосиликата (TEOS) към хидролиза при непрекъснато разбъркване към него се прибавя 35 мл. етилов алкохол. Нитратите на другите основни суровини и съответните хромофорни елементи също предварително се разтварят в етилов алкохол. След смесване на разтворите, сместа интензивно се разбърква с магнитна бъркалка в продължение на 30 минути за по-пълно хомогенизиране. Полученият зол при температура 60°C след около 48 часа се превръща в гелообразна маса, след което се суши при температура 120°C, а след

⁶ Докладът е представен на студентската научна сесия на Русенски университет филиал - Разград на 09.05.2025г. в секция „Химични технологии“ с оригиналното си заглавие на български език: „СИНТЕЗ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА CU - МУЛИТОВИ КЕРАМИЧНИ ПИГМЕНТИ, ПОЛУЧЕНИ ПО ЗОЛ-ГЕЛ ТЕХНОЛОГИЯТА“.

това при 180°C за окончателно отделяне на нитратите. След пълното изсушаване пробите се стриват в ахатов хапан и се подлагат на термична обработка при температури 1000°C, 1100°C, 1200°C с изотермична задръжка от 2 часа при максималната температура. На фиг.1 е показана технологична схема за синтез по метода зол-гел.

За получаването на мулитови керамични пигменти по зол-гелната технология са използвани следните материали: $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и като разтворител е използван безводен $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

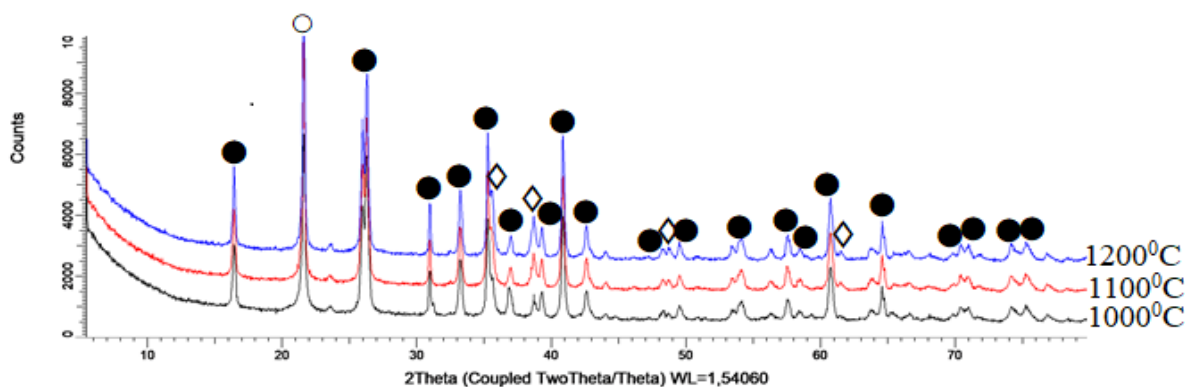


Фиг.1 Технологична схема за синтез на пигментите по зол-гел метода

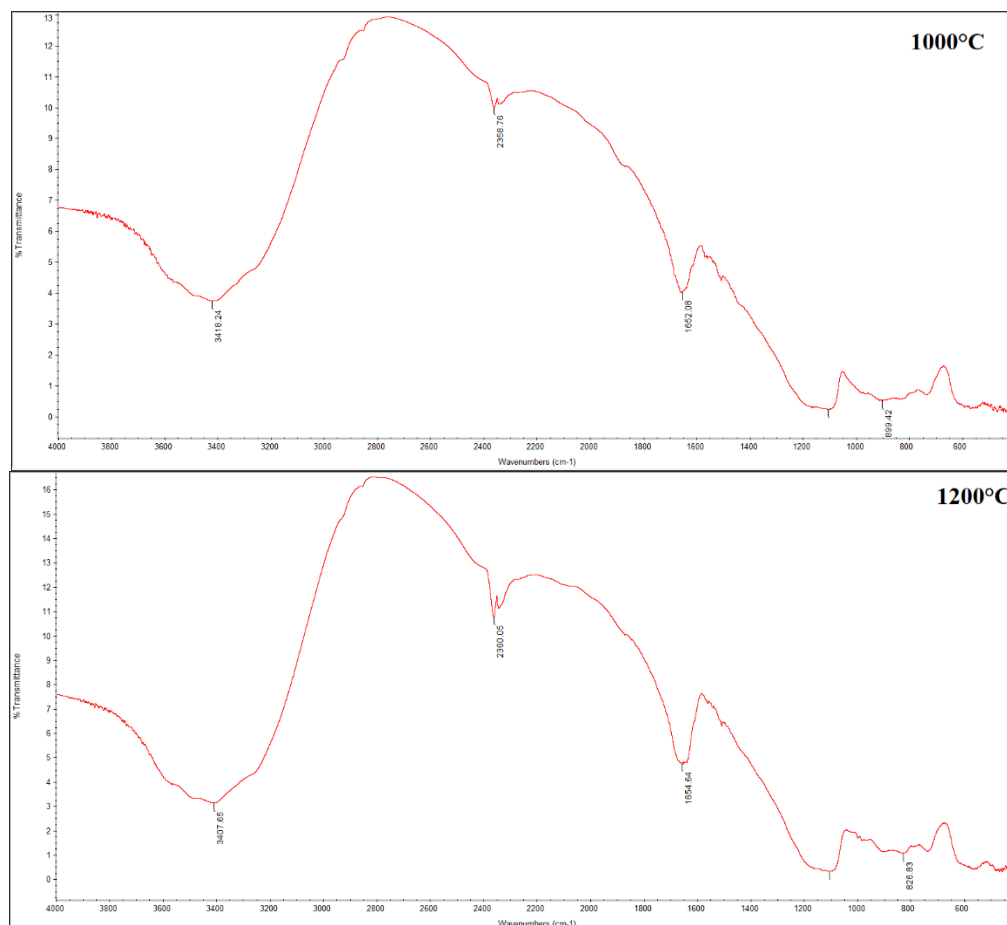
РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Рентгенофазов анализ

На фиг. 2 са представени рентгенограмите на синтезираните мулитови пигменти получени по зол - гел технологията. От представените рентгенограми се вижда, че при температура 1100°C, преобладаващата фаза е мулит. Образува се също шпинел, но в по-малки количества. С повишаване на температурата при 1200°C количеството мулит се увеличава.



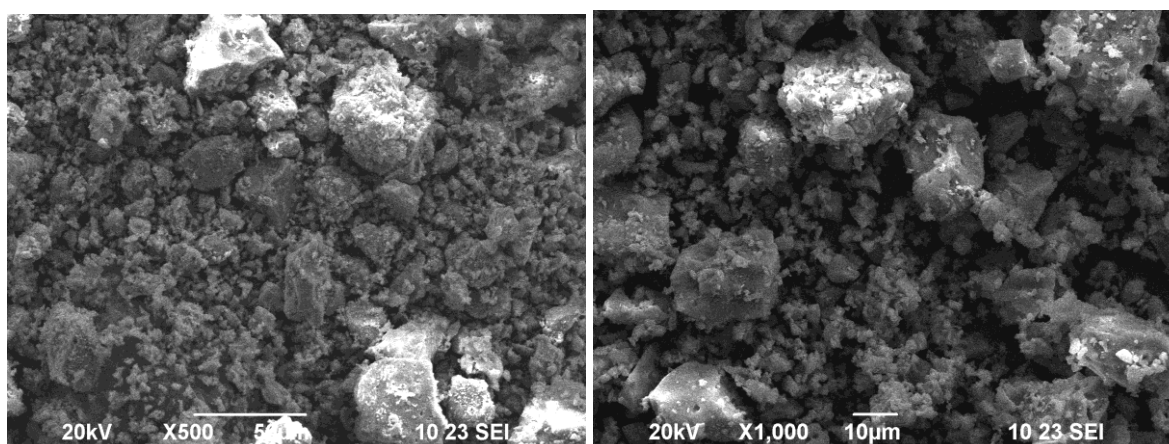
Фиг. 2 Рентгенови дифрактограми на Cu-мулитови керамични пигменти синтезирани по зол-гел метода при 1000 -1200°C



Фиг. 3 ИЧ - спектри на синтезираните Si-мулитови керамични пигменти по зол-гел технологията при 1000°C и 1200°C

Представените на фиг. 3 ИЧ - спектри на синтезираните Si-мулитови керамични пигменти по зол-гел технологията при 1000°C и 1200°C потвърждават резултатите от рентгенофазовия анализ, на които е отбелязано поглъщането, дължащо се на мулит.

На фиг. 4 са представени СЕМ изображения на пигментите на основа мулит с хромофор мед при 1200°C, получени по зол-гел метод



Фиг. 4 СЕМ изображение на керамика на основата на диопсид с хромофор мед при 1200 °C, получена по зол-гел метод

Спектрофотометрично измерване на цвета на синтезираните пигменти

В таблица 1 са представени резултатите от измерването на цветовете координати на Со - мулитовите пигменти, синтезирани по зол - гел в метода.

Таблица 1. Цветови координати на синтезираните Со - мулитови пигменти при различни температури

№	Composition	T, °C	Colour	L*	a *	b *
1	5%Cu	1000		59,1	-1,5	15,5
2	5%Cu	1100		54,3	-1,8	9,8
3	5%Cu	1200		51,6	-0,8	7,7

От представените данни се вижда, че синтезираните пигменти са със зелен цвят. С повишаване на температурата на изпичане има тенденция към намаляване на светлотата L* и намаляване на стойностите на -a* и b*.

ИЗВОДИ

Резултатите от настоящото изследване показват, че при зол-гел метода образуването на желаната фаза мулит става при по-ниска температура в сравнение с получените пигменти по метода на твърдофазно спичане. При 1100°C синтезираните прахове се състоят почти изцяло от мулит и малко количество примеси (шпинел), които не включват изоморфно добавеният хромофор. Цветовете са по-бледи, в сравнение с получените по метода на твърдофазно спичане и са по-близо до жълтата гама, отколкото до кафявата .

Благодарност: Настоящото изследване е проведено с финансовата помощ на дог. КП-06-Н87/14-2024 г. на Фонд научни изследвания, за което авторите изказват благодарност.

REFERENCES

Pishch I., (1981), Synthesis diopside-containing pigments, *Glass and Ceramics*, 3, 143-145

Sedelnikova M. and V. Pogrebenkov, (2006), Production of ceramic pigments with diopside and anorthite structure using the gel method, *Glass and Ceramics*, 7/8, 271-273

Pogrebenkov V., M. Sedelnikova and V. Vereshchagin, (1999), Ceramic pigments with diopside and anorthite structures based on wollastonite, *Glass and Ceramics*, 1/2, 55-57

Eppler R., (2000) Putting Colour into Glazes and Enamels. *Trans. Ind. Ceram. Soc.*, 62, 181-191.

Ganguli D. and M. Chatterjee, (1997) *Ceramic Powder Preparation: A Handbook*, Kluwer Academic, Boston, 235.

Eppler R., (1987) Selecting Ceramic Pigments. *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 66, 1600-1604.

Monros G., M. Tena, P. Escribano, V. Cantavella and J. Carda. (1994) Classical Ceramic Colours through Colloidal and from Alkoxide Gels, *J. Sol-Gel Sci. Tech.*, 2, 377-380.

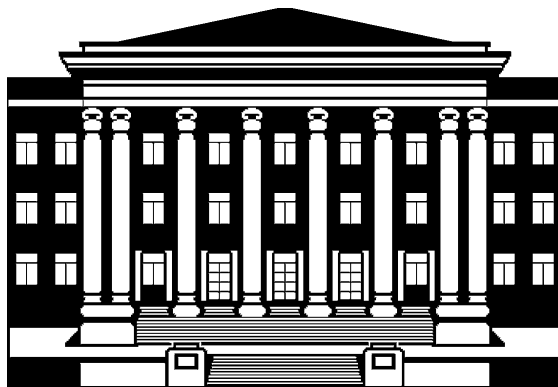
Eric-Anionic S., L. Kostic-Gvozdenovic, R. Dimitrijevic, S. Despotovic and L. Filipovic-Petrovic. (1997) Sol-Gel Method used for Synthesis of Ceramic Pigments, *Key Engg.Mater.*, 132-136, 30-33.

Titorenkova R., V. Kostov-Kytin, Ts. Dimitrov. (2022) Synthesis, phase composition and characterization of Co-diopside ceramic pigments, *Ceramics International*, 48, 24, 2022, 36781-36788.

Chukanov N., *IR spectra of minerals: Extended library*, (2014) Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 1773.

Dimitrov Ts, R. Titorenkova, A. Zaichuk, Y. Tzvetanova. (2022) Synthesis and study of ferri-diopside ceramic pigments, *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 1, 39-46

**UNIVERSITY OF RUSE “ANGEL KANCHEV”
UNION OF SCIENTISTS - RUSE**



**65-TH ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE
OF UNIVERSITY OF RUSE “ANGEL KANCHEV”
AND UNION OF SCIENTISTS – RUSE**

**Ruse, October 2026
Silistra, October 2026
Razgrad, November 2026**

INVITATION

**Ruse, 8 Studentska str.
University of Ruse
Bulgaria**

PROCEEDINGS
Volume 64, Series 10.3.

Chemical Technologies
&
Biotechnologies and Food Technologies

Under the general editing of:
Prof. Tsvetan Dimitrov, PhD

Editor of Volume 64:
Prof. Daniel Bratanov, PhD

Bulgarian Nationality
First Edition

Printing format: A5
Number of copies: on-line

ISSN 1311-3321 (print)
ISSN 2535-1028 (CD-ROM)
ISSN 2603-4123 (on-line)

The issue was included in the international ISSN database, available at <https://portal.issn.org/>.
The online edition is registered in the portal ROAD scientific resources online open access



PUBLISHING HOUSE
University of Ruse "Angel Kanchev"