

GEORGIAN MEDICAL NEWS

ISSN 1512-0112

NO 2 (372) Февраль 2026

ТБИЛИСИ - NEW YORK



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Медицинские новости Грузии
საქართველოს სამედიცინო სიახლენი

GEORGIAN MEDICAL NEWS

Monthly Georgia-US joint scientific journal published both in electronic and paper formats of the Agency of Medical Information of the Georgian Association of Business Press.
Published since 1994. Distributed in NIS, EU and USA.

GMN: Georgian Medical News is peer-reviewed, published monthly journal committed to promoting the science and art of medicine and the betterment of public health, published by the GMN Editorial Board since 1994. GMN carries original scientific articles on medicine, biology and pharmacy, which are of experimental, theoretical and practical character; publishes original research, reviews, commentaries, editorials, essays, medical news, and correspondence in English and Russian.

GMN is indexed in MEDLINE, SCOPUS, PubMed and VINITI Russian Academy of Sciences. The full text content is available through EBSCO databases.

GMN: Медицинские новости Грузии - ежемесячный рецензируемый научный журнал, издаётся Редакционной коллегией с 1994 года на русском и английском языках в целях поддержки медицинской науки и улучшения здравоохранения. В журнале публикуются оригинальные научные статьи в области медицины, биологии и фармации, статьи обзорного характера, научные сообщения, новости медицины и здравоохранения. Журнал индексируется в MEDLINE, отражён в базе данных SCOPUS, PubMed и ВИНТИ РАН. Полнотекстовые статьи журнала доступны через БД EBSCO.

GMN: Georgian Medical News – საქართველოს სამედიცინო სიახლენი – არის ყოველთვიური სამეცნიერო სამედიცინო რეცენზირებადი ჟურნალი, გამოიცემა 1994 წლიდან, წარმოადგენს სარედაქციო კოლეგიისა და აშშ-ის მეცნიერების, განათლების, ინდუსტრიის, ხელოვნებისა და ბუნებისმეტყველების საერთაშორისო აკადემიის ერთობლივ გამოცემას. GMN-ში რუსულ და ინგლისურ ენებზე ქვეყნდება ექსპერიმენტული, თეორიული და პრაქტიკული ხასიათის ორიგინალური სამეცნიერო სტატიები მედიცინის, ბიოლოგიისა და ფარმაციის სფეროში, მიმოხილვითი ხასიათის სტატიები.

ჟურნალი ინდექსირებულია MEDLINE-ის საერთაშორისო სისტემაში, ასახულია SCOPUS-ის, PubMed-ის და ВИНТИ РАН-ის მონაცემთა ბაზებში. სტატიების სრული ტექსტი ხელმისაწვდომია EBSCO-ს მონაცემთა ბაზებიდან.

WEBSITE

www.geomednews.com

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!

При направлении статьи в редакцию необходимо соблюдать следующие правила:

1. Статья должна быть представлена в двух экземплярах, на русском или английском языках, напечатанная через **полтора интервала на одной стороне стандартного листа с шириной левого поля в три сантиметра**. Используемый компьютерный шрифт для текста на русском и английском языках - **Times New Roman (Кириллица)**, для текста на грузинском языке следует использовать **AcadNusx**. Размер шрифта - **12**. К рукописи, напечатанной на компьютере, должен быть приложен CD со статьей.

2. Размер статьи должен быть не менее десяти и не более двадцати страниц машинописи, включая указатель литературы и резюме на английском, русском и грузинском языках.

3. В статье должны быть освещены актуальность данного материала, методы и результаты исследования и их обсуждение.

При представлении в печать научных экспериментальных работ авторы должны указывать вид и количество экспериментальных животных, применявшиеся методы обезболивания и усыпления (в ходе острых опытов).

4. К статье должны быть приложены краткое (на полстраницы) резюме на английском, русском и грузинском языках (включающее следующие разделы: цель исследования, материал и методы, результаты и заключение) и список ключевых слов (key words).

5. Таблицы необходимо представлять в печатной форме. Фотокопии не принимаются. **Все цифровые, итоговые и процентные данные в таблицах должны соответствовать таковым в тексте статьи**. Таблицы и графики должны быть озаглавлены.

6. Фотографии должны быть контрастными, фотокопии с рентгенограмм - в позитивном изображении. Рисунки, чертежи и диаграммы следует озаглавить, пронумеровать и вставить в соответствующее место текста **в tiff формате**.

В подписях к микрофотографиям следует указывать степень увеличения через окуляр или объектив и метод окраски или импрегнации срезов.

7. Фамилии отечественных авторов приводятся в оригинальной транскрипции.

8. При оформлении и направлении статей в журнал МНГ просим авторов соблюдать правила, изложенные в «Единых требованиях к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», принятых Международным комитетом редакторов медицинских журналов - <http://www.spinesurgery.ru/files/publish.pdf> и http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html В конце каждой оригинальной статьи приводится библиографический список. В список литературы включаются все материалы, на которые имеются ссылки в тексте. Список составляется в алфавитном порядке и нумеруется. Литературный источник приводится на языке оригинала. В списке литературы сначала приводятся работы, написанные знаками грузинского алфавита, затем кириллицей и латиницей. Ссылки на цитируемые работы в тексте статьи даются в квадратных скобках в виде номера, соответствующего номеру данной работы в списке литературы. Большинство цитированных источников должны быть за последние 5-7 лет.

9. Для получения права на публикацию статья должна иметь от руководителя работы или учреждения визу и сопроводительное отношение, написанные или напечатанные на бланке и заверенные подписью и печатью.

10. В конце статьи должны быть подписи всех авторов, полностью приведены их фамилии, имена и отчества, указаны служебный и домашний номера телефонов и адреса или иные координаты. Количество авторов (соавторов) не должно превышать пяти человек.

11. Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять статьи. Корректур авторам не высылаются, вся работа и сверка проводится по авторскому оригиналу.

12. Недопустимо направление в редакцию работ, представленных к печати в иных издательствах или опубликованных в других изданиях.

При нарушении указанных правил статьи не рассматриваются.

REQUIREMENTS

Please note, materials submitted to the Editorial Office Staff are supposed to meet the following requirements:

1. Articles must be provided with a double copy, in English or Russian languages and typed or computer-printed on a single side of standard typing paper, with the left margin of 3 centimeters width, and 1.5 spacing between the lines, typeface - **Times New Roman (Cyrillic)**, print size - 12 (referring to Georgian and Russian materials). With computer-printed texts please enclose a CD carrying the same file titled with Latin symbols.

2. Size of the article, including index and resume in English, Russian and Georgian languages must be at least 10 pages and not exceed the limit of 20 pages of typed or computer-printed text.

3. Submitted material must include a coverage of a topical subject, research methods, results, and review.

Authors of the scientific-research works must indicate the number of experimental biological species drawn in, list the employed methods of anesthetization and soporific means used during acute tests.

4. Articles must have a short (half page) abstract in English, Russian and Georgian (including the following sections: aim of study, material and methods, results and conclusions) and a list of key words.

5. Tables must be presented in an original typed or computer-printed form, instead of a photocopied version. **Numbers, totals, percentile data on the tables must coincide with those in the texts of the articles.** Tables and graphs must be headed.

6. Photographs are required to be contrasted and must be submitted with doubles. Please number each photograph with a pencil on its back, indicate author's name, title of the article (short version), and mark out its top and bottom parts. Drawings must be accurate, drafts and diagrams drawn in Indian ink (or black ink). Photocopies of the X-ray photographs must be presented in a positive image in **tiff format**.

Accurately numbered subtitles for each illustration must be listed on a separate sheet of paper. In the subtitles for the microphotographs please indicate the ocular and objective lens magnification power, method of coloring or impregnation of the microscopic sections (preparations).

7. Please indicate last names, first and middle initials of the native authors, present names and initials of the foreign authors in the transcription of the original language, enclose in parenthesis corresponding number under which the author is listed in the reference materials.

8. Please follow guidance offered to authors by The International Committee of Medical Journal Editors guidance in its Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals publication available online at: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html
http://www.icmje.org/urm_full.pdf

In GMN style for each work cited in the text, a bibliographic reference is given, and this is located at the end of the article under the title "References". All references cited in the text must be listed. The list of references should be arranged alphabetically and then numbered. References are numbered in the text [numbers in square brackets] and in the reference list and numbers are repeated throughout the text as needed. The bibliographic description is given in the language of publication (citations in Georgian script are followed by Cyrillic and Latin).

9. To obtain the rights of publication articles must be accompanied by a visa from the project instructor or the establishment, where the work has been performed, and a reference letter, both written or typed on a special signed form, certified by a stamp or a seal.

10. Articles must be signed by all of the authors at the end, and they must be provided with a list of full names, office and home phone numbers and addresses or other non-office locations where the authors could be reached. The number of the authors (co-authors) must not exceed the limit of 5 people.

11. Editorial Staff reserves the rights to cut down in size and correct the articles. Proof-sheets are not sent out to the authors. The entire editorial and collation work is performed according to the author's original text.

12. Sending in the works that have already been assigned to the press by other Editorial Staffs or have been printed by other publishers is not permissible.

**Articles that Fail to Meet the Aforementioned
Requirements are not Assigned to be Reviewed.**

ავტორთა საქურაღებოლ!

რედაქციაში სტატიის წარმოდგენისას საჭიროა დაიცვათ შემდეგი წესები:

1. სტატია უნდა წარმოადგინოთ 2 ცალად, რუსულ ან ინგლისურ ენებზე დაბეჭდილი სტანდარტული ფურცლის 1 გვერდზე, 3 სმ სიგანის მარცხენა ველისა და სტრიქონებს შორის 1,5 ინტერვალის დაცვით. გამოყენებული კომპიუტერული შრიფტი რუსულ და ინგლისურენოვან ტექსტებში - **Times New Roman (Кириллица)**, ხოლო ქართულენოვან ტექსტში საჭიროა გამოვიყენოთ **AcadNusx**. შრიფტის ზომა – 12. სტატიას თან უნდა ახლდეს CD სტატიით.

2. სტატიის მოცულობა არ უნდა შეადგენდეს 10 გვერდზე ნაკლებს და 20 გვერდზე მეტს ლიტერატურის სიის და რეზიუმეების (ინგლისურ, რუსულ და ქართულ ენებზე) ჩათვლით.

3. სტატიაში საჭიროა გაშუქდეს: საკითხის აქტუალობა; კვლევის მიზანი; საკვლევი მასალა და გამოყენებული მეთოდები; მიღებული შედეგები და მათი განსჯა. ექსპერიმენტული ხასიათის სტატიების წარმოდგენისას ავტორებმა უნდა მიუთითონ საექსპერიმენტო ცხოველების სახეობა და რაოდენობა; გაუტკივარებისა და დაძინების მეთოდები (მწვავე ცდების პირობებში).

4. სტატიას თან უნდა ახლდეს რეზიუმე ინგლისურ, რუსულ და ქართულ ენებზე არანაკლებ ნახევარი გვერდის მოცულობისა (სათაურის, ავტორების, დაწესებულების მითითებით და უნდა შეიცავდეს შემდეგ განყოფილებებს: მიზანი, მასალა და მეთოდები, შედეგები და დასკვნები; ტექსტუალური ნაწილი არ უნდა იყოს 15 სტრიქონზე ნაკლები) და საკვანძო სიტყვების ჩამონათვალი (key words).

5. ცხრილები საჭიროა წარმოადგინოთ ნაბეჭდი სახით. ყველა ციფრული, შემაჯამებელი და პროცენტული მონაცემები უნდა შეესაბამებოდეს ტექსტში მოყვანილს.

6. ფოტოსურათები უნდა იყოს კონტრასტული; სურათები, ნახაზები, დიაგრამები - დასათაურებული, დანომრილი და სათანადო ადგილას ჩასმული. რენტგენოგრამების ფოტოასლები წარმოადგინეთ პოზიტიური გამოსახულებით **tiff** ფორმატში. მიკროფოტოსურათების წარწერებში საჭიროა მიუთითოთ ოკულარის ან ობიექტივის საშუალებით გადიდების ხარისხი, ანათალების შედეგების ან იმპრეგნაციის მეთოდი და აღნიშნოთ სურათის ზედა და ქვედა ნაწილები.

7. სამამულო ავტორების გვარები სტატიაში აღინიშნება ინიციალების თანდართვით, უცხოურისა – უცხოური ტრანსკრიპციით.

8. სტატიას თან უნდა ახლდეს ავტორის მიერ გამოყენებული სამამულო და უცხოური შრომების ბიბლიოგრაფიული სია (ბოლო 5-8 წლის სიღრმით). ანბანური წყობით წარმოდგენილ ბიბლიოგრაფიულ სიაში მიუთითეთ ჯერ სამამულო, შემდეგ უცხოელი ავტორები (გვარი, ინიციალები, სტატიის სათაური, ჟურნალის დასახელება, გამოცემის ადგილი, წელი, ჟურნალის №, პირველი და ბოლო გვერდები). მონოგრაფიის შემთხვევაში მიუთითეთ გამოცემის წელი, ადგილი და გვერდების საერთო რაოდენობა. ტექსტში კვადრატულ ფხიხლებში უნდა მიუთითოთ ავტორის შესაბამისი N ლიტერატურის სიის მიხედვით. მიზანშეწონილია, რომ ციტირებული წყაროების უმეტესი ნაწილი იყოს 5-6 წლის სიღრმის.

9. სტატიას თან უნდა ახლდეს: ა) დაწესებულების ან სამეცნიერო ხელმძღვანელის წარდგინება, დამოწმებული ხელმოწერითა და ბეჭდით; ბ) დარგის სპეციალისტის დამოწმებული რეცენზია, რომელშიც მითითებული იქნება საკითხის აქტუალობა, მასალის საკმაობა, მეთოდის სანდოობა, შედეგების სამეცნიერო-პრაქტიკული მნიშვნელობა.

10. სტატიის ბოლოს საჭიროა ყველა ავტორის ხელმოწერა, რომელთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 5-ს.

11. რედაქცია იტოვებს უფლებას შეასწოროს სტატია. ტექსტზე მუშაობა და შეჯერება ხდება საავტორო ორიგინალის მიხედვით.

12. დაუშვებელია რედაქციაში ისეთი სტატიის წარდგენა, რომელიც დასაბეჭდად წარდგენილი იყო სხვა რედაქციაში ან გამოქვეყნებული იყო სხვა გამოცემებში.

აღნიშნული წესების დარღვევის შემთხვევაში სტატიები არ განიხილება.

Hua-ting Bi, Wen-Wen Hao. CORRELATION BETWEEN PREOPERATIVE MACULAR THICKNESS AND POSTOPERATIVE VISUAL PROGNOSIS IN PATIENTS WITH DIABETIC CATARACT.....	6-9
Melik-Andreasyan G.G, Tkhruni F.N, Karapetyan K.J, Atoyan S.A, Aleksanyan N.J, Kotsinyan N. Yu, Israyelyan A.L. COMPARATIVE SUSCEPTIBILITY PROFILES OF CLINICAL AND REFERENCE BACTERIAL STRAINS ACROSS MULTIPLE ANTIBIOTIC CLASSES.....	10-16
Khrantsov D.M, Chernyshov O.V, Stoyanov O.M, Gryb V.A, Vorokhta Y.M. COGNITIVE RESERVE IN PATIENTS AFTER CORONAVIRUS INFECTION.....	17-22
Egzon Daku, Leon B. Hajdari, Bese R. Morina. OPTIMIZING SPINAL ANESTHESIA IN URGENT CESAREAN DELIVERY: THE TAYLOR APPROACH IN A PARTURIENT WITH CORRECTED SEVERE SCOLIOSIS AND PULMONARY COMPLICATIONS: A CASE REPORT.....	23-28
Ana Maisuradze, Ketevan Kiguradze-Gogilashvili, Flavien Fettaq, Ketevan Oghiashvili, Vaja Maisuradze. CORRELATION BETWEEN RADIATION SAFETY TRAINING AND COMPLIANCE WITH RADIATION PROTECTION PRACTICES: A CROSS-SECTIONAL STUDY.....	29-32
Sarmad S. Salih Al Qassar, Omar Hussein Alluazy, Ahmed Khalaf Ali. A NOVEL NON-INVASIVE MODULATION OF ORTHODONTIC RELAPSE: INSIGHTS FROM A RABBIT MODEL.....	33-44
Fitim Alidema, Lirim Mustafa, Egzona Papraniku, Arieta Hasani Alidema, Mirlinda Havolli. BIOCHEMICAL ABNORMALITIES OF HEPATIC AND RENAL FUNCTION IN HOSPITALIZED PATIENTS RECEIVING PHARMACOLOGICAL THERAPY: A THREE-YEAR RETROSPECTIVE ANALYSIS.....	45-49
Sion Jo. DOUBLE LUMEN TECHNIQUE (DLT) - ENDOTRACHEAL TUBE GUIDED LEVIN TUBE INSERTION TECHNIQUE.....	50-53
Ellen Safadi, Aparna Baburaj, Sara Musa Abdalla Elamin, Marwan Ismail. ASSOCIATION OF DEMOGRAPHIC AND SOCIOECONOMIC VARIABLES WITH PATIENTS' COMPREHENSION AND CONTENTMENT REGARDING INFORMED CONSENT IN A UNIVERSITY HOSPITAL SETTING: A CROSS-SECTIONAL STUDY.....	54-59
Ostemirkyzy Darika, Kapsalyamova Elmira, Daryono Hadi Tjahjono, Ustenova Gulbaram, Eva Susanty Simaremare. ISOLATION AND IDENTIFICATION OF β -SITOSTEROL FROM <i>ZYGOPHYLLUM FABAGO</i> L. HERB USING SUBCRITICAL CO ₂ EXTRACTION.....	60-66
Oleg Batiuk, Marharyta Shkabarina, Andrii Manko, Svitlana Cherneta, Iryna Bychuk. THE DYNAMICS OF PERCEPTIONS AND EVALUATION OF THE COMPONENTS OF THE IMAGE OF AN IDEAL TEACHER DURING THE COVID-19 PANDEMIC.....	67-75
Ghaith Wadhah Hamdoon, Aws Hazem Al-Numan, Nawar Yahya Ahmed, Rikan Sulaiman Jumaah, Mazin Mahmoud Fawzi, Banan Burhan Mohammed. UMBILICAL STUMP CARE IN NEWBORNS: IS BREAST MILK AS EFFECTIVE AS CONVENTIONAL METHODS.....	76-80
Sana Khamassi, Emna Bornaz, Nourhène Tayari, Amel Gamoudi, Kamilia Ounaissa, Haifa Abdesselem, Ichraf Ben Ammar, Bahija Riahi, Dorra Bousnina, Henda Jamoussi, Chiraz Amrouche. OVERWEIGHT AMONG TUNISIAN SCHOOL-AGED CHILDREN: PREVALENCE AND ASSOCIATED FACTORS.....	81-86
Tsisana Giorgadze, Tinatin Gognadze, Lasha Dolidze. CERTAIN PROPERTIES OF β -GLUCOSIDASE FROM <i>YUCCA GLORIOSA</i> FLOWERS.....	87-92
Issenova Saule, Rakhimzhanova Adel, Shukirgaliyeva Marzhana. RISK MANAGEMENT AND HEALTH SUPPORT FOR PREGNANT WOMEN USING INOSITOLS.....	93-100
Lirim Isufi, Diellza Kelmendi, Adelina Ahmeti Pronaj. GENDER DIFFERENCES IN EMOTIONAL REGULATION AMONG ADOLESCENTS WITH ELEVATED ADHD SYMPTOMS: A SCHOOL-BASED STUDY.....	101-105
Ketevan Omiadze, Alikya Chipurupalli, Tea Abzhandadze. CHRONIC URTICARIA RELATED TO <i>HELICOBACTER PYLORI</i> INFECTION – A CASE REPORT.....	106-109
Dinara Aliyeva, Ildar Fakhradiyev, Marat Shoranov. IDEOLOGICAL FAULT LINES IN PHARMACEUTICAL POLICY OF KAZAKHSTAN: A Q-METHODOLOGICAL APPROACH.....	110-119
Ahmed Abdalla Jarelnape. ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION AND ITS ASSOCIATION WITH NURSING PRACTICE IN CARDIOLOGY AND INTENSIVE CARE UNITS: A CROSS-SECTIONAL STUDY.....	120-124
Jiaqi Liu, Yan Pan, Zuliang Yan, Hong Jiang, Hanglin Li, Ying Yu. GLOBAL, REGIONAL, AND NATIONAL BURDEN OF CHRONIC KIDNEY DISEASE DUE TO TYPE 2 DIABETES MELLITUS, 1990-2021, WITH FORECASTS TO 2035: A FORECASTING STUDY FOR THE GLOBAL BURDEN OF DISEASE STUDY 202.....	125-135

Ahmed Dallal Bashi, Noor Abdulmonim, Noor Salem, Saleh Nayf, Teba Ammar, Yosif Ismaeel. THE MOST COMMONLY PRESCRIBED MEDICATIONS BY PEDIATRICIANS IN MOSUL CITY	136-142
Lukina Veronika V, Katibgadzhiev Magomed A, Solovyov Andrey A, Kovalenko Polina S, Kuzmich Vitaliy V, Eremeeva Mariia V, Gaevskaya Rinata R, Kuznetsova Anna A, Aleksandrova Iuliia S, Bulia Mariam Z, Sadrutdinov Tatam D, Saitova Atikat S. COMPARATIVE EFFECTIVENESS OF CONSERVATIVE METHODS FOR ACCELERATING EPITHELIALIZATION IN ACUTE ANAL FISSURE.....	143-147
Yerzhan Sharapatov, Maida Tusupbekova, Yermek Turgunov, Yuriy Pak, Yersaiyn Zhiyenbayev, Kuandyk Beisenov. COMPARATIVE EXPERIMENTAL STUDY OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE KIDNEY IN ACUTE OBSTRUCTIVE PYELONEPHRITIS MODEL: INFLUENCE OF INFECTION ROUTE.....	148-155
Aymar Kassa Boukat, Massine El Hamoummi, Yassine Sarboute, Beouiss Mohamed, Andemey Leyoubou Emilie, Edderaï Meryem, El Hassane Kabiri. POST-CT-GUIDED BIOPSY PNEUMOTHORAX, ACCORDING TO THE COAXIAL TECHNIQUE WITH AN 18-GAUGE NEEDLE: EPIDEMIOLOGICAL, DIAGNOSTIC AND THERAPEUTIC ASPECTS.....	156-161
Azamat K. Kairgali, Raisa A. Aringazina, Murat K. Jakanov, Abdolreza Haghpanah, Marat N. Sarkulov. THE EFFECT OF TRIVALENT CHROMIUM ON METABOLIC SYNDROME: A NARRATIVE REVIEW.....	162-169
Mohammed K.M Madi, Hannan Awad, Marwan Ismail, Maxmudjon Butaboyev, Jamoliddin Bobokalonzoda, Gaybiev Akmaljon Axmadjonovich, Elryah I Ali, Husham O. Elzein, Rasha Babiker, Amin SI Banaga, Salah Eldin Omar Hussein, Ayman H. Alfeel, Ahmed L. Osman, Asaad Babker. RETICULOCYTE SUBPOPULATION ANALYSIS AND ITS CORRELATION WITH IRON DEFICIENCY ANEMIA: A RETROSPECTIVE STUDY IN A PREDOMINANTLY FEMALE POPULATION.....	170-176
Zena S. Tawffiq, Inas H. Ahmed, Luma M. Al-Obaidy. PHYTOCHEMICAL SCREENING AND LIPID LOWERING EFFECTS OF <i>TERMINALIA CHEBULA</i> FRUIT EXTRACTS IN ALBINO WISTAR RATS.....	177-181
Azamat Shamsiev, Abdiqodir Shakhriev, Botir Yuldashev, Leyla Khakimova, Fariza Khalimova, Sagirayev Nodir Zhumakulovich. CLINICAL EFFECTIVENESS OF TRADITIONAL TREATMENT METHODS FOR GRADE III CHEMICAL ESOPHAGEAL BURNS IN CHILDREN.....	182-186
Plaurat Krasniqi, Leon B. Hajdari, Fatos Sada, Egzon Daku. POSTOPERATIVE MORPHINE USE IN ABDOMINAL SURGERY: CLINICAL INSIGHTS FROM A ONE-YEAR SINGLE-CENTER RETROSPECTIVESTUDY.....	187-193
Bashayr Z. Alamri, Reem F. Alnemari, Abduljawad S. Alharbi. UNDERSTANDING FACTORS CONTRIBUTING TO PATIENTS' NON-ADHERENCE TO A LIFESTYLE MODIFICATION PLAN: A CROSS-SECTIONAL STUDY AMONG VISITORS OF LIFESTYLE CLINICS IN KING ABDUL-AZIZ MEDICAL CITY, JEDDAH.....	194-201

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF β -SITOSTEROL FROM *ZYGOPHYLLUM FABAGO* L. HERB USING SUBCRITICAL CO₂ EXTRACTION

Ostemirkyzy Darika^{1*}, Kapsalyamova Elmira^{1*}, Daryono Hadi Tjahjono², Ustenova Gulbaram¹, Eva Susanty Simaremare³.

¹School of Pharmacy, Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty 050012, Republic of Kazakhstan.

²Department of Pharmacochemistry, School of Pharmacy, Bandung Institute of Technology, Bandung 40132, Indonesia.

³Department of Pharmacy, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Cenderawasih University, Jl. Kampwolker, Jayapura 99352, Indonesia.

*Corresponding authors: Ostemirkyzy Darika; E-mail: nobleness94@gmail.com; Kapsalyamova Elmira; E-mail: elmira_kaps@mail.ru

Abstract.

The aim of study: β -Sitosterol is a bioactive phytosterol with recognized anti-inflammatory, hypocholesterolemic, and immunomodulatory properties. While *Zygophyllum fabago* L. is known to contain steroidal compounds, systematic studies on the isolation of pure β -sitosterol from this species are limited, particularly regarding the use of green extraction technologies and the achievement of high-purity yields for industrial applications. This study aimed to isolate and identify β -sitosterol from the herb of *Z. fabago* L. utilizing subcritical CO₂ extraction as an environmentally sustainable and selective methodology for nonpolar compounds.

Materials and methods: β -Sitosterol was isolated from the herb of *Zygophyllum fabago* L. using subcritical CO₂ extraction (57–65 atm, 18–27 °C, 6 L/h). The crude extract was purified via vacuum liquid chromatography (VLC) on silica gel 60 and recrystallized from methanol, with purity monitored by TLC (UV 254/366 nm and H₂SO₄ visualization). Identification was performed using ¹H and ¹³C NMR spectroscopy and the structure was confirmed by comparison with literature data.

Results: The subcritical CO₂ extraction yielded 20 g of crude extract (2.3% yield). The purification process resulted in 1.0 g of pure β -sitosterol, representing a 5% yield relative to the crude extract. TLC analysis showed a single characteristic spot, and NMR data definitively confirmed the structure, identifying key signals such as the C-3 hydroxyl group, the Δ^5 double bond, and the characteristic branched aliphatic side chain.

Conclusion: These results demonstrate that *Z. fabago* L. is a high-yielding natural source of β -sitosterol. Furthermore, the study validates subcritical CO₂ extraction as a highly effective and selective approach for the preparative isolation of phytosterols from plant matrices, offering significant advantages in terms of purity and environmental impact.

Key words. β -sitosterol, *Zygophyllum fabago* L., subcritical CO₂ extraction, vacuum liquid chromatography (VLC), NMR spectroscopy.

Introduction.

β -Sitosterol is a plant-derived steroid compound belonging to the phytosterol group and is widely distributed in various plant species. This compound is known to exhibit diverse pharmacological activities, including anti-inflammatory, hypocholesterolemic, and immunomodulatory effects, making it of considerable interest in pharmaceutical and nutraceutical research [1]. The biological activity of β -sitosterol is closely

related to its chemical structure, which resembles that of cholesterol, allowing it to influence lipid metabolism and modulate immune responses in the body [2].

Given the expanding clinical applications of phytosterols, identifying novel botanical sources with high sterol concentrations is of paramount importance for the pharmaceutical and nutraceutical industries. While β -sitosterol is widely distributed in the plant kingdom, the efficiency of its industrial recovery is often hindered by low concentrations in raw materials and the co-extraction of complex impurities. *Zygophyllum fabago* L. represents a promising yet underutilized substrate that may offer a more favorable metabolite profile for large-scale isolation. Developing standardized protocols for the preparative recovery of high-purity β -sitosterol from this species is essential to validate its potential as a cost-effective and sustainable natural source.

Zygophyllum fabago L. is a medicinal plant belonging to the family Zygophyllaceae and is distributed across regions of Asia and Europe. Several studies have reported that this plant contains secondary metabolites such as flavonoids, saponins, and steroids, including β -sitosterol, which contribute to its biological activities (Figure 1) [3].

However, information regarding the isolation methods of β -sitosterol from *Z. fabago* L. remains limited, highlighting the need for further research to obtain this compound in a pure and efficient manner.

Extraction using subcritical CO₂ has emerged as a green and effective method for isolating bioactive compounds from plants. This technique utilizes carbon dioxide under subcritical conditions (pressure and temperature below the critical point) as a solvent, offering advantages such as high selectivity for nonpolar compounds, minimal thermal degradation, and environmental friendliness compared to conventional organic solvents [4]. The application of subcritical CO₂ extraction is expected to enhance the efficiency of β -sitosterol isolation from *Z. fabago* while preserving its biological activity.

Based on this background, the present study aims to isolate and identify β -sitosterol from *Zygophyllum fabago* L. using the subcritical CO₂ extraction method, as well as to evaluate the purity of the isolated compound through chromatographic and spectroscopic techniques. The findings of this study are expected to provide a scientific basis for the development of *Z. fabago* L. as a potential source of β -sitosterol in pharmaceutical and nutraceutical applications.

Experimental.

Materials:

The equipment used in this study included standard laboratory glassware, a supercritical fluid extractor (Thar SFE-500), a UV lamp at wavelengths of 254 and 366 nm, a set of vacuum liquid chromatography apparatus, and a 400 MHz NMR spectrometer (Bruker). The materials used consisted of dried herb of *Zygophyllum fabago* L. as the primary raw material, carbon dioxide (CO₂), methanol p.a. (Merck, Germany), silica gel 60 (Merck), TLC plates GF254 (Merck), and sulfuric acid (H₂SO₄) (Merck).

Extraction:

Extraction was carried out using a subcritical CO₂ extraction system. The extraction vessel was loaded with 900 g of dried *Z. fabago* herb and placed in the designated position within the extractor. The extraction was performed at a pressure of 57–65 atm and a temperature range of 18–27 °C, with a CO₂ flow rate of 6 L/h. Each extraction run was conducted for 8 hours. At the end of the extraction process, the extract from the separator was collected in a container. The extraction procedure was repeated three times.

Isolation of β -Sitosterol:

Separation and purification of the chemical constituents were carried out using Vacuum Liquid Chromatography (VLC) followed by recrystallization. Each stage of separation and purification was monitored by Thin Layer Chromatography (TLC). Silica gel was used as the stationary phase, while a mixture of organic solvents served as the mobile phase. The crude extract was initially fractionated using Vacuum Liquid Chromatography to obtain simpler fractions. Fractions that formed crystals were recrystallized using methanol as the solvent. The purity of the resulting crystals was evaluated by TLC under UV light at wavelengths of 254 and 366 nm, followed by spraying with H₂SO₄ as a visualizing reagent and subsequent heating.

Identification by NMR Spectroscopy:

The isolated compound was identified based on its TLC profile and nuclear magnetic resonance (NMR) spectra, including ¹H-NMR and ¹³C-NMR, using CDCl₃ as the solvent. The sample to be analyzed was prepared in solution form. Approximately ±1 µg of the sample was placed into a microtube and dissolved in CDCl₃. The dissolved sample was then analyzed using an NMR spectrometer. The obtained spectral data were interpreted and compared with those reported in the literature.

Results and Discussion.

Extraction: Extraction using subcritical CO₂ is an efficient method for obtaining bioactive compounds from plants, including steroid compounds such as β -sitosterol [5]. Subcritical CO₂ extraction offers significant advantages over conventional methods, as liquid CO₂ under these conditions exhibits solvent properties similar to nonpolar organic solvents, enabling high selectivity toward lipophilic compounds. Unlike supercritical states, the subcritical liquid phase provides enhanced selectivity by reducing the co-extraction of complex polar impurities. In addition, the use of relatively low operating temperatures

(18–27 °C) minimizes thermal degradation of thermolabile compounds [6], ensuring the structural integrity of the sterol. The extraction process yielded 20 g of crude extract (2.3% yield). Subsequent purification resulted in 1.0 g of pure β -sitosterol, representing 5% of the crude extract weight. These results demonstrate that subcritical CO₂ extraction is a highly effective and selective approach for the preparative isolation of β -sitosterol from *Z. fabago* L. herb.

Isolation of β -Sitosterol:

The separation and purification of β -sitosterol from *Z. fabago* L. herb were carried out using thin layer chromatography (TLC), vacuum liquid chromatography (VLC) and recrystallization. The concentrated CO₂ extract obtained from the extraction process was fractionated using VLC with various ratios of n-hexane and ethyl acetate as the mobile phase. This VLC separation was performed to divide the crude extract into several simpler fractions based on differences in polarity.

The separation of the extract using the vacuum liquid chromatography (VLC) method yielded seven fractions, as shown in Figure 2. TLC monitoring revealed that each fraction exhibited different R_f values, colors, and spot intensities. These differences indicate that the VLC fractionation successfully separated the compounds gradually based on their polarity. Therefore, this method proved to be effective as an initial purification step to simplify the complex mixture and facilitate the isolation of β -sitosterol. Based on the visual appearance of the seven fractions, Fraction 5 appeared as green-colored crystals. This fraction was further purified by recrystallization using methanol as the solvent [7]. The recrystallization process was repeated until white crystals were obtained, showing a single spot during TLC monitoring (Figure 3). Thus, the isolated compound was assumed to be pure β -sitosterol. The purification process yielded 1.0 g of pure β -sitosterol (5% of the crude extract).

Identification of β -Sitosterol:

Needle-shaped crystals obtained from Fraction 5 exhibited no absorption under UV light (254 and 366 nm) but appeared as a single brown spot after derivatization with 15% H₂SO₄ and heating [8]. These chromatographic characteristics suggested the compound belongs to the phytosterol class. Definitive structural identification was performed using ¹H-NMR and ¹³C-NMR spectroscopy. The NMR spectra are presented in Figure 4.

The ¹³C-NMR spectrum revealed 29 carbon signals, confirming the steroidal skeleton. The signal at δ_c 71.9 ppm, correlating with a proton multiplet at δ_H 3.52 ppm, indicated the presence of a β -hydroxyl group at C-3. The presence of an intracyclic double bond at the Δ^5 position was confirmed by signals at δ_c 140.9 (quaternary C-5) and δ_c 121.9 (methine C-6), along with a characteristic vinylic proton signal at δ_H 5.34 ppm (H-6).

The aliphatic region showed two characteristic singlets for the angular methyl groups at δ_H 0.67 (H-18) and 1.00 (H-19). The side chain structure was confirmed by specific splitting patterns of the methyl protons, which resonated in the upfield region. The methyl group at C-21 appeared as a doublet at δ_H 0.92 (J=6.5 Hz). The terminal isopropyl moiety displayed two doublets at δ_H 0.81 (H-26) and 0.83 (H-27) (J≈6.8 Hz), while



Figure 1. Zygophyllum fabago L.

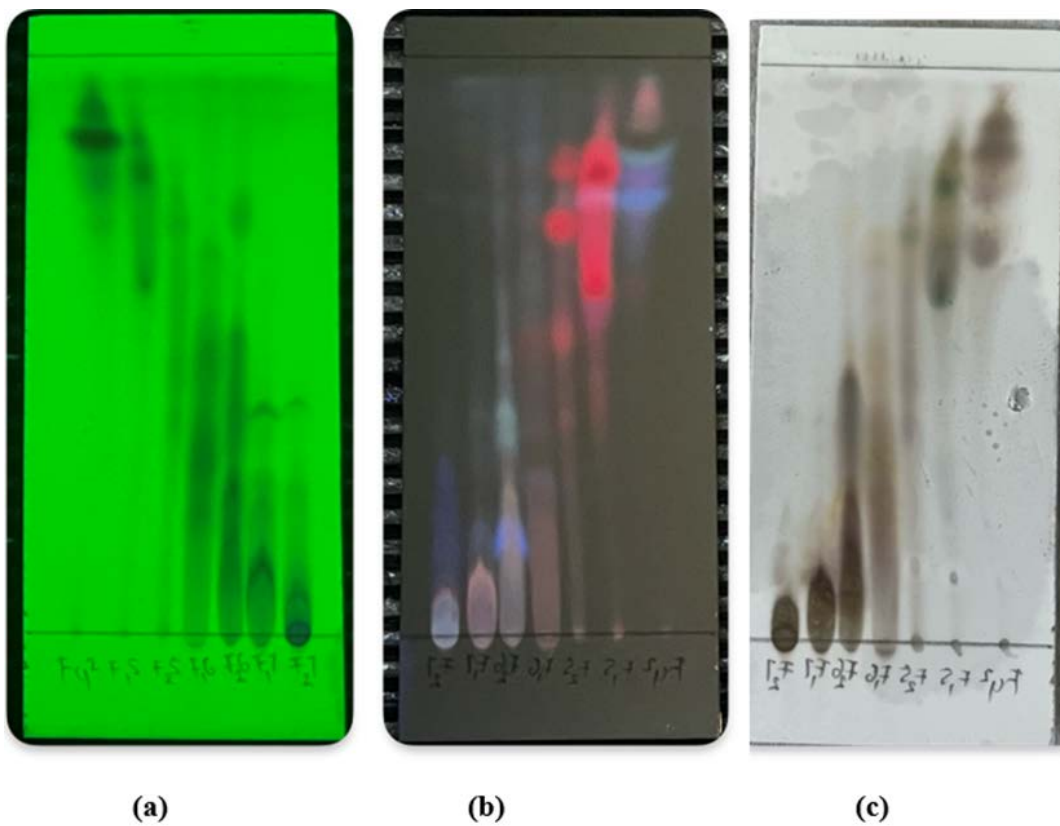


Figure 2. Chromatogram of fractions obtained from VLC; (a) under UV 254 nm; (b) under UV 366 nm; (c) visualized with 15% H₂SO₄ reagent.

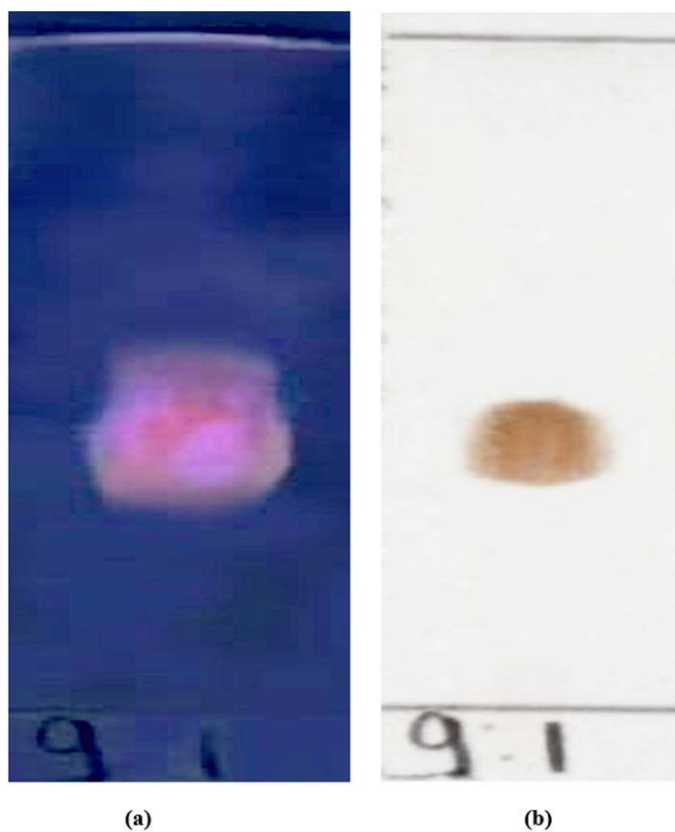


Figure 3. TLC chromatogram of Fraction 5 after recrystallization: (a) observed under UV 366 nm after spraying with 15% H₂SO₄; (b) visualized with 15% H₂SO₄ reagent.

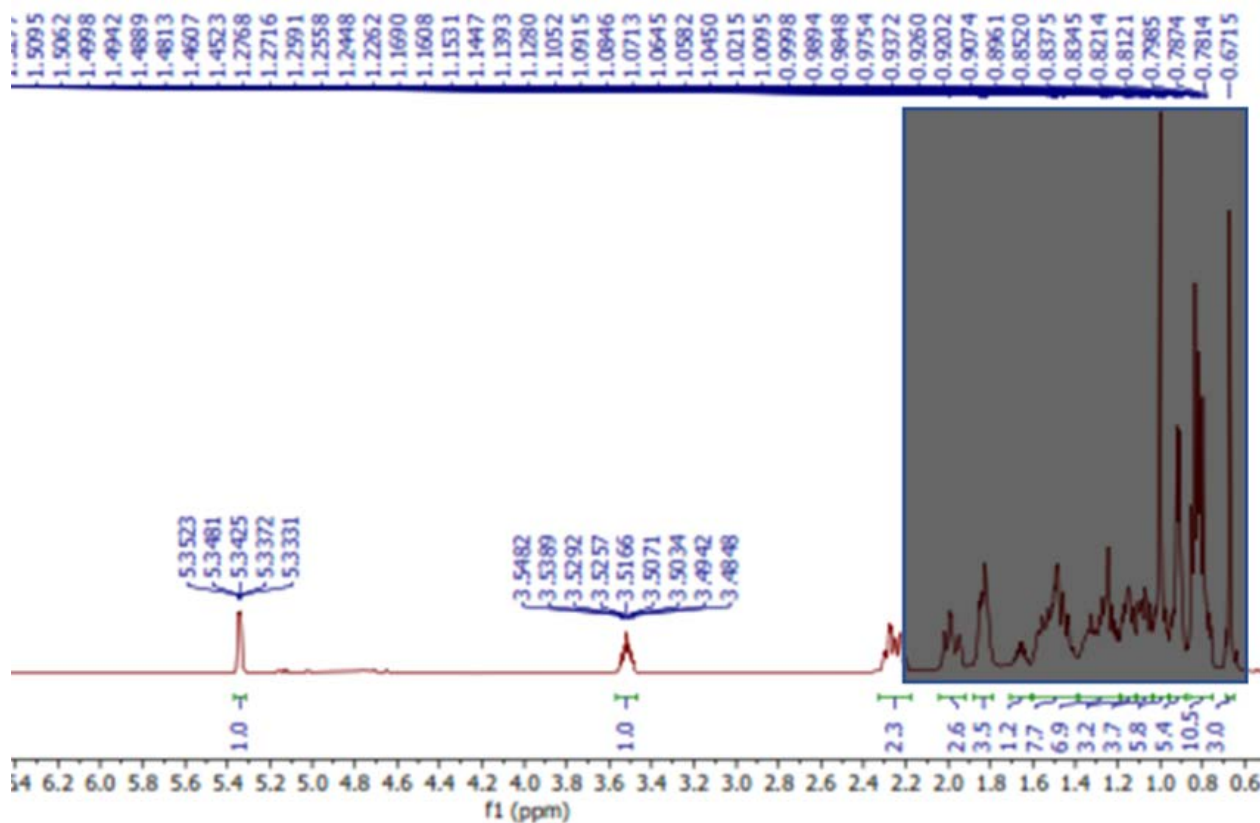


Figure 4. Typical Characteristics of the NMR Spectrum of Steroid Group Compounds.

Table 1. ^{13}C NMR & ^1H NMR data of isolated β -sitosterol compared with literature data [9] (in CDCl_3).

Atom Number	^{13}C NMR Exp. (δ_{C})	^{13}C NMR Ref. [9] (δ_{C})	^1H NMR Exp. δ_{H} (ΣH , m, J in Hz)	^1H NMR Ref. [9] δ_{H} (ΣH , m, J in Hz)
1	37.4	37.3	1.84 (1H, m); 1.08 (1H, m)	1.84 (1H, m); 1.08 (1H, m)
2	31.7	31.7	1.84 (1H, m); 1.52 (1H, m)	1.84 (1H, m); 1.51 (1H, m)
3	71.9	71.8	3.52 (1H, m)	3.52 (1H, m)
4	42.4	42.3	2.26 (2H, m)	2.25 (2H, m)
5	140.9	140.8	—	—
6	121.9	121.7	5.34 (1H, m)	5.35 (1H, m)
9	50.2	50.2	0.92 (1H, m)	0.93 (1H, m)
17	56.2	56.1	1.15 (1H, m)	1.12 (1H, m)
18	12.0	11.9	0.67 (3H, s)	0.68 (3H, s)
19	19.5	19.4	1.00 (3H, s)	1.01 (3H, s)
20	36.3	36.2	1.35 (1H, m)	1.36 (1H, m)
21	18.9	18.8	0.92 (3H, d, J=6.5)	0.92 (3H, d, J=6.5)
24	45.9	45.9	0.92 (1H, m)	0.93 (1H, m)
25	23.2	23.1	1.66 (1H, m)	1.67 (1H, m)
26	12.1	12.0	0.81 (3H, d, J=6.8)	0.83 (3H, d, J=7.0)
27	29.2	29.2	0.83 (3H, d, J=6.8)	0.84 (3H, d, J=7.0)
29	18.9	18.8	0.85 (3H, t, J=7.2)	0.85 (3H, t, J=7.4)

the terminal methyl group at C-29 appeared as a triplet at δ_{H} 0.85 (J=7.2 Hz). The remaining methylene and methine protons of the steroid nucleus resonated between δ_{H} 1.00 and 2.30 ppm, forming a complex overlapping pattern typical of the saturated steroid backbone. These spectral data are in full agreement with reported literature values for β -sitosterol [9] (Table 1).

The NMR spectral data obtained in this study demonstrate a high degree of correlation with the reference values for β -sitosterol reported in the literature [9]. β -Sitosterol ($\text{C}_{29}\text{H}_{50}\text{O}$) is characterized by a tetracyclic cyclopentanoperhydrophenanthrene nucleus with a long aliphatic side chain at the C-17 position. The consistent chemical shifts observed in both ^{13}C -NMR and ^1H -NMR spectra definitively confirm the presence of this steroidal framework and its associated functional groups.

The efficiency of the isolation process in this study is noteworthy, as it yielded 1.0 g of pure β -sitosterol, representing 5% of the total crude subcritical CO_2 extract. This concentration significantly exceeds the levels typically reported for many conventional plant sources, where β -sitosterol often constitutes less than 1–2% of the primary extract. Furthermore, the use of subcritical (liquid) CO_2 at low temperatures provided a distinct advantage in terms of selectivity. Unlike traditional solvent extraction or supercritical fluid extraction, which frequently result in the heavy co-extraction of chlorophylls and complex waxes, our method facilitated the recovery of a 'cleaner' primary fraction. This high initial purity substantially simplified the subsequent vacuum liquid chromatography (VLC) and recrystallization steps, reducing solvent consumption and processing time. Thus, *Z. fabago* L., combined with subcritical CO_2 technology, demonstrates superior potential for the preparative-scale production of high-purity phytosterols compared to other botanical substrates.

Conclusion.

In this study, β -sitosterol was successfully isolated and identified from the herb of *Zygophyllum fabago* L. utilizing a subcritical CO_2 extraction process. The optimized extraction

conditions (57–65 atm, 18–27°C) coupled with vacuum liquid chromatography and methanol recrystallization proved highly effective, yielding 1.0 g of high-purity β -sitosterol (5% relative to the crude extract). The chemical structure was definitively confirmed by ^1H -NMR and ^{13}C -NMR spectroscopy, demonstrating high correlation with literature data. These findings highlight the efficiency and selectivity of the environmentally sustainable subcritical CO_2 method for the preparative isolation of phytosterols. Furthermore, the significant yield obtained suggests that *Z. fabago* L. is a promising industrial source of β -sitosterol for potential applications in clinical research and pharmacology.

Acknowledgements.

This work was supported by an Intramural Grant from the Asfendiyarov Kazakh National Medical University (Project No. 0124PKI0460, "Pharmaceutical development and experimental justification of the use of an antifungal agent for the treatment of organ of vision pathology").

Supporting information.

Not applicable.

Conflict of interest.

The authors declare no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Li X, Xin Y, Mo Y, et al. The bioavailability and biological activities of phytosterols as modulators of cholesterol metabolism. *Molecules*. 2022;27:523.
2. Kasirzadeh S, Ghahremani MH, Setayesh N, et al. β -Sitosterol alters the inflammatory response in CLP rat model of sepsis by modulation of NF- κ B signaling. *BioMed Res Int*. 2021;2021:5535562.
3. Mamurova A, Kairanova G, Beyatli A, et al. Phytochemical analysis and antioxidant, antimicrobial, cytotoxic activities of different solvent extracts of *Zygophyllum fabago* L. *Braz J Biol*.

2025;85:e293666.

4. Yildirim M, Erşatır M, Poyraz S, et al. Green extraction of plant materials using supercritical CO₂: insights into methods, analysis, and bioactivity. *Plants*. 2024;13:2295.
5. Herzyk F, Piłakowska-Pietras D, Korzeniowska M. Supercritical extraction techniques for obtaining biologically active substances from a variety of plant byproducts. *Foods*. 2024;13:1713.
6. Martínez-Ávila M, Rodríguez-Rodríguez J, Gutiérrez-Urbe JA, et al. Selective supercritical fluid extraction of non-polar phytochemicals from black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by-products. *J Supercrit Fluids*. 2022;189:105730.
7. Abdullah FF, Taufiq VA, Alawiyah AL, et al. Isolasi Senyawa Steroid dari Fraksi N-Heksan Pohon Tin (*Ficus Carica* L.) dan Toksisitasnya terhadap Larva *Artemia Salina*. *Chemica Isola*. 2021;5:30-33.
8. Anggreini P, Kuncoro H, Sumiwi SA, et al. Molecular docking study of phytosterols in *Lygodium microphyllum* towards SIRT1 and AMPK, the in vitro brine shrimp toxicity test, and the phenols and sterols levels in the extract. *J Exp Pharmacol*. 2023;15:513-527.
9. Mekarunothai A, Bacher M, Buathong R, et al. β -sitosterol isolated from the leaves of *Trema orientalis* (Cannabaceae) promotes viability and proliferation of BF-2 cells. *PeerJ*. 2024;12:e16774.

Аннотация.

Цель исследования: β -Ситостерол представляет собой биоактивный фитостерол, обладающий признанными противовоспалительными, гипохолестеринемическими и иммуномодулирующими свойствами. Несмотря на то, что *Zygodium fabago* L. известен содержанием стероидных соединений, систематические исследования по выделению чистого β -ситостерола из данного вида ограничены, особенно в аспекте применения экологически чистых («зеленых») технологий экстракции и достижения высокой чистоты продукта для промышленного использования. Данное исследование направлено на выделение и идентификацию β -ситостерола из травы *Zygodium fabago* L. с использованием субкритической экстракции CO₂ как экологически устойчивого и селективного метода извлечения неполярных соединений.

Материалы и методы: β -Ситостерол был выделен из травы *Zygodium fabago* L. с использованием субкритической экстракции CO₂ (57–65 атм, 18–27 °C, 6 л/ч). Сырой экстракт очищали методом вакуумной жидкостной хроматографии (VLC) на силикагеле 60 и перекристаллизовывали из метанола; чистоту контролировали с помощью ТСХ (УФ 254/366 нм и визуализация H₂SO₄). Идентификация проводилась с помощью ¹H и ¹³C ЯМР-спектроскопии, а структура была подтверждена путем сравнения с литературными данными.

Результаты: В результате субкритической экстракции CO₂ было получено 20 г сырого экстракта (выход 2,3%). В процессе очистки было выделено 1,0 г чистого β -ситостерола, что составляет 5% от веса сырого экстракта. Анализ ТСХ показал наличие одного характерного

пятна, а данные ЯМР окончательно подтвердили структуру, идентифицировав ключевые сигналы, такие как гидроксильная группа при C-3, двойная связь Δ^5 и характерная разветвленная алифатическая боковая цепь.

Заключение: Данные результаты подтверждают, что *Z. fabago* L. является богатым природным источником β -ситостерола с высоким выходом продукта. Кроме того, исследование доказывает, что субкритическая экстракция CO₂ является высокоэффективным и селективным подходом для препаративного выделения фитостеролов из растительных матриц, обеспечивая значительные преимущества с точки зрения чистоты продукта и экологической безопасности.

Ключевые слова: β -ситостерол, *Zygodium fabago* L., субкритическая CO₂-экстракция, вакуумная жидкостная хроматография, ЯМР-спектроскопия.

აბსტრაქტი.

კვლევის მიზანი: β -სიტოსტეროლი წარმოადგენს ბიოაქტიურ ფიტოსტეროლს, რომელიც ცნობილია თავისი ანთების საწინააღმდეგო, ჰიპოქოლესტერინემიული და იმუნომოდულაციური თვისებებით. მიუხედავად იმისა, რომ ცნობილია *Zygodium fabago* L.-ის შემადგენლობაში სტეროიდული ნაერთების არსებობა, ამ სახეობიდან სუფთა β -სიტოსტეროლის გამოყოფის სისტემატური კვლევები შეზღუდულია, განსაკუთრებით „მწვანე“ ექსტრაქციის ტექნოლოგიების გამოყენებისა და სამრეწველო მიზნებისთვის მაღალი სისუფთავის პროდუქტის მიღების თვალსაზრისით. მოცემული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა *Z. fabago* L.-ის ბალახიდან β -სიტოსტეროლის გამოყოფა და იდენტიფიკაცია სუბკრიტიკული CO₂ ექსტრაქციის გამოყენებით, რომელიც წარმოადგენს გარემოსთვის უსაფრთხო და სელექციურ მეთოდს არაპოლარული ნაერთების მისაღებად. მასალები და მეთოდები: β -სიტოსტეროლი გამოყოფილ იქნა *Zygodium fabago* L.-ის ბალახიდან სუბკრიტიკული CO₂ ექსტრაქციის გამოყენებით (57–65 ატმ, 18–27 °C, 6 ლ/სთ). ნედლი ექსტრაქტი გაიწმინდა ვაკუუმური სითხური ქრომატოგრაფიის (VLC) მეთოდით სილიკაგელზე (silica gel 60) და გადაკრისტალდა მეთანოლიდან; სისუფთავის კონტროლი ხორციელდებოდა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიით (ულტრაიისფერი გამოსხივება 254/366 ნმ და UV4 ვიზუალიზაცია). იდენტიფიკაცია ჩატარდა ¹H და ¹³C ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსული (NMR) სპექტროსკოპიის გამოყენებით, ხოლო სტრუქტურა დადასტურდა ლიტერატურულ მონაცემებთან შედარების გზით.

შედეგები: სუბკრიტიკული CO₂ ექსტრაქციის შედეგად მიღებულ იქნა 20 გ ნედლი ექსტრაქტი (გამოსავლიანობა 2,3%). გაწმენდის პროცესის შედეგად გამოიყო 1,0 გ სუფთა β -სიტოსტეროლი, რაც ნედლი ექსტრაქტის წონის 5%-ს შეადგენს. თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის (TLC) ანალიზმა აჩვენა ერთი დამახასიათებელი ლაქა, ხოლო ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის (NMR) მონაცემებმა საბოლოოდ დაადასტურა სტრუქტურა ისეთი საკვანძო სიგნალების იდენტიფიცირებით,

როგორცაა C-3 ჰიდროქსილის ჯგუფი, Δ^5 ორმაგი ბმა და დამახასიათებელი დატოტვილი ალიფატური გვერდითი ჯაჭვის.

დასკვნა: მოცემული შედეგები ადასტურებს, რომ *Z. fabago* L. წარმოადგენს β -სიტოსტეროლის მაღალგამოსავლიან ბუნებრივ წყაროს. გარდა ამისა, კვლევა ადასტურებს, რომ სუბკრიტიკული CO_2 ექსტრაქცია არის მაღალეფექტური და

სელექციური მიდგომა მცენარეული მატრიცებიდან ფიტოსტეროლების პრეპარატული გამოყოფისთვის, რაც მნიშვნელოვან უპირატესობებს იძლევა პროდუქტის სისუფთავისა და გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: β -სიტოსტეროლი, *Zygophyllum fabago* L., სუბკრიტიკული CO_2 ექსტრაქცია, ვაკუუმური სითხური ქრომატოგრაფია, ბმრ სპექტროსკოპია.