

ВАРДАНЯН АННА

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0009-0004-3297-7550>e-mail: [annushkavar@gmail.com](mailto:annushkavar@gmail.com)

РЕДЬКО ЯНА

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0001-7284-6898>e-mail: [82yanet@gmail.com](mailto:82yanet@gmail.com)

## АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ АГЕНТИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ – СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

Наведено існуючі та потенційні сфери для застосування триклозану в якості антибактеріального агенту широкого спектру дії. Проведено бібліометричний аналіз публікацій триклозановмісних комерційних продуктів, а саме: "Irgaguard®", "Irgasan®", "Tinosan®" та "Microban®", які використані в якості ключових слів для пошукових запитів в системі Google Scholar. Отримано статистичні дані щодо зацікавленості промисловими назвами антибактеріальних засобів серед користувачів пошукової системи Google за допомогою системи Google Trends. Проаналізовано причини збільшення та зменшення зацікавленості антибактеріальними агентами протягом останніх п'яти років серед потенційних споживачів та наукової спільноти відповідно до кількості статей та пошукових запитів.

Ключові слова: триклозан, бібліометричний аналіз, аналіз зацікавленості, антибактеріальний агент, текстильні матеріали.

VARDANIAN ANNA, REDKO YANA

Kyiv National University of Technologies and Design

## ANTIBACTERIAL AGENTS FOR THE CREATION OF TEXTILE MATERIALS – CURRENT STATE AND TRENDS DEVELOPMENT

Antibacterial textiles refer to a range of special-purpose textile materials that provide products with such an important functional characteristic as protection against pathogenic microorganisms by inhibiting their growth or completely neutralizing their impact on humans. Such materials are used in a variety of areas, ranging from household to commercial, including air filters, food packaging, healthcare, hygiene, medicine, sportswear, storage systems, ventilation and purification systems. This paper investigates the relevance of the chosen direction by determining the interest in antibacterial agents for the antibacterial treatment of textile materials, as well as identifying their current functional perspective and future opportunities. The areas of application of triclosan as a broad-spectrum antibacterial agent are presented. The bibliometric analysis of publications of triclosan-containing commercial products, namely: "Irgaguard®", "Irgasan®", "Tinosan®" and "Microban®", which were used as keywords for search queries in Google Scholar. Among the four industrial names of triclosan, "Irgasan®" was the most mentioned among the global scientific community in terms of scientific publications. Statistical data on the interest in the industrial names of antibacterial agents among users of the Google search engine we obtained using the Google Trends system. The reasons for the increase and decrease in interest in antibacterial agents over the past five years among potential consumers and the scientific community are analyzed in accordance with the number of articles and search queries. This study focuses on the increase in demand in the scientific field since the beginning of 2020. The greatest interest among consumers in antibacterial agents is identified directly during the outbreaks of the COVID-19 coronavirus disease. It is noted that such triclosan-containing industrial products as Irgaguard®, Irgasan®, Tinosan® had a consistently high interest among consumers compared to the industrial product Microban®. The relevance of this topic is substantiated and the emphasis is placed on the need for development in the direction of approbation and cooperation between industry and scientists to create high-quality textile products with antibacterial properties.

Key words: triclosan, bibliometric analysis, interest analysis, antibacterial agent, textile materials.

### Постановка проблеми

Попит на одяг з антибактеріальними властивостями стрімко зростає, оскільки споживачі більш обізнані про своє важливість збереження свого здоров'я та підтримки гігієни шляхом захисту від шкідливого впливу мікроорганізмів на здоров'я людини. Антибактеріальний текстиль відіграє важливу роль у зниженні психологічного дискомфорту, пов'язаного з неприємним запахом, що з'являється через ріст та розвиток шкідливих мікроорганізмів та прояву шкірних інфекцій, що спричинені грибками в процесі експлуатації текстильних матеріалів. Перевагою є і те, що такі матеріали створюють надійний бар'єр проти розповсюдження стійких до антибіотиків бактерій. Очікувано, що попит на антимікробні текстильні вироби зростатиме протягом найближчих років, оскільки це збільшує довговічність виробу та забезпечує комфорт при експлуатації. Антимікробний текстиль повинен демонструвати високу ефективність щодо нейтралізації запахів спричинених виділенням поту і проблем зі шкірою через сприятливі умови для росту патогенної мікрофлори під час тривалого носіння одягу або підвищенням фізичної активності. Бактерії та грибки можуть спричинити псування текстильних матеріалів, що призводить до втрати функціональності, старіння, появи плям, неприємних запахів та потенційних шкірних інфекцій. Антибактеріальна обробка текстильних матеріалів при опорядженні останнім часом привертає увагу дослідників у зв'язку з розширенням вимог споживачів до функціональності речей. Як результат, протягом багатьох років світовою науковою спільнотою було розроблено асортимент синтетичних та природних антибактеріальних агентів для виготовлення текстильних матеріалів з антибактеріальними властивостями [1, 2].

Триклозан, або 5-хлор-2-(2,4-дихлорфенокси)фенол (рис. 1), є синтетичним антибактеріальним препаратом широкого спектру дії, розробленим у 1960-х роках німецькою компанією Ciba (сучасна назва BASF). Як поліхлороване бісфенольне з'єднання, триклозан має слабку розчинність у воді. Він добре розчиняється в органічних розчинниках, включаючи етанол, диметилсульфоксид і метанол. Тип розчинника впливає на активність триклозану.

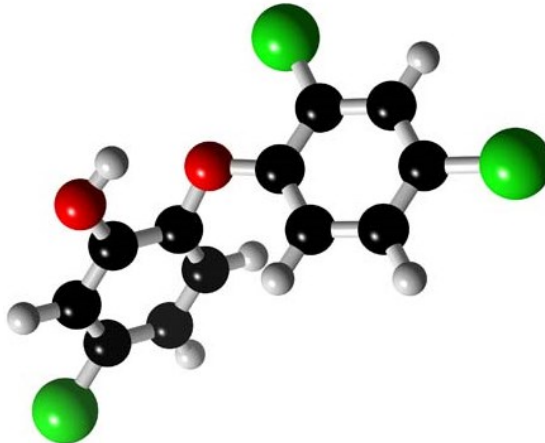


Рис. 1. 3D модель хімічної структури триклозану

Триклозан набув популярності завдяки своїм антибактеріальним, противірусним та фунгіцидним властивостям. У клінічній практиці триклозан використовується як дезінфікуючий та антисептичний засіб для обробки хірургічних швів, засобів особистої гігієни, імплантатів та медичних виробів [3].

#### Аналіз останніх досліджень

У зв'язку з стрімким зростанням кількості та різноманітності інфекцій, збудниками яких є патогенні мікроорганізми та їх розповсюдження в усьому світі, починаючи від локальних і закінчуючи глобальними, а також від агресивних до жорстоких і невіддатливих до реагування епідемій/пандемій (чума, ГРВІ, Західний Ніл, SARS-CoV-2, COVID-19, холера, віспа, скарлатина, ВІЛ-СНІД, Марбург, лихоманка Ебола, іспанський грип, MERS) існує необхідність у проведенні заходів щодо управління ризиками для здоров'я протягом останніх десятиліть практично у всіх сферах повсякденного життя. Таким чином, попит та використання текстильних матеріалів з антибактеріальними властивостями у світі збільшився стрімкоподібно. У 2021 році цей ринок оцінювався в 10,7 мільярдів доларів США і, за прогнозами, досягне 50% зростання до 2026 року при середньорічному темпі зростання 6,5% протягом такого ж проміжку часу. В науковій літературі було зафіксовано збільшення кількості англомовних статей, присвячених антибактеріальному текстилю та способам обробки [4].

Відомо, що інфекції операційного поля є поширеним ускладненням усіх хірургічних процедур. За допомогою статистичного аналізу літературних джерел було виявлено, що на 30 день після операції хірургічні шви, які були попередньо покриті триклозаном в якості антибактеріального засобу, досить ефективно знижують ризик виникнення інфекцій хірургічного поля та пригнічення бактеріальної колонізації шовного матеріалу порівняно з необробленими матеріалами [5]. Дослідження показали, що триклозан у складі зубної пасти Colgate Total ефективно запобігає прояву гінгівіту. Пізніше, триклозан почали включати також до складу ополіскувачів для ротової порожнини, кускового та рідкого мила, гелів для душу, засобів для очищення обличчя, шампунів для волосся, дезодорантів, засобів для гоління та препаратів проти висипань [6].

#### Формулювання цілей статті

Для оцінки рівня зацікавленості антибактеріальними агентами, що можуть бути використані в якості антибактеріальної складової під час процесів фарбування текстильних матеріалів зі спеціальними антибактеріальними властивостями, було необхідно опрацювати та визначити як кількість наукових публікацій за останні 5 років, так і популярність комерційних продуктів на основі триклозану серед користувачів Google. Проведення бібліометричного аналізу та систематизація отриманих даних з подальшим викладом у графічному вигляді за обраною тематикою дозволить підтвердити чи спростувати актуальність даних щодо досліджуваних продуктів серед науковців міжнародного рівня, оцінити активність споживачів та сформулювати можливий вектор розвитку для подальших наукових досліджень із залученням та безпосередньою можливістю впровадження співпраці науки та промисловості задля подальшої підтримки та розширення, виведенню на ринок якісного продукту у вигляді антибактеріальних текстильних матеріалів.

**Метою роботи** є дослідження за допомогою бібліометричного аналізу публікацій, доступних в системі Google Scholar та систематичного аналізу даних отриманих за допомогою Google Trends щодо зацікавленості користувачів пошукової системи Google за ключовими словами: “Триклозан”, “Irgaguard®”, “Irgasan®”, “Tinosan®” та “Microban®”.

#### Виклад основного матеріалу

Оскільки триклозан є малорозчинною у воді речовиною, його можна наносити на значну кількість виробів із пластмас промислового та комерційного призначення. До них належать конвеєрні стрічки, шланги для води, теплообмінники систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, елементи холодильного

обладнання, клеї, тканини, вініл та інші пластмаси та вироби легкої промисловості, пористі полімерні фільтри, віск для підлоги, одяг, кухонне приладдя, меблі, іграшки, мастики та герметики, а також деякі латексні фарби для запобігання розмноженню мікроорганізмів і як засіб, що контролює прояв неприємного запаху під час носіння одягу [6]. На рис. 2 графічно зображено практичне застосування антибактеріальних агентів у вигляді продукції з вмістом триклозану в якості антибактеріального засобу, а також важливі потенційні сфери для розвитку та подальших досліджень.

Як видно на рисунку 2, даний антибактеріальний агент використовується під час виготовлення засобів індивідуального захисту, антибактеріального мила, зубних пастах, текстильних матеріалів та засобах особистої гігієни, таких як шампуні та дезодоранти, що представляють сектор особистої гігієни. Варто зазначити, що він також відповідає вимогам ЄС та США щодо токсичності, тому може бути використаний для виготовлення текстильних матеріалів з антибактеріальними властивостями [7, 8].

Ракові клітини часто демонструють високий рівень ліпідного обміну через потребу в ліпідах для синтезу мембран, накопиченні енергії, модифікації білків та передачі онкогенних сигналів. Основною ціллю триклозану є дія на синтез жирних кислот. Дослідження підтверджують, що триклозан може бути використаний для впливу на синтез жирних кислот та індукції загибелі ракових клітин [9]. Подібно до впливу триклозану на широкий спектр бактерій, було виявлено помітне пригнічення росту і виживання апікомплексних паразитів *P. falciparum* і *Toxoplasma gondii* за низьких концентрацій речовин. Отримані дані, щодо характеристики триклозану як провідної сполуки, дають змогу раціонально розробляти нові інгібіторні сполуки для подальшого застосування, в тому числі в якості терапевтичних засобів проти малярії [10, 11].

Серед сучасних виробників антибактеріальних текстильних матеріалів, що містять триклозан в своєму складі, можна виокремити такі комерційні продукти як: Amicor/Amicor Plus компанії Acordis Ltd. (Нідерланди), BiofresH™ компанії Sterling Fibers, Inc. (США) які є виробниками акрилових волокон, що містять у складі триклозан; Rhovyl'As® компанії Rhovyl SAS (Франція), продуктом якої є полівінілхлоридні волокна із введенням триклозану у розплав під час виробництва [12].

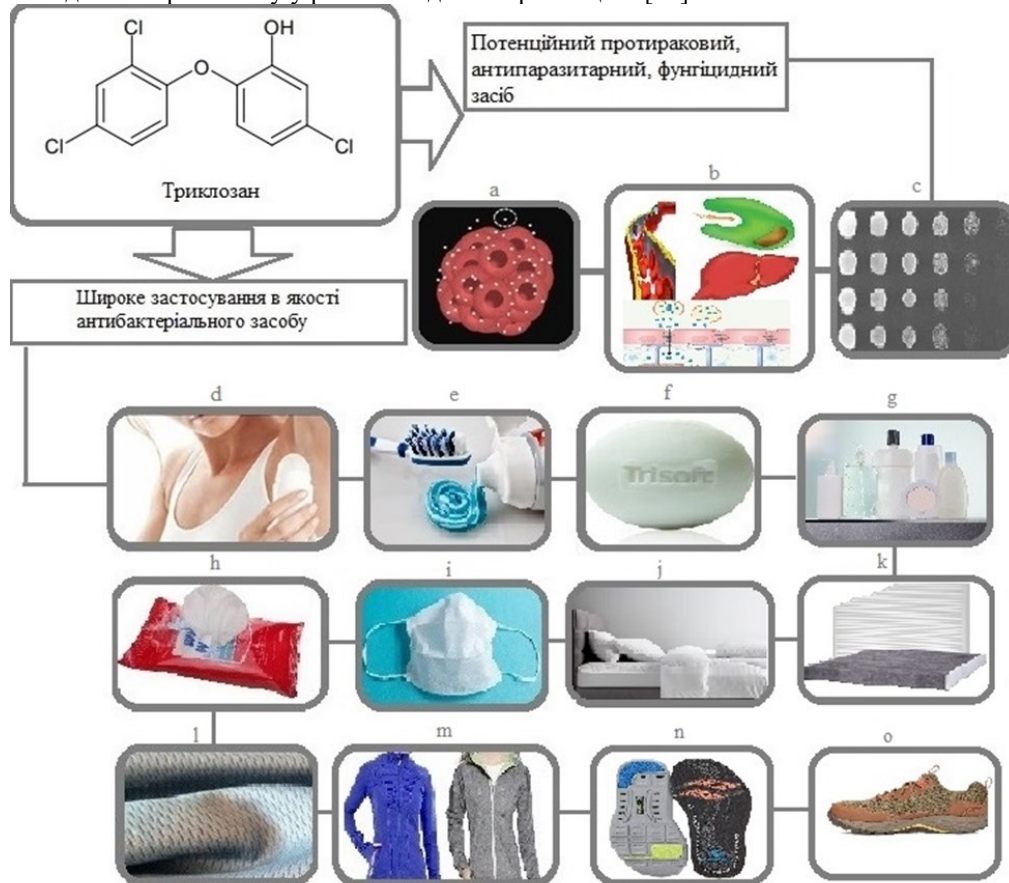


Рис. 2. Приклади потенційних напрямків розвитку використання триклозану: а) дія на ракові клітини; б) анти паразитарний засіб; в) фунгіцидний засіб; д) дезодоранти; е) гігієнічні засоби для слизистих оболонок; ф) антибактеріальне мило; г) доглядова косметика проти висипань; h) антибактеріальні серветки; і) медичні маски; j) домашній текстиль; к) повітряні фільтри; l) тканини з антибактеріальними властивостями; m) спортивний одяг; n) устілки для взуття; о) взуття.

Одним із відомих опоряджувальних засобів на основі триклозану є комерційний продукт Irgaguard® 1000 компанії BASF (Ciba), (Німеччина). Irgaguard® 1000 діє шляхом міграції в клітинну мембрану бактерій, де він уповільнює (інгібує) транспортування поживних речовин, в результаті чого організм позбавлений живлення і не може розмножуватися. Irgaguard® В 1000 діє бактериостатично, а не бактерицидно [13]. Спосіб дії продукту зображено на рис. 3.

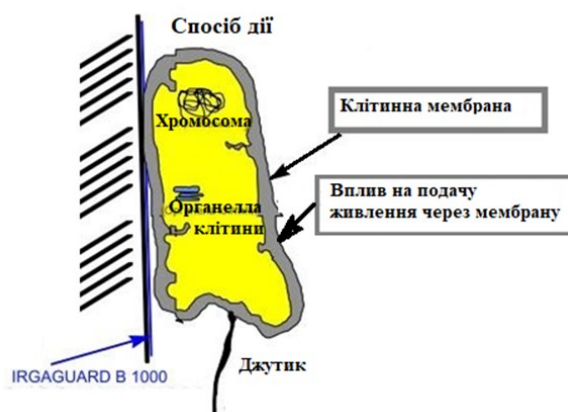


Рис. 3. Спосіб дії Irgaguard® 1000 на клітинну мембрану патогенної мікрофлори

Слід зазначити, що еквівалентно до промислового продукту Irgaguard® в науковій літературі триклозан можна зустріти в якості таких комерційних продуктів, як: Tinosan® HP 100 компанії BASF (Ciba, Німеччина); Irgasan® компанії Sigma Aldrich (США); Microban® компанії Microban international (США) та продукт Sanigard-CHF компанії L.N. Chemical Industries (Індія). Наведені продукти можуть бути застосовані під час опорядження в якості антибактеріальних агентів або безпосередньо входити до складу синтетичних волокон [14]. Триклозан в якості промислового продукту відомий як: THDP, TCCP, DP300, DP 300, NM 100, ch3565, SterZac, Oletron, Irgasan, CH 3635, CH 3565, TROX-100, Sapoderm, Yujiexin, Aquasept, Microban, Triclosan, ZilesanUW, TRICLOSAN, Cansan TCH, Cloxifenol, Microban B, Zilesan UW, Irgacare MP, Irgacare-MP, irgasandp300, Irgasan PG 60, Sanitized XTX, Irgasan PE 30, Irgacide LP 10, Irgasan DP 400, Tinosan AM 100, Tinosan AM 110, Irgasan DP 3000, Irgasan CH 3565, Bacti-Stat soap, Vinyzene DP 7000, Irgaguard B 1325, Irgaguard B 1000, Ultra-Fresh NM-V 2, Ultra-Fresh NM 100, Dp300 (Triclosan), Microban Additive B, trichloro-2'-hydroxydiphenylether, 5-Chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy) phen, 3-Chloro-6-(2,4-dichlorophenoxy)phenol, 5-chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy)-pheno, 2'-hydroxy-2,4,4'-trichloro-phenylethe, 2'-hydroxy-2,4,4'-trichloro-phenylethe, 5-Chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy)phenol, 2,4,4-Trichloro-2-hydroxydiphenyl ether, 2,4,4-TRICHLORO-2-HYDROXYDIPHENYL ETHER, Phenol,5-chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy)-, 2',4',4'-Trichloro-2-hydroxydiphenylether, 2',4,4'-Trichloro-2-hydroxydiphenyl ether, 2'-Hydroxy-2,4,4'-trichlorodiphenyl ether, 2,4,4'-Trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether, 2,4,4'-TRICHLORO-2'-HYDROXYDIPHENYL ETHER, ether,2'-hydroxy-2,4,4'-trichlorodiphenyl, 2-Hydroxy-2',4,4'-trichlorodiphenyl ether, 2,4,4'-Trichloro-2'-hydroxydiphenyl ether, 2,4,4'-Trichlorine-2'-Hydroxyl Diphenyl Ethyl, 2,4,4'-Trichlorine-2'-Hydroxyl Diphenyl Ether, 2,2'-Oxybis(1',5'-dichlorophenyl-5-chlorophenol), 4-Chloro-2-hydroxyphenyl2,4-dichlorophenyl ether, 2,4,4-trichloro-2-hydroxydiphenylether(irgasandp-300), 5-chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy)-pheno2,4,4-trichloro-2-hydroxydiphenylether(irgasandp-300) [15].

Для аналізу зацікавленості міжнародної наукової спільноти в рамках тематики в системі Google Scholar в якості ключових слів було обрано 4 промислові назви триклозану, а саме: "Irgaguard®", "Irgasan®", "Tinosan®" та "Microban®". На рис. 4 наведено статистичні дані щодо згадувань в системі Google Scholar промислових назв триклозану.

### Статистичні дані щодо згадувань в системі Google Scholar

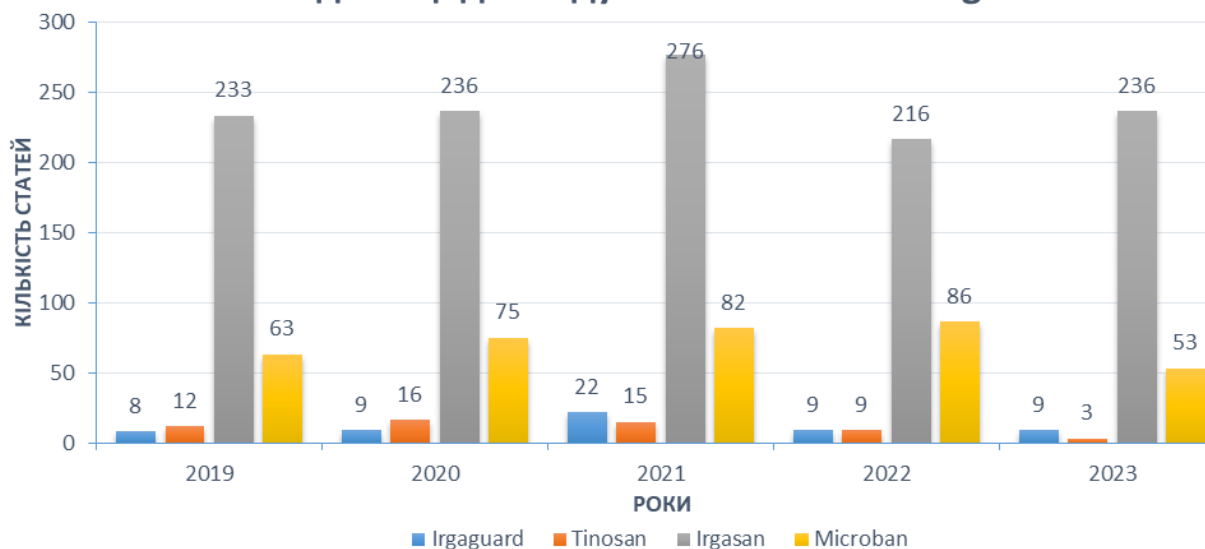


Рис. 4. Статистичні дані щодо згадувань в системі Google Scholar промислових назв триклозану

Бібліометричний аналіз показав, що серед проаналізованих промислових назв триклозану протягом 5 років найбільшу кількість згадувань у наукових публікаціях мав такий промисловий продукт, як Irgasan®, який складає – 276 публікацій під час 2021 року та найменшим значення – 216 статей протягом 2022 року. В свою чергу, найменшу кількість публікацій було присвячено продукту Tinosan® з максимальним значенням - 16 статей у 2020 році та мінімальним значенням - 3 статті у 2023 році. Також було виявлено значну публікаційну активність щодо продукту Microban®: 86 статей протягом 2022 року та 53 статті протягом 2023 року. Серед наведених продуктів Irgaguard® мав невелику кількість згадувань з максимальною кількістю - 22 статті протягом 2022 року та мінімальною кількістю – 8 статей протягом 2019 року.

Для комплексного освітлення питання зацікавленості суспільства триклозаном та його промисловими назвами, які попередньо були опрацьовані через систему Google Scholar було проведено додаткове дослідження та систематизовано дані серед пошукових запитів у Google через систему Google Trends (рис. 5).

### Статистичні дані щодо зацікавленості користувачів в системі Google Trends

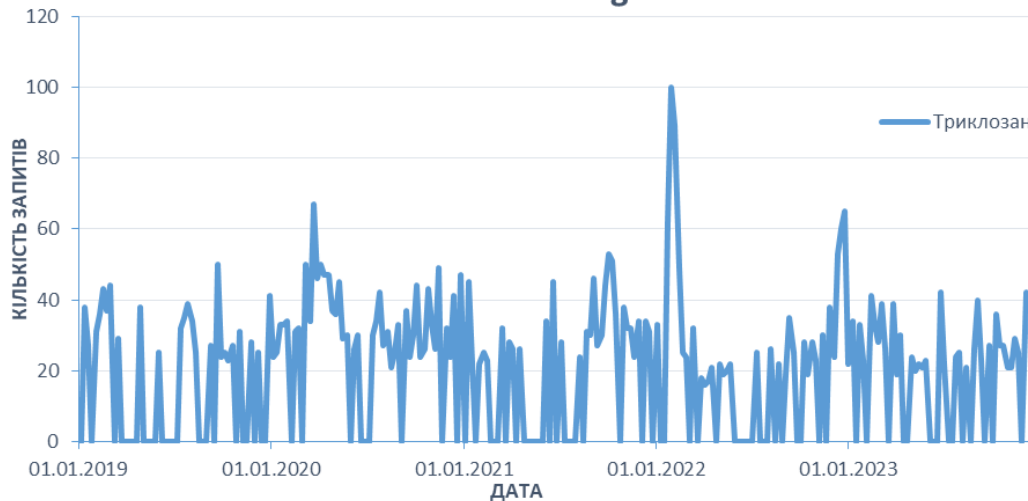


Рис. 5. Зацікавленість суспільства триклозаном та його промисловими назвами за 2019-2023 рр.

Найбільшу кількість пошукових запитів з ключовим словом «Триклозан» користувачами пошукової системи Google за досліджуваний період було зроблено в середині березня 2020 року, на початку січня та в кінці грудня 2022 року. Цілком ймовірно, що така зацікавленість триклозаном серед україномовної спільноти зумовлена початком світової пандемії через коронавірусну хворобу COVID-19 та пошук ефективних засобів особистого захисту задля профілактики від даного захворювання. Максимальні піки зацікавленості також характеризуються ввезенням та введенням в продаж в Україні продукції, що містить в складі Триклозан. Варто зауважити, що на протязі останніх двох років прослідковується певна стабільність та значне зниження зацікавленості користувачами, в порівнянні з першими трьома роками аналізу. Дані результати можуть спонукати науковців до інтенсифікації проведення досліджень з даною тематикою та висвітлення їх за допомогою наукових статей у фахових виданнях, створення нових патентів, а промисловість до активізації впровадження наукових результатів досліджень у виробництво у вигляді створення нових видів продукції, що була б корисна сучасному споживачеві в даний час.

Досліджуючи зацікавленість світової аудиторії серед користувачів Google промисловим продуктом Irgaguard® за в період з 2019 р. по 2023 р. включно за допомогою системи Google Trends можна простежити максимальну кількість запитів саме у квітні 2019 року, травні 2020 року та листопаді 2022 року (рис. 6). Активність користувачів може бути пов'язана із збільшенням захворюваності на коронавірусну хворобу COVID-19, пошук ефективних засобів особистого захисту на світовому споживчому ринку в тому числі з вмістом даного промислового продукту в складі. Незважаючи на невелику кількість публікацій стосовно даного продукту саме в досліджуваний період, одержані результати зацікавленості споживачів підкреслюють наявність даного продукту на споживчому ринку та наголошують про необхідність приділення більшої уваги саме науковій спільноті до даного продукту для актуалізації даних.

Серед чотирьох промислових назв Триклозану, саме Irgasan®, як було згадано раніше, в розрізі наукових публікацій виявився найбільш згадуваним серед всесвітньої наукової спільноти (рис. 7). Результати статистичних даних серед запитів користувачів Google лише підтвердили очікування з постійною зацікавленістю протягом всього досліджуваного періоду. Максимальна кількість запитів була зафіксована у квітні 2019 року, з березня по травень 2020 року та у травні 2022 року. Отримані дані можуть свідчити про більшу розповсюдженість даного промислового продукту на світовому ринку та ширшу ознайомленість споживачів.

Аналізуючи наукову активність щодо промислового продукту Tinosan® в системі Google Scholar у порівнянні з зацікавленістю користувачів Google було виявлено помітно низьку кількість публікацій та стабільно високу пошукову активність (рис. 8). За весь досліджений період найбільшу кількість пошукових

запитів було виявлено у жовтні 2019 року, у лютому та листопаді 2020 року, з квітня по липень 2021 року, у травні 2022 року та з квітня по липень 2023 року.

### Статистичні дані щодо зацікавленості користувачів в системі Google Trends

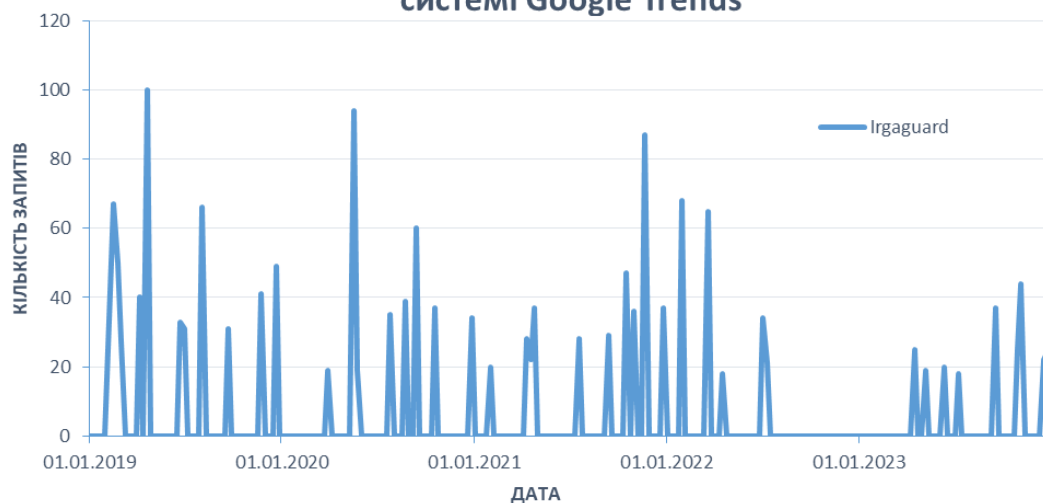


Рис. 6. Зацікавленість суспільства Irgaguard® за 2019-2023 рр.

### Статистичні дані щодо зацікавленості користувачів в системі Google Trends

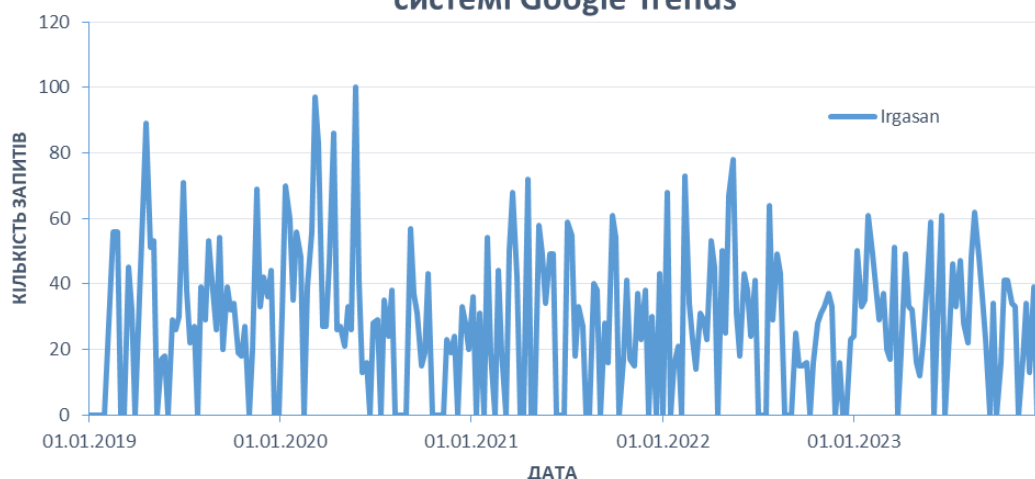


Рис. 7. Зацікавленість суспільства Irgasan за 2019-2023 рр.

Тотожно до попередньо згаданих промислових продуктів, пошукова активність користувачів Google може бути пов'язана як із появою продукції з вмістом Tinosan® у складі та з появою нових штамів коронавірусної хвороби COVID-19. Одержані результати сигналізують про широке розповсюдження даного промислового продукту на споживчому ринку та водночас відкривають для науковців нову область для вивчення, що створює цілком ствердне підґрунтя до проведення додаткових наукоміських досліджень.

### Статистичні дані щодо зацікавленості користувачів в системі Google Trends

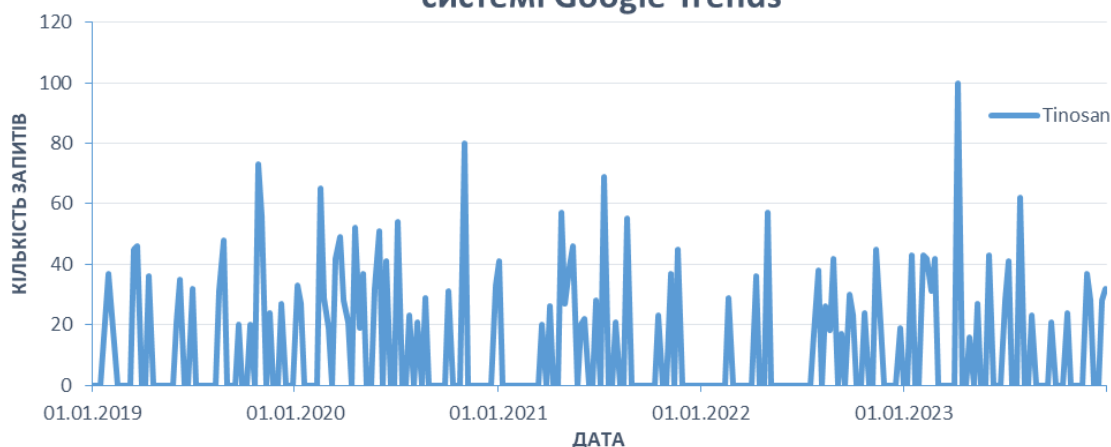


Рис. 8. Зацікавленість суспільства Tinosan за 2019-2023 рр.

Порівняно з попередньо згаданим промисловим продуктом Tinosan® виявлені статистичні дані щодо публікаційної активності в системі Google Scholar та зацікавленості користувачами Google за ключовим словом продуктом Microban® показали абсолютно протилежні результати (рис. 9). Протягом досліджуваного періоду було зафіксовано значну публікаційну активність та достатньо невисоку зацікавленість користувачів Google. Найбільша зацікавленість даним промисловим продуктом була зафіксована з березня по липень 2020 року, в інших частинах звітного періоду зацікавленість залишалася стабільно невисокою.

### Статистичні дані щодо зацікавленості користувачів в системі Google Trends



Рис. 9. Зацікавленість суспільства Microban за 2019–2023 рр.

Протягом останніх кількох років спостерігається підвищення обізнаності громадськості щодо антибактеріальних текстильних виробів та помітне зростання комерційних можливостей. Для сучасного одягу важливі не тільки антибактеріальні властивості, але й його довговічність, а також колір, тому багато комерційних брендів зараз зосереджуються на таких матеріалах [16]. Отримані результати можуть спонукати промисловість до активнішого долучення до співпраці із науковою спільнотою задля синхронізації процесів дослідження-виробництва, що потенційно може збільшити вихід достатньої кількості якісної та конкурентоспроможної продукції на світовий та ринок України.

#### Висновки

Антибактеріальний текстиль відноситься до асортименту текстильних матеріалів спеціального призначення, що забезпечують вироби такою важливою функціональною характеристикою, як захист від патогенних мікроорганізмів пригнічуючи ріст або повністю знешкоджуючи їх вплив на людину. Такі матеріали використовуються в різноманітних сферах, починаючи від домашнього господарства та закінчуючи комерційними, включаючи повітряні фільтри, упаковку харчових продуктів, засоби охорони здоров'я, гігієни, медицини, спортивного одягу, системи зберігання, вентиляційних та очисних системах. В роботі було досліджено актуальність обраного напрямку шляхом визначення зацікавленості щодо антибактеріальних агентів для антибактеріальної обробки текстильних матеріалів, а також визначено їх поточну функціональну перспективу та майбутні можливості. Наведено сфери застосування триклозану в якості антибактеріального агента широкого спектру дії. Проведено бібліометричний аналіз публікацій триклозановмісних комерційних продуктів, а саме: "Irgaguard®", "Irgasan®", "Tinosan®" та "Microban®", що були використані в якості ключових слів для пошукових запитів в системі Google Scholar. Отримано статистичні дані щодо зацікавленості промисловими назвами антибактеріальних засобів серед користувачів пошукової системи Google за допомогою системи Google Trends. Проаналізовано причини збільшення та зменшення зацікавленості антибактеріальними агентами протягом останніх п'яти років серед потенційних споживачів та наукової спільноти відповідно до кількості статей та пошукових запитів. Обґрунтовано актуальність даної тематики, зроблено акцент щодо необхідності розвитку в напрямку розробки та співпраці між промисловістю та науковцями задля створення якісної текстильної продукції з антибактеріальними властивостями.

#### Література

1. Chowdhury P., Samanta K. K., Basak S. Recent Development in Textile for Sportswear Application. International Journal of Engineering Research & Technology. 2014. Vol. 3, no. 5. P. 1905–1910. <https://doi.org/10.17577/IJERTV3IS051844>.
2. Benjamin Tawiah Advances in the Development of Antimicrobial Agents for Textiles: The Quest for Natural Products. Review. Fibres and Textiles in Eastern Europe. 2016. Vol. 24, no. 3(117). P. 136–149. <https://doi.org/10.5604/12303666.1196624>

3. Alfhili M. A., Myon-Hee Lee Triclosan: An Update on Biochemical and Molecular Mechanisms. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2019. Vol. 2019. P. 1–28. <https://doi.org/10.1155/2019/1607304>
4. Highly Specialized Textiles with Antimicrobial Functionality—Advances and Challenges. Fulga Tanasa. *Textiles*. 2023. Vol. 3, no. 2. P. 219–245. <https://doi.org/10.3390/textiles3020015>
5. Imran Ahmed The use of triclosan-coated sutures to prevent surgical site infections: a systematic review and meta-analysis of the literature. *BMJ Open*. 2019. Vol. 9, no. 9. P. e029727. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029727>
6. Prabin Shrestha Triclosan: antimicrobial mechanisms, antibiotics interactions, clinical applications, and human health. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. 2020. Vol. 38, no. 3. P. 245–268. <https://doi.org/10.1080/26896583.2020.1809286>
7. European Commission, Directorate-General for Health and Consumers, Opinion on triclosan antimicrobial resistance. European Commission. 2010. P. 56. <https://doi.org/10.2772/11162>
8. United States. Environmental Protection Agency. Office of Prevention, Pesticides And Toxic Substances. Reregistration eligibility decision: Triclosan, list B, case 2340 – Washington, D. C: Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, 2008. P. 98.
9. Long J. Lipid metabolism and carcinogenesis, cancer development. *American Journal of Cancer Research*. 2018. Vol. 8, no. 5. P. 778–791.
10. Rima McLeod Triclosan inhibits the growth of Plasmodium falciparum and Toxoplasma gondii by inhibition of Apicomplexan Fab I. *International Journal for Parasitology*. 2001. Vol. 31, no. 2. P. 109–113. [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(01\)00111-4](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(01)00111-4)
11. Joel S. Freundlich X-ray Structural Analysis of Plasmodium falciparum Enoyl Acyl Carrier Protein Reductase as a Pathway toward the Optimization of Triclosan Antimalarial Efficacy. *Journal of Biological Chemistry*. 2007. Vol. 282, no. 35. P. 25436–25444. <https://doi.org/10.1074/jbc.m701813200>
12. Morais D., Rui Guedes, Maria Lopes Antimicrobial Approaches for Textiles: From Research to Market. *Materials*. – 2016. Vol. 9, no. 6. P. 498. <https://doi.org/10.3390/ma9060498>
13. Herbst H., Ergenc E. Improved Hygiene for PP Applications. Zurich: Polypropylene, 2000. P. 1-6.
14. Simoncic B., Brigita Tomsic Structures of Novel Antimicrobial Agents for Textiles - A Review. *Textile Research Journal*. 2010. Vol. 80, no. 16. P. 1721–1737. <https://doi.org/10.1177/0040517510363193>
15. Triclosan. Chemical Database Online. <https://www.chembk.com/en/chem/Triclosan>
16. Gulati R., Saurav Sharma, Rakesh Kumar Sharma Antimicrobial textile: recent developments and functional perspective. *Polymer Bulletin*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00289-021-03826-3>