

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПЕРЕНЕСЕННЯ МАЛЯРІЇ
ECOLOGICAL ASPECTS OF MALARIA TRANSMISSION

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1012

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми

«Екологія та охорона навколишнього середовища» _____ Кулік А. В.

Керівник _____ доцент, доцент, к.б.н. Воронова Н. В.

Рецензент _____ професор, професор, д.ю.н. Чумаченко І.М.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

«31» січня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ Куліку Андрію Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Екологічні аспекти перенесення малярії.
Керівник роботи Воронова Наталія Валентинівна, к.б.н. доцент
затверджена наказом ЗНУ від «01» травня 2023 р. № 644-с
2. Строк подання студентом роботи «30» листопада 2023 року
3. Вихідні дані до роботи аналіз фауни малярійних комарів та захворюваності на малярію в Україні.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити:
 - визначити видовий склад малярійних комарів України;
 - з'ясувати особливості перебігу малярії;
 - дослідити екологічні чинники, які сприяють поширенню малярії в районі дослідження.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 7 таблиць, 15 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., к.с-г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 31 січня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	травень - червень	виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	червень - серпень	виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	серпень - вересень	виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	жовтень	виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	листопад	виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	грудень	виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	грудень	Виконано

Студент

А. В. Кулік

Керівник роботи

Н.В. Воронова

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

Н. М. Притула

РЕФЕРАТ

В роботі 58 сторінок, 7 таблиць, 15 рисунків, було використано 71 літературних джерел, переважна більшість іноземних авторів.

Об'єктом дослідження є малярійні комарі (*Culicidae*) України — переносники збудників малярії.

Предмет дослідження: екологічні умови перенесення збудників малярії в Україні.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в осанні десятиліття відбуваються кліматичні зміни та збільшується вплив антропогенних факторів через військові дії. У 2023 році було зруйновано греблю Каховського водосховища, що обумовило зміни умов існування малярійних комарів, в тому числі тих, що здатні переносити збудників малярії.

Практичне значення роботи в тому, що отримані дані допоможуть визначити екологічні чинники пов'язані з поширенням збудників малярії малярійними комарами, що дозволить розробити заходи з обмеження їх чисельності та попередити спалахи захворюваності серед населення України.

Методи досліджень складаються з загальноприйнятих ентомологічних методів відбору кровосисних комарів у фазі личинки та імаго та розрахунків основних показників малярійного сезону. Метою кваліфікаційної роботи було дослідити екологічні аспекти малярії в Україні. Розрахунковими методами показані основні дати малярійного сезону району дослідження пов'язані з підвищенням середньорічних значень температури повітря та антропогенними чинниками.

МАЛЯРІЙНІ КОМАРІ, ЕКОЛОГІЯ, МАЛЯРІЯ, ЕКОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ, УКРАЇНА

ABSTRACT

The work has 58 pages, 7 tables, 15 figures, 71 literary sources were used, the vast majority of foreign authors.

The object of the research is malaria mosquitoes (*Culicidae*) of Ukraine.

Subject of research: ecological conditions of transmission of malaria pathogens in Ukraine.

The scientific novelty of the work lies in the fact that in the last decade climatic changes are taking place and the influence of anthropogenic factors is increasing due to military actions. In 2023, the dam of the Kakhovskiy Reservoir was destroyed, which led to changes in the conditions of existence of malaria mosquitoes, including those capable of carrying malaria pathogens.

The practical significance of the work is that the obtained data will help determine the environmental factors associated with the spread of malaria pathogens by malaria mosquitoes, which will allow to develop measures to limit their number and prevent disease outbreaks among the population of Ukraine.

Research methods consist of generally accepted entomological methods of selection of blood-sucking mosquitoes in the larval and imago phases and calculations of the main indicators of the malaria season. The purpose of the qualification work was to investigate the ecological aspects of malaria in Ukraine. Calculation methods show the main dates of the malaria season in the study area, which are associated with an increase in the average annual air temperature and anthropogenic factors.

MALARIA MOSQUITOES, ECOLOGY, MALARIA, ENVIRONMENTAL FACTORS, UKRAINE

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1 Вплив зміни клімату на поширення кровосисними комарами трансмисивних хвороб.....	10
1.2 Екологічна характеристика малярійних комарів України.....	15
1.3. Сучасні методи боротьби з малярією.....	18
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	27
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	44
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	49
РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	56
ДОДАТКИ.....	57

ВСТУП

Багато століть людство веде боротьбу з малярією, але все одно вона щорічно забирає життя майже у 0,5 мільйонів населення планети. Експерти ВООЗ вважають, що не існує ні біологічних, ні екологічних перешкод для її ліквідації і тому для зниження світового тягара хвороби консультативна група MalERA Refresh представила оновлену програму багатогранних інтегрованих досліджень, які мають об'єднати наукові зусилля в галузі імунології людини, паразитології та ентомології [1].

У багатьох країнах і в районах, які вважаються вільними від цієї хвороби, зростає кількість повідомлень про малярію. Люди переїжджають через низку причин, включаючи погіршення навколишнього середовища, економічну необхідність, конфлікти та стихійні лиха. Ці фактори, швидше за все, впливають на бідних верств населення, багато з яких живуть у районах, де є малярія, або поблизу них. Виявлення та розуміння впливу цих переміщень населення може покращити заходи профілактики та програми боротьби з малярією [2]. Чинні нормативно-правові акти України з питань профілактики малярії забезпечується національною законодавчою базою, а саме:

- Закону України «Про захист населення від інфекційних хвороб» №1645-III -2000 [3];

- Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» 4004-XII -94 [4];

- «Правила з санітарної охорони території», затверджені Постановою Кабінету Міністрів України №893 від 22.08.2011 р. [5];

- Наказ МОЗ №113 від 12.03.2007р. «Про затвердження Методичних вказівок планування заходів щодо попередження занесення і поширення в Україні небезпечних інфекційних хвороб» [6];

- Постанова Головного Державного санітарного лікаря України No 19 від 07.11.2011. «Про заходи щодо профілактики малярії в Україні» [7].

Пріоритети охорони здоров'я відрізняються між країнами, а також значно змінюються з часом. Одним із факторів, яким уряди стурбовані підготовкою до десятирічних часових масштабів, є потенційний вплив зміни навколишнього середовища та клімату на здоров'я та добробут [8, 9]. Ці наслідки є складними та багатогранними та включають потенціал зміни клімату, що може змінити як у часі, так і в просторі тягар трансмісивних хвороб, включаючи малярію.

Останніми роками в Україні спостерігається тенденція до збільшення кількості хворих на малярію, щороку реєструється близько 50 випадків захворювання. Актуальність малярії для жителів України зумовлена висхідною кількістю людей, які відвідують ендемічні регіони самостійно (туризм, культура), відсутністю профілактичних заходів до від'їзду та на час перебування в ендемічній зоні, відсутністю зареєстрованих в країні сучасних протималярійних препаратів, настороженості у лікарів, пізньою діагностикою та іншими причинами [10].

До теперішнього часу малярія залишається однією з найбільш поширених хвороб на земній кулі. В Україні ця інфекція була ліквідована ще в 1956 році, і з цього часу в країні вона реєструється в окремих випадках, як завізна хвороба. Крім цього існує і своя, місцева малярія. Проблеми, які виникають у зв'язку з малярією, по-перше, стосуються питань діагностики, особливо ранньої, а потім її лікування [11].

Малярійні комарі завжди були проблемою для території України, вони заважають відпочинку на природі в теплі пори року, бентежать худобу та загалом приносять дискомфорт людині. Поряд з цим, в останні десятиліття спостерігаються стрімкі зміни клімату. Загальне підвищення температури та зміни у розподілі вологи, а також створення людиною штучних тимчасових, і постійних водойм (наприклад, іригаційних систем та водосховищ), призвели до того, що умови для деяких видів комарів стають дуже сприятливими [9].

Мета роботи: дослідити екологічні аспекти малярії в Україні.

Для реалізації мети були поставлені наступні завдання:

- визначити видовий склад малярійних комарів України;
- з'ясувати види збудників малярії Запорізького регіону;
- розрахувати основні дати малярійного сезону району

дослідження.

Об'єктом дослідження є малярійні комарі (*Culicidae*) України — переносники збудників малярії.

Предмет дослідження: екологічні умови перенесення збудників малярії в Україні.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в осанні десятиліття відбуваються кліматичні зміни та збільшується вплив антропогенних факторів через військові дії. У 2023 році було зруйновано греблю Каховського водосховища, що обумовило зміни умов існування малярійних комарів, в тому числі тих, що здатні переносити збудників малярії.

Практичне значення роботи в тому, що отримані дані допоможуть визначити екологічні чинники в пов'язаності з поширенням збудників малярії кровосисними комарами, що дозволить розробити заходи з обмеження їх чисельності та запобігти поширенню збудників малярії серед населення України.

Матеріали дослідження доповідалися на міжнародній конференції:

1. Voronova N. V., Tiutiunyk M. O., Kulik A. V. The role of blood-sucking mosquitoes in the transmission of pathogens of various etiologies. The 8th International scientific and practical conference “Scientific research in the modern world” Canada: Perfect Publishing, 2023. С. 27-30. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/06/SCIENTIFIC-RESEARCH-IN-THE-MODERN-WORLD-1-3.06.23.pdf>.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Вплив зміни клімату на поширення кровосисними комарами трансмісивних хвороб

Всесвітня організація охорони здоров'я вважає зміну клімату однією з найбільших загроз для здоров'я людини. Швидкість глобального потепління, яка відбулася протягом останніх десятиліть, була безпрецедентною за останнє тисячоліття [12, 13], і в науковій спільноті існує консенсус, що причиною є збільшення антропогенних викидів парникових газів [14].

Зміна клімату безпосередньо впливає на здоров'я людини через довгострокові зміни кількості опадів і температури, кліматичні екстремальні явища (хвилі спеки, урагани та раптові повені), якість повітря, підвищення рівня моря в низинних прибережних регіонах і багатогранний вплив на системи виробництва їжі та водні ресурси. З 2016 року відстежує прогрес у питаннях охорони здоров'я та зміни клімату, пов'язаних із виконанням Паризької кліматичної угоди [15 - 17], надаючи широкий огляд впливу зміни клімату на здоров'я. Ми розглянемо вплив зміни клімату на захворювання, які передаються через укуси комарів, оскільки нещодавній систематичний огляд європейських патогенів людей і домашніх тварин показав, що майже дві третини з них були чутливі до клімату, багато з яких залежали від більш ніж одного кліматичного чинника [2, 18] (рис 1.1–1.2).

Малярія людини викликається п'ятьма видами паразитів плазмодія і передається самицями кровосисних комарів роду *Anopheles*. Тропічна форма, *Plasmodium falciparum*, викликає найважчу клінічну форму малярії та широко поширена в тропіках та Африці на південь від Сахари, викликаючи близько 90% випадків малярії у всьому світі. Більш помірною формою, *Plasmodium vivax*, раніше була поширена в Європі, але заходи боротьби, такі як осушення боліт і розпилення дихлордифенілтрихлоретану (ДДТ), призвели до її зникнення після Другої світової війни. Малярійним комарям потрібна достатня кількість

опадів, щоб створити місця для розмноження, які не будуть висихати або змиватися протягом 9–12 днів.

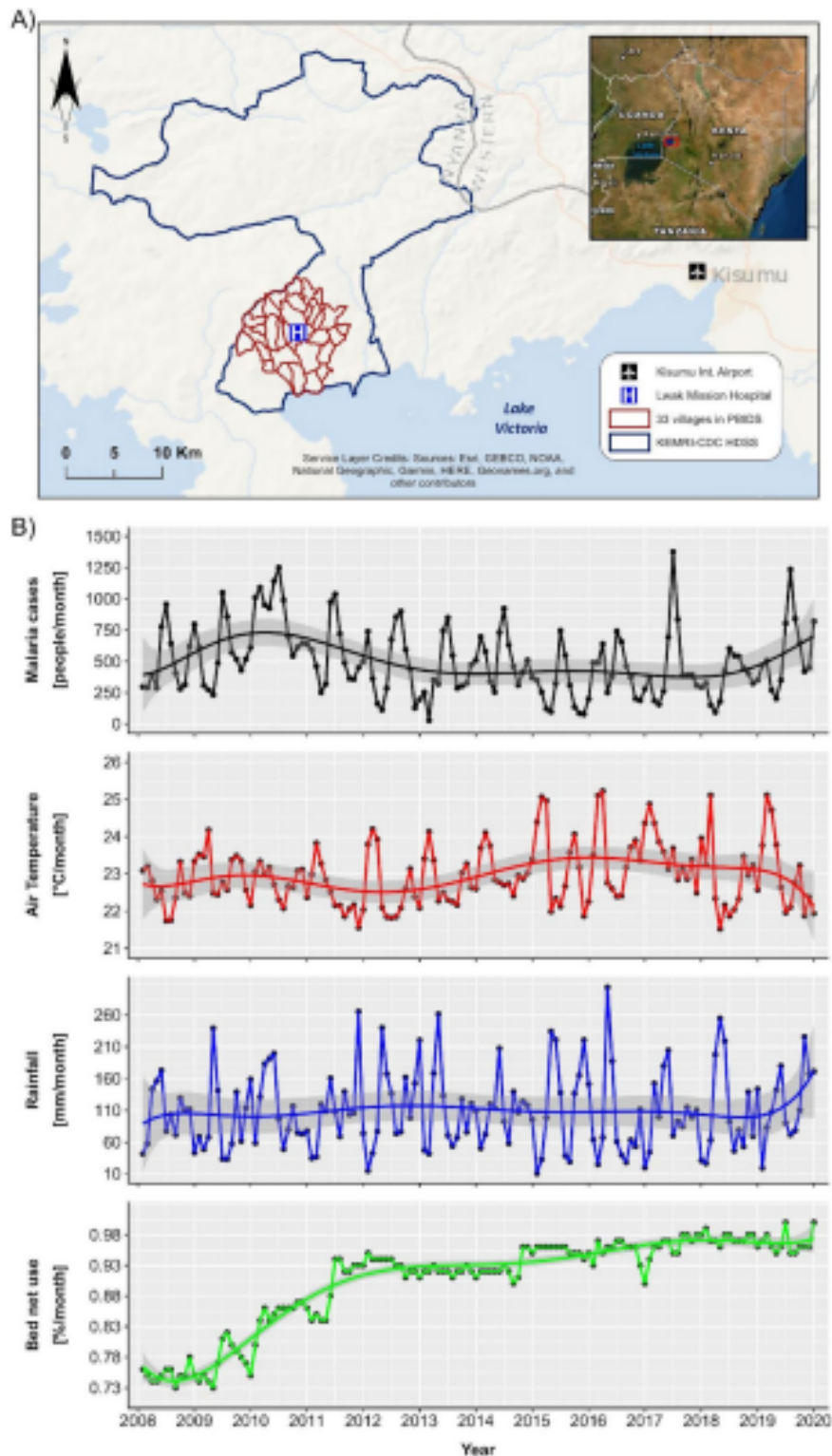


Рисунок 1.1. – Область дослідження, захворюваність на малярію та коваріати [2].

(А) Розташування лікарні Lwak Mission, 33 села, які беруть участь в епіднагляді за інфекційними захворюваннями населення (PBIDS), територія

системи медичного та демографічного нагляду KEMRI-CDC (HDSS), а також розташування міжнародного аеропорту Кісуму. Карту створено за допомогою програмного забезпечення ArcGIS Desktop 10.6.1 (<https://www.esri.com>).

(В) Епідеміологічна еволюція щомісячної захворюваності на малярію та графіки часових рядів температури повітря, кількості опадів та використання сітки для ліжка з 2008 до 2019 охоплює територію РВІДС. В-сплайнові криві з 7 ступенями свободи були підведені до кожного часового ряду; заштриховані області представляють приблизні 95% довірчих інтервалів кожного fitted сплайна [2].

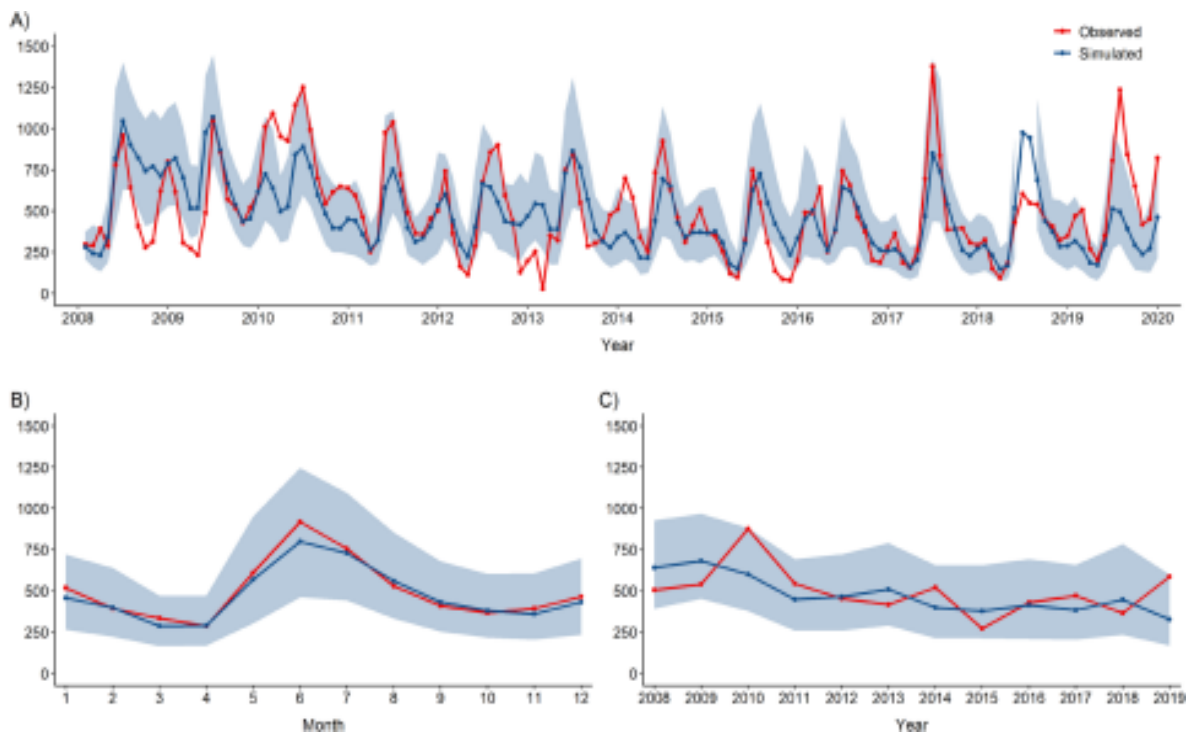


Рисунок 1.2. – Модель ft: порівняння спостережуваних і змодельованих випадків малярії [2].

(А) Щомісячні випадки малярії показані червоним кольором. Медіани 1000 симуляцій з використанням найкращої моделі (тобто оцінки максимальної правдоподібності для параметрів) показано синім кольором разом із їх невизначеністю (заштриховано для квантилів 10% і 90%).

(В) Внутрішньорічні оцінки малярії: порівняння середньомісячних

спостережень малярії та моделювання протягом 2008–2019 років. (С)
Міжрічні оцінки малярії: порівняння спостережень малярії та моделювання в середньому за всі місяці (тобто січень – грудень) протягом 2008–2019 рр. Заштриховані області позначають невизначеність прогнозів.

Розмноження паразита в комарі-переноснику вимагає мінімальної температури повітря приблизно 15-16 °С для *P. vivax* і 19–20 °С для *P. falciparum* [19-20].

Підвищені температури, які близькі до верхньої межі виживання вектора та збудника (приблизно близько 35–37 °С), за правило, зменшують передачу, тоді як збільшення коливань добових температур поблизу нижньої межі має тенденцію посилювати передачу [21-22]. Опади створюють адекватні місця для розмноження переносників, і зв'язок між температурою, кількістю опадів і малярією також дуже залежить від переносника [23-24]. Посилення економічних зв'язків і впровадження суворих заходів контролю та регуляція, спричинили значне глобальне зменшення поширення та ендемічність захворювання протягом останнього століття. Це відбувається попри підвищення глобальної температури, завдяки значним фінансовим зусиллям для контролю та зменшення тягаря від малярії [25-26]. Поточні заходи щодо малярії мають кінцеву мету ліквідацію малярії, але навряд чи зможуть повністю викоринити хворобу в усіх регіонах Африки, навіть за сучасних кліматичних умов [27]. Кількість зареєстрованих випадків інфікування людей *P. falciparum* зростає в тропічних гірських регіонах по всьому світу, наприклад, у Східній Африці [23, 28-32], Непал [33-36], і Колумбія [28]. Справжні переносники малярії нещодавно були знайдені на великих висотах [33, 35, 37-40]. Це має серйозні наслідки для місцевих, що мешкають на високогір'ї і звичайно не мають імунітету та є більш вразливими до важкої захворюваності та смертності від малярії. Надзвичайна біологічна складність малярійного паразита перешкоджає розробці ефективних вакцин, хоча відомо, що існують антипаразитарні імунні

відповіді, які блокують передачу. RTS,S/AS01 – це найдосконаліша вакцина проти малярії, яка наразі розробляється, і її випробують у трьох африканських країнах у 2018 році [41].

Інші малярійні паразити можуть вражати тварин, у тому числі рептилій, птахів [42-43] (з нещодавно зареєстрованими інфекціями на півночі Аляски [44]) та деяких ссавців. Іноді люди інфікуються видами *Plasmodium*, які зазвичай інфікують тварин (наприклад, *Plasmodium knowlesi*, звичайно передається малими приматами) [45]. Повністю сприйнятливі пінгвіни серйозно постраждали від пташиної малярії в зоопарках Великобританії у 2016 році. Це може бути пов'язано як зі сприятливими умовами навколишнього середовища як для переносника, так і для паразита, а також із занесенням паразитів у мігруючих птахів.

Кілька досліджень оцінили потенційний вплив зміни клімату на розповсюдження та тяжкість малярії *P. falciparum* у людини в глобальному та регіональному масштабах за допомогою моделей малярії, заснованих на кліматичних моделях [46-52]. Майбутні кліматичні умови в цих моделях стають все більш придатними для передачі малярії в тропічних гірських регіонах, зокрема на високогір'ї Східної Африки; загалом прогнозується, що межа епідемії малярії зміститься на південь в Африці на південь від Сахари; і температурні умови можуть стати нестерпними для комарів-переносників у тепліших тропічних рівнинах Сахари до кінця 21 століття.

Змінені кліматичні умови можуть стати придатними для передачі малярії в Європі, помірній Азії та Сполучених Штатах (як у минулому), велика епідемія дуже мало ймовірна в цих регіонах, враховуючи наявність протималярійних препаратів і рівень надання громадського медичного обслуговування. Проте місцева передача *P. vivax* відбулася в Греції у 2009 – 2010 роках у зв'язку зі значними скороченнями державних витрат через економічну кризу, міграцію людей і хвилю спеки, яка вразила південно-східну Європу. Також було зафіксовано дуже обмежену автохтонну передачу *P. vivax* в Іспанії, і кілька загадкових випадків *P. falciparum*. У 2017 році в Італії. Це

важливе застереження для всіх європейських служб охорони здоров'я. З 2000 року в китайській провінції Аньхой з помірним кліматом спостерігався повторний спалах випадків малярії, який до цього був дуже низький. Це раптове збільшення пов'язане з кліматичними умовами, коли кількість опадів тісно пов'язана з передачею малярії. Клініцисти підкреслили, що вони очікують, що зміна клімату вплине на тягар інфекційних захворювань у регіоні, всупереч відповідній інфраструктурі лікарень для боротьби з новими інфекційними захворюваннями [53].

На нашу думку, найбільш тривожним фактором ризику, що впливає на малярію, є те, що малярійні комарі та паразити розвивають стійкість до препаратів, які використовуються для боротьби з ними. Стійкість переносників до інсектицидів (ДДТ) у поєднанні зі стійкістю паразитів щодо протималярійних препаратів (переважно хлорохіну та меншою мірою до артемізиніну) зростає. Стійкість до ліків та інсектицидів може завадити прогресу, досягнутому заходами боротьби з малярією за останні роки. Крім того, більшість спалахів малярії протягом 20-го століття були пов'язані з послабленням заходів боротьби з малярією; таким чином, існує нагальна потреба в розробці практичних рішень щодо фінансових та операційних загроз для підтримки недавніх успішних програм боротьби з малярією.

1.2 Екологічна характеристика малярійних комарів України як переносників малярії

Малярія людини – це група з чотирьох інфекцій, що спричиняються найпростішими, які належать до роду *Plasmodium* і передаються малярійними комарами [54]. У глобальному масштабі практично всі випадки малярії спричинені *P. falciparum* або *P. vivax*. Перша є такою, що переважає з двох (і складає близько 90%). Частка інфекцій, викликаних паразитами людини *P.*

malariae і *P. ovale*, незначна. Люди іноді заражаються видами *Plasmodium*, які звичайно інфікують тварин, наприклад *P. knowlesi*. На цей час немає зареєстрованих випадків про передачу таких зоонозних видів малярії від людини до комарів. Окремі види паразитів мають свої специфічні стратегії виживання [55], а також власні особливості патології, епідеміології, значення для громадського здоров'я та піддатливість контролю.

Реінтродукція малярії на звільнених від неї територіях є одним із актуальних питань боротьби з малярією XXI століття [56]. У до ліквідаційну епоху малярія була ендемічна в більшості європейських країн, включаючи значну частину України. У Європі всі види малярії, які коли-небудь існували (тобто *P. malariae*, *P. falciparum* і *P. vivax*), були знищені в середині 20 століття, а малярія *vivax* зникла останньою. З того часу короткочасні епізоди автохтонної передачі *P. vivax* були задокументовані в ряді європейських країн.

Фауна малярійних комарів України налічує 7 видів: *Anopheles messeae*, *An. maculipennis*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus*, *An. hyrcanus*, *An. claviger* та *An. algeriensis*. *An. messeae*, зі слів автора, є домінантним видом у заплаві річки Дніпро, але у віддалені від неї, в місцях, де особливо поширені штучні водойми, видове різноманіття малярійних комарів зростає і зустрічатися всі чотири перелічені вище види [57].

An. atroparvus є характерним видом для солонців і вважається галофільним представником свого роду, найбільш характерним для засолених водойм Північного Причорномор'я та Приазов'я. Цей вид особливо ускладнює епідеміологічну ситуацію з малярією тим, що на відміну від інших немає зимової діпаузи. Імаго можуть переживати несприятливу пору року в теплих приміщеннях, харчуючись кров'ю тварин та людей. Це несе особливу небезпеку, адже наслідком можливість захворіти на малярію навіть у нетипову для цієї хвороби пору року [58].

An. maculipennis частіше зустрічається у містах та на більш посушливих ділянках, в тому числі водорозділах. *An. messeae*, як вже було

вказано вище, характерний для заплав та інших низинних вологих ділянок. *An. hyrcanus* є поширеним на всьому півдні України видом.

Температура визначає один з аспектів фундаментальної екологічної ніші для передачі хвороб, що передаються кровосисними комарами – це діапазон умов, необхідних для можливої передачі, яка включає середовище проживання переносників і вологість. У цій ніші може бути реалізована екологічна ніша для передачі, яка своєю чергою додатково залежить від факторів хазяїна, включаючи щільність популяцій, переміщення, поведінку, співвідношення статей, сприйнятливість, стратегії контролю та вплив укусів комарів [59, 60]. Фізіологічна реакція комарів і патогенів на температуру визначає основний потенціал передачі, але реалізований вплив зміни клімату на динаміку захворювання також залежить від цих процесів у популяції хазяїна, соціально-економічних умов, зусиль з боротьби з хворобами або інших заходів пом'якшення [59, 61]. Спільні фізіологічні механізми означають, що тепло біологія комарів, ймовірно, буде застосовуватися в цілому в різних системах і масштабах, тоді як біологія популяції хазяїна може бути більш чутливою до залежної від контексту поведінкової або технологічної адаптації.

Внаслідок ряду соціальних і біогеоценологічних умов ареал малярії має мозаїчний характер. До проведення компанії по ліквідації малярії ареал інвазії займав величезну територію (від 64 ° північної широти в Європі і 49° північної широти в Америці до 35° південної широти в Південній Америці і 21° південної широти в Африці і 20° південної широти в Австралії), на якій в 30-ті роки ХХ ст. налічувалося понад 700 млн. хворих на малярію. Найбільш значним був ареал *P. vivax*, що доходив в північній півкулі майже до субполярних районів. В ході проведення протималярійних заходів велика частина ареалу *P. vivax* (в Європі, Америці та Азії) стала вільною від збудника. Стійка межа ареалу *P. falciparum* проходила в Азії, Африці та Америці по 45-61° західної широти до 20 ° південної широти в Африці. Попри порівняно обмежений ареал *P. falciparum*, цей збудник спричиняє

більша частина всіх випадків захворювання малярією в світі і близько 98% всіх смертей малярії [62].

1.3 Сучасні методи боротьби з малярією

Малярія – найсмертоносніша тропічна болячка на Землі. Вона є причиною близько 1,2 мільйонів людських смертей щорічно! Спроби боротися з цим захворюванням, включно із сьогоднішнім, завжди зазнавали нищівної поразки. Розпилення отрутохімікатів у місцях виплоду малярійних комарів давало кількарічну перерву від епідемії, але одночасно спричинювало еволюційний стрибок, коли нові покоління кровосисних комах ставали стійкими до дії отрут і епідемія розпочиналась з новою силою. Ні осушення боліт, а ні заселення їх рибами гамбузіями, що поїдали личинок комарів, а ні розпилення спор паразитичних грибів, що вбивали імаго комарів, а ні пошук якихось ліків – жоден з цих методів не наблизив людство до перемоги над малярією. Сьогодні – на зорі третього тисячоліття, до війни з хворобою стали біотехнології – генетично модифіковані організми [63].

Збудником малярії є малярійний плазмодій. Він відноситься до найпростіших. Причинними агентами можуть бути 4 види плазмодіїв (хоча їх в природі налічується більше 60 видів):

P. malariae – призводить до малярії з 4-денним циклом;

P. vivax – викликає малярію з 3-денним циклом;

P. falciparum – обумовлює тропічну малярію;

P. ovale – викликає овалі-форму триденної малярії.

В ендемічних країнах часто спостерігається мікст-інфекція. Вона характеризується одночасним зараженням декількома видами плазмодіїв. При паразитологічному дослідженні вони виявляються в крові.

Життєвий цикл малярійного плазмодія (рис.1.1) складний і успішна передача збудника залежить від багатьох чинників.

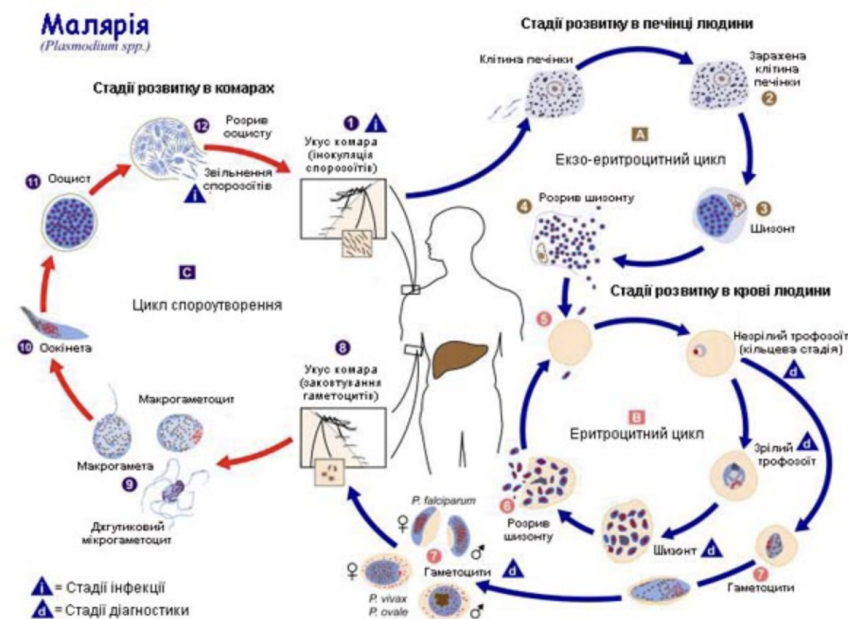


Рисунок 1.3. – Життєвий цикл малярійного плазмодія. Джерело ілюстрації: <http://uk.wikipedia.org> [64]

У людському організмі паразит проходить дві стадії: печінкову та кров'яну. У першому випадку, хвороба протікає приховано без симптомів, а паразит розмножується безстатевим способом, у сотні і тисячі разів збільшуючи свою чисельність. У другому випадку, плазмодії виходять із печінки у кров, спричинюючи гостру стадію захворювання з усіма її симптомами і летальним кінцем. У цей час паразит продовжує розмножуватись нестатево, у кінцевому результаті продукуючи статеві клітини – гамети. Після цього малярійний плазмодій готовий до стадії розвитку у кишківнику малярійного комара, де відбувається його статевий процес, і з подальшим інфікуванням людей, при укусах малярійним комарем.

Вчені намагаються боротися із малярією на усіх стадіях розвитку паразита, однак, найважче його виявити тоді, коли він розвивається у печінці – зовнішніх симптомів немає, а супорти кров'яної стадії розвитку ліки є

малоефективними. Залишається стадія розвитку у комарах, яку вважають найбільш вдалою для боротьби з розповсюдженням інфекції. Саме стратегію запобігання статевому розмноженню малярійного плазмодія у комарах і вибрали автори останнього дослідження у царині боротьби з малярією, про що вони повідомили на сторінках Вісника Національної Академії Наук США (PNAS) [63].

Стратегія боротьби полягає у зараженні малярійних комарів генетично модифікованими бактеріями, які можуть виробляти речовини, що спричинюють загибель плазмодіїв, запобігаючи їх статевому розмноженні. Річ у тому, що у кишківнику малярійного комара, як і усіх інших тварин живуть симбіотичні бактерії, які допомагають у травленні їжі. Один із цих видів – Пантея прикріпна (*Pantoea agglomerans* (Ewing and Fife 1972) Gavini et al. 1989), є звичайним мешканцем просвіту середнього кишківника малярійних комарів [63]. Саме цю бактерію вчені й модифікували, ввівши у її єдину хромосому гени, які відповідають за синтез скорпіну та енолаз-плазміногену – білків, що знищують малярійного плазмодія. У природі, скорпін міститься в отруті скорпіонів, з якої його добувають з метою вироблення ліків проти малярії. Основна функція скорпіну – знищення молодих плазмодіїв, а роль енолаз-плазміногену полягає у блокуванні статевого процесу малярійного плазмодія, чим перешкоджає утворенню інфекційної, для людини, стадії паразита [63].

Лабораторні тестування показали, що генетично модифіковані бактерії Пантеї прикріпної знищують близько 85-98% збудників малярії людини – Плазмодія серповидного (*Plasmodium falciparum* Welch, 1897), та гризунів – Плазмодія Бергея (*Plasmodium berghei* Vincke et Lips in 1948). А інфікування плазмодіями малярійних комарів, що відбувається внаслідок ссання ними зараженої крові, завдяки модифікованим бактеріям, знижується до 14-18%, супроти природних 90%!

Фактично, вчені винайшли дієвий спосіб боротьби з цим тропічним захворюванням – малярією, залишилось одне – розповсюдити модифіковані

бактерії у природі. Це одна зі складних операцій, яка, у попередніх випадках з аналогічно модифікованими комарами та паразитичними грибками, зазнавала поразок – модифіковані істоти не виживали у природі або їх вплив на природний перебіг подій, у такому випадку – життєвих циклів малярійних плазмодія та комара, залишався мінімальним. Одним із рішень є виготовлення солодких сиропних приманок зі спорами бактерій для малярійних комарів, які, окрім всього, споживають також й нектар. Таким чином, бактерії зможуть потрапити до травної системи комарів, де й почнуть розмножуватись і убивати плазмодіїв [63].

Проте, деякі вчені вважають, що модифіковані бактерії, марнуючи енергію на синтез скорпіну та енолаз-плазміногену, уступатимуть у конкуренції із не модифікованими симбіонтами кишківника комарів, що у кінцевому результаті призведе до їх вимирання і нового спалаху малярії.

Ну, і ще один фактор, що стоїть на заваді впровадженню цієї біотехнології, – це ГМО-опозиція – екоалярмісти, які проти створення і будь-якого використання модифікованих організмів, навіть, якщо це стосується мільйонів людських життів.

То ж впровадження нової біотехнології у життя буде тривалим і неоднозначним, хоча, надія на перемогу у війні проти напасної інфекції міцніє.

Серед шести видів плазмодіїв, що викликають різні клінічні форми малярії людини, збудник триденної малярії (*Plasmodium vivax*), завдяки своїм унікальним біологічним характеристикам, займає найбільший ареал, на якому він безперервно адаптується до регіональних людських популяцій, місцевих видів та популяцій переносників і «тиску» антималярійних препаратів, становлячи загрозу реінтродукції в регіони помірних кліматичних зон [64].

Унікальні біологічні особливості збудника триденної малярії забезпечують його домінантне поширення на території Південної та Центральної Америки і в Азійсько-Тихоокеанському регіоні, пристосованість до широкого спектра векторних видів, здатність генерувати безліч антигенних

варіацій та ухилятися від імунної відповіді хазяїна, тривалість бімодальних стадій розвитку в гепатоцитах та резистентність до лікарських засобів. Попри слабку грантову підтримку, дослідницька спільнота з вивчення геномів *Plasmodium* створила інтегровану базу даних «PlasmoDB» та комплексне структурне сховище з вивчення протеомів «PvaxDB», які можуть бути використані для розроблення нових лікарських засобів. Значні міграції населення призводять до реінтродукції триденної малярії в країнах, звільнених від неї, а для того, щоб запобігти цьому, необхідно запровадити регіональний ентомологічний моніторинг, виявлення та лікування хворих [64].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дані температури повітря, що беруться до уваги при оцінці можливості перебігу спорогонії в Запорізькій області в зимовий та літній періоди, визначались за допомогою карт середніх зимових і літніх ізотерм з метеорологічного архіву Запоріжжя – meteoblue Метеорологічний архів Запоріжжя - meteoblue за 2022-2023 роки [66]. Прогностична оцінка зміни середньої річної приземної температури в Україні базується на роботі Ольги Шевченко [7, 67], де подана таблиця проєкції змін середньомісячних температур за регіонами відносно кліматичної норми.

Для оцінки можливості завершення повного статевого розвитку малярійними плазмодіями в організмі комара за основу були взяті температурні показники, що відрізняються залежно від виду збудника. Так, за дослідженнями Грассі (1900) встановлено, що мінімальна температура для розвитку *Pl. malariae* була 16,5 °C, для *Pl. vivax* 17,5 °C, а для *Pl. falciparum* 18 °C [68,8]. Тривалість процесу спорогонії *Pl. vivax* при різних температурах повітря визначалася за Огановим-Раєвським [9, 69].

Кількість днів з температурами вище 16 °C було визначено з використанням даних А. Польового і співавт. [70, 10], де зазначено природно-кліматичні райони України та тривалість періоду з температурами повітря вище 15 °C на 1991–2005 рр. та до 2030 р. Результати дослідження подано для п'яти основних регіонів України: до Північного регіону віднесено територію Полісся; Західний регіон включає Прикарпаття та Закарпаття; Центральний – Лісостеп; у Східний регіон було включено Північний Степ; до Південного регіону віднесено Південний Степ і територію тимчасово окупованого Криму.

Визначення періоду передачі малярії людині проводили ретроспективно на основі середньодобових температур повітря з використанням даних

https://www.meteoblue.com/ru/погода/historyclimate/weatherarchive/Запорожье_Украина_687700. Розрахунок починали з того дня, коли середньодобова температура повітря $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для розрахунку використовувати метод Мошковського М.Д., згідно з яким для завершення процесу спорогонії в тілі малярійного комара необхідна визначена сума ефективних температур (для *Plasmodium vivax* $105\text{ }^{\circ}\text{C}$): з показника середньодобової температури відмінусовували $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (нижній поріг) і щоденну різницю в цей і наступні дні додавали, поки не отримували $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дата наступного дня вважалася нами початком сезону передачі і можливого зараження людини малярійним плазмодієм [69]. Температура вище за $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ несприятлива для розвитку плазмодіїв в малярійному комарі, а при $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище вони гинуть.

Для визначення дати початку сезону передачі комарами збудника малярії ми розраховували тривалість циклу спорогонії для *Plasmodium vivax* — це 105 з нижнім порогом в $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Якщо при наборі суми для розрахунку початку малярійного сезону траплялися дні, коли температура повітря нижча за $+16\text{ }^{\circ}$, то ці не враховувалися, а до уваги брали всі наступні сприятливі дні, оскільки при пониженні температури до $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (але не нижче), малярійний плазмодій зберігає свою життєздатність упродовж 14 діб, якщо температура знижується до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, збудники гинуть упродовж 2 діб. В таких ситуаціях, коли спостерігалось зниження температури більше ніж на 10 діб, розрахунок розпочинали спочатку. Тривалість процесу спорогонії *Plasmodium vivax* в комарах роду *Anopheles* за різних температурних умов наведена у таблиці додатку 1. Закінчення малярійного сезону розраховували в серпні-вересні (в залежності від тривалості теплого періоду): встановлювали останній день, коли середньодобова температура повітря була не нижче $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ (не тривалі періоди потепління не враховувалися). Від цієї дати, з використанням таблиці додатку 1, у зворотному порядку вели розрахунок останнього циклу спорогонії (сума відсотків розвитку плазмодіїв до 100). Дата, на яку припадає

цей показник, вважалась нами датою закінчення малярійного сезону, ефективної зараженості малярійних комарів.

Нами проводився розрахунок фізіологічного віку самиць малярійних комарів, які здатні передавати збудників малярії, розрахунком кількості гонотрофічних циклів, які самиця може зробити за 1 цикл спорогонії. Гонотрофічний цикл — це період часу в днях, сума тепла яких $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, необхідна для утворення 1 порції яєць. Для цього ми від середньодобової температури повітря (не нижче за $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$) віднімали $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ — нижній температурний поріг розвитку фолікул. Різницю температур додавали, поки не отримували $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наступний день пропускали (в цей час відбувається переварювання крові, відкладання яєць, пошук нової здобичі тощо) і знову додавали різницю температур до $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ і так до дати закінчення спорогонії.

Такі розрахунки проводили з метою оцінки епідеміологічної загрози місцевої передачі малярії. Необхідно враховувати той факт, що епідеміологічне значення мають тільки ті малярійні комарі, у яких цикл спорогонії триває не довше, ніж це необхідно для завершення 7 гонотрофічних циклів. Якщо в популяції відсутні самиці, які мають потенційну загрозу, або їх дуже мало, передача збудників не відбудеться, навіть якщо популяція буде багаточисловою.

Нами були визначені дати проведення дезінсектицидних обробок, які проводять за епідеміологічними та фенологічними показниками за наявності завізних, або місцевих випадків малярії, високій чисельності переносників в зонах під захисту.

1 обробку проводять у строки масового вильоту комарів після зимівлі (в роки ранньої теплої весни за наявності зареєстрованих випадків малярії) для недопущення масового розвитку літніх генерацій.

2 обробку — обробка водойм, відбувається, коли спостерігаються личинки 2-3 віку, оскільки личинки старшого віку більш стійкі до інсектицидів.

З обробку — проводиться на початок малярійного сезону, оскільки малярійні комарі літніх генерації мають найбільше епідеміологічне значення: найбільша чисельність популяції, тісний контакт комарів з людиною, наявність потенційно небезпечних самиць тощо.

Наприкінці сезону передачі малярії необхідно постійно контролювати фізіологічний стан самиць популяції, щоб уникнути обробок діапуозуючих самиць.

Дослідження екології малярійних комарів України та збудників малярії, яких вони переносять, проводили спираючись на літературні джерела, офіційні дані ДУ Запорізький ОЦКПХ МОЗ, власні дослідження біотопів розвитку в плавневій зоні Запорізької області, у водоймах, що залишилися після руйнування греблі Каховської ГЕС 6 червня 2023 року.

Статистична обробка даних проводилася з використанням програми MS Excel.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Малярійні комарі зустрічаються скрізь по Україні (табл. 3.1), особливо це стосується 3 видів: *An. plumbeus* Steph., *An. claviger* (Mg.) та *An. maculipennis* Mg., які зафіксовані у всіх географічних зонах.

Таблиця 3.1. – Систематичний список малярійних комарів України за кліматичними зонами [3]

Види комарів	Полісся	Лісостеп	Степ	Карпати	Закарпаття	Південний берег Криму
1. <i>An. algeriensis</i> Theob.			+			
2. <i>An. plumbeus</i> Steph.	+	+	+	+	+	+
3. <i>An. claviger</i> (Mg.)	+	+	+	+	+	+
4. <i>An. maculipennis</i> Mg.	+	+	+	+	+	+
<i>An. m. maculipennis</i> Mg.						
<i>An. m. messeae</i> Fall.			+			
<i>An. m. artroparvus</i> V.Th.			+			
5. <i>An. hyrcanus</i> (Pall.)	+	+	+	+		

В степовій зоні реєструється 5 видів малярійних комарів, домінантним видом за чисельністю є *An. maculipennis* Mg., який є основним переносником збудників малярії. Саме для цього виду і *Pl.vivax*, ми розраховували основні показники щодо можливості передачі малярії в Україні.

Проаналізуємо середньодобові показники температури у 2022 році, використовуючи дані архіву сайту Метеорологічний архів Запоріжжя – meteoblue, які необхідні для розрахунку маляріогенності Запорізького регіону. (рис. 3.1 - 3.6).

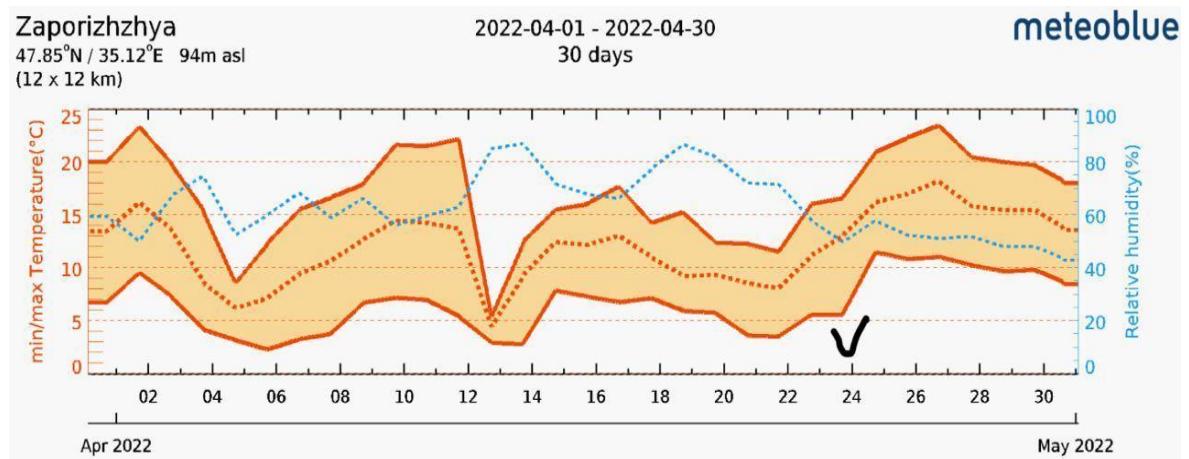


Рисунок 3.1 – Середньодобові значення температури квітня 2022 р.

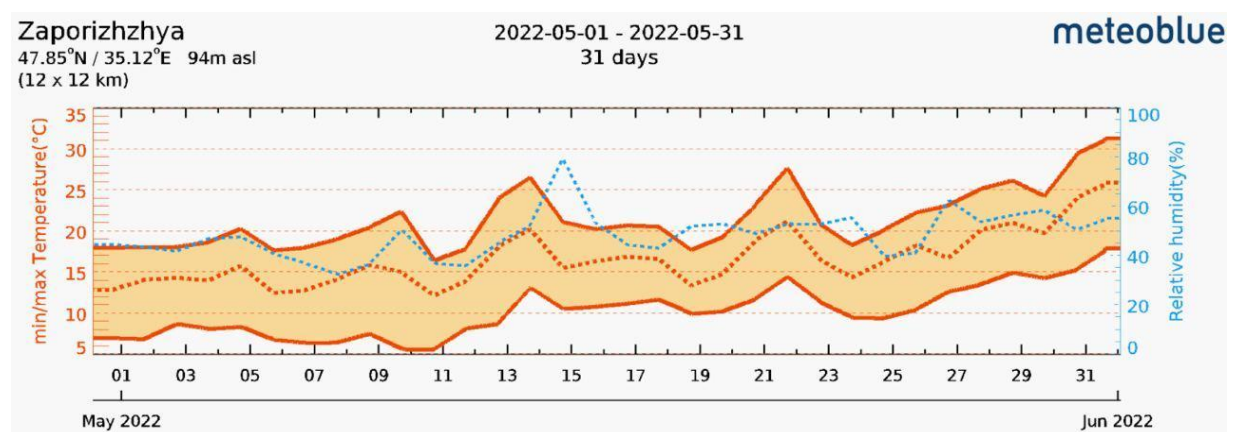


Рисунок 3.2 – Середньодобові значення температури травня 2022 р.

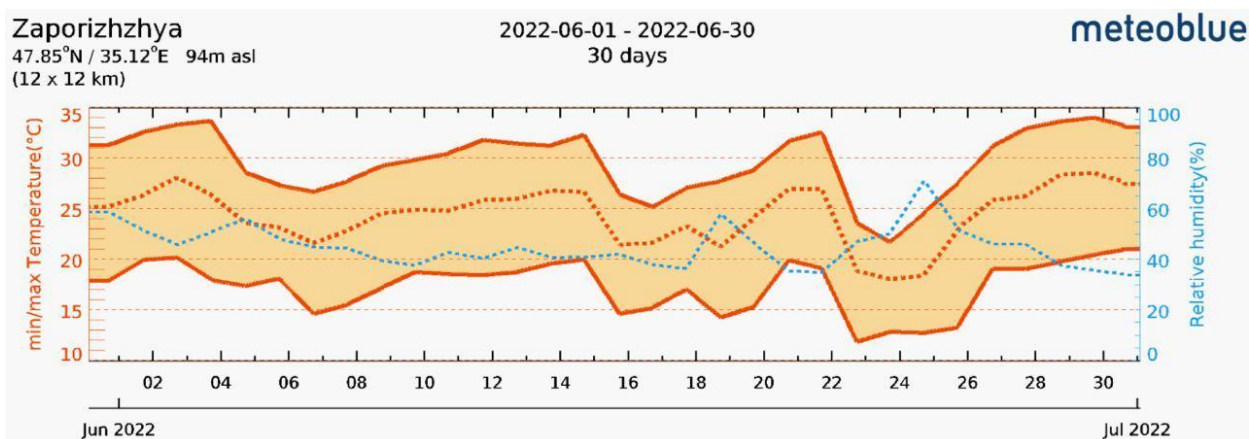


Рисунок 3.3 – Середньодобові значення температури червня 2022 р.

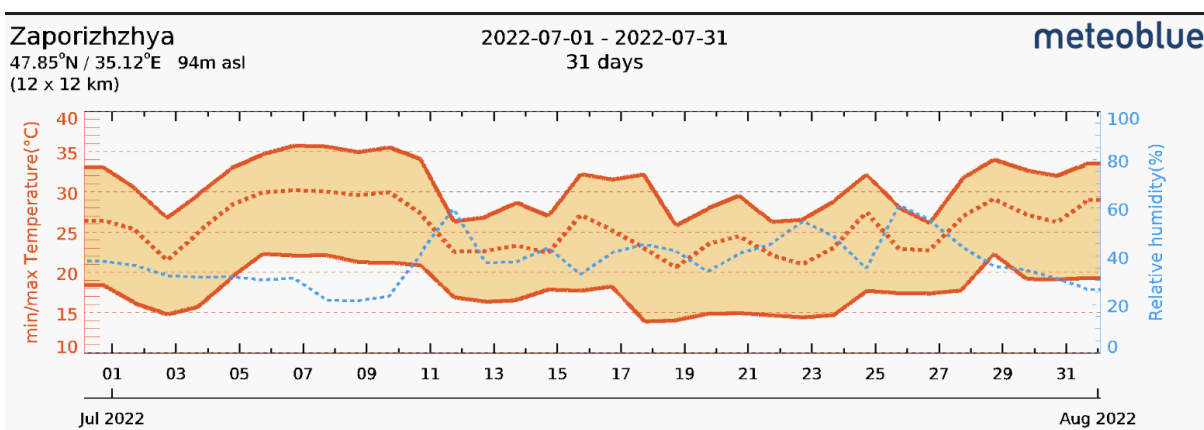


Рисунок 3.4 – Середньодобові значення температури липня 2022р.

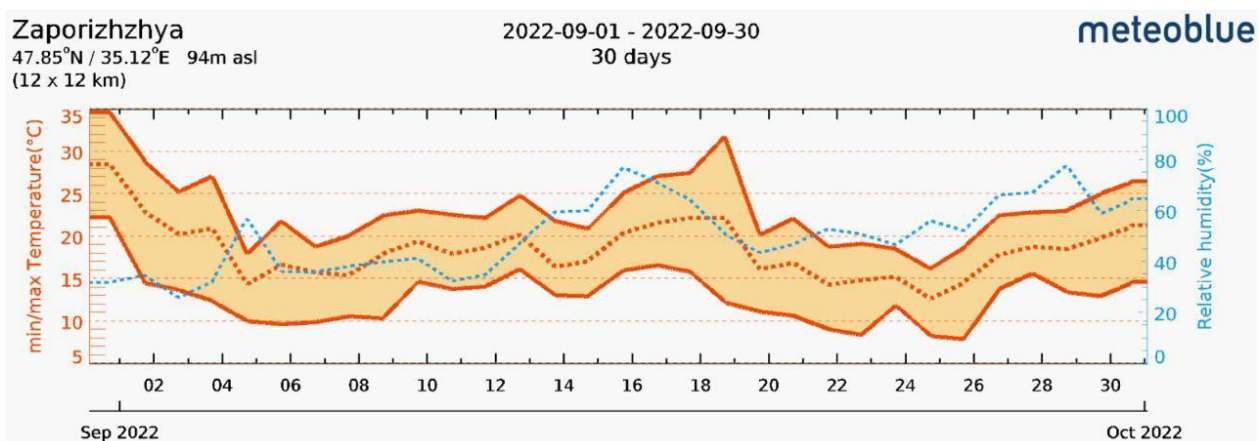


Рисунок 3.5 – Середньодобові значення температури вересня 2022 р.

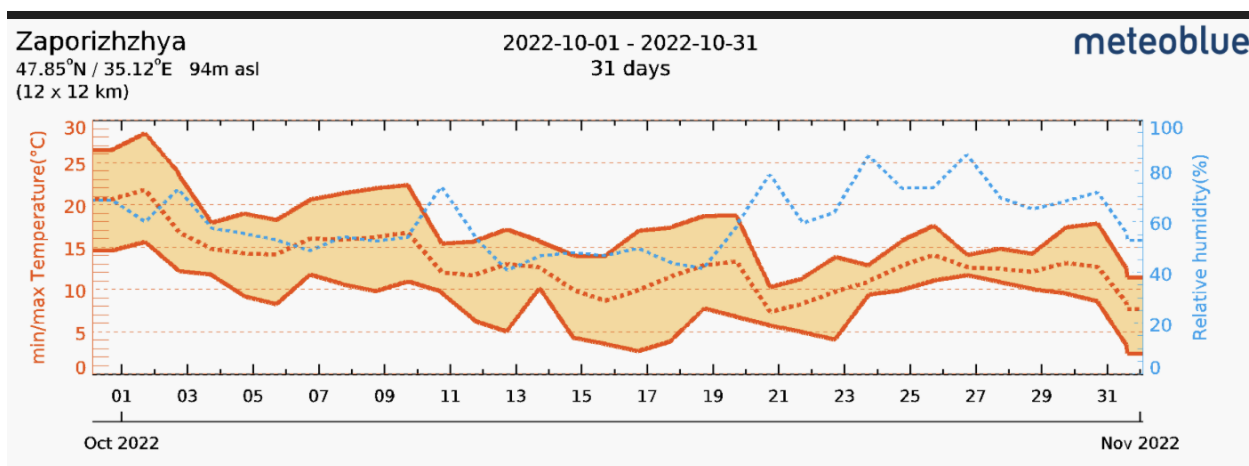


Рисунок 3.6 – Середньодобові значення температури жовтня 2022 р.

Виходячи з наведених температурних показників, які були зафіксовані в Запорізькій області, початок оптимальних для розвитку малярійних комарів припадає на 24 квітня 2022 року, коли температури повітря стають більше ніж 16 °С. В таблиці 3.2. представлені дані, які свідчать, що в Запорізькій області самиці малярійних комарів, що перезимували становлять загрозу місцевому населенню починаючи 22 травня 2022 року, тобто можуть передати збудників малярії *Pl. vivax*.

Таблиця 3.2. – Розрахунок основних дат епідсезону малярії *Pl. vivax* в Запорізькій області у 2022 році.

Дата епідсезону малярії	Середньо добова температура повітря, °С	Різниця ефективних температур	% розвитку спорогонії за 1 добу до завершеного процесу	розрахунок 1 яйцекладки: середньо добова температура - 9,9°С
24.04 - 1	16	1,5	3,17	6,1
25.04	19	4,5	5,4	9,1
26.04	21	6,5	6,66	11,1

Продовження табл. 3.2.				
27.04	16	1,5	3,17	6,1
28.04 - 2	16,2	1,7	3,22	6,3
29.04 - 3	15,8	1,3	3,03	5,9
30.04	16	1,5	3,17	6,1
01.05	14,8	0,3	2,04	4,9
02.05	15	0,5	2,22	5,1
03.05	15,8	1,3	3,03	5,9
04.05	16	1,5	3,17	6,1
05.05	15,9	1,4	3,03	6
06.05 - 4	15,8	1,3	3,03	5,9
07.05 - 5	16	1,5	3,17	6,1
08.05	15,8	1,3	3,03	5,9
09.05	16	1,5	3,17	6,1
10.05	15,9	1,4	3,03	6
11.05	16	1,5	3,17	6,1
12.05	16,2	1,7	3,22	6,3
13.05	16	1,5	3,17	6,1
14.05 - 6	16,4	1,9	3,39	6,5

Продовження таблиці 3.2.				
15.05 - 7	16	1,5	3,17	6,1
16.05	16,3	1,8	3,22	6,4
17.05	17	2,5	3,85	7,1
18.05	16	1,5	3,17	6,1
19.05	15,8	1,3	3,03	5,9
20.05	19	4,5	5	9,1
21.05 - 8	21	6,5	6,66	11,1
22.05 - 9	22	7,5	8	

Примітки:

- 1 – початок малярійного сезону – 24 квітня;
- 2 – закінчився 1 гонотрофічний цикл – 28 квітня;
- 3 – 1 яйцекладка – 29 квітня;
- 5 – 2 яйцекладка – 7 травня;
- 6 – закінчився 3 гонотрофічний цикл – 14 травня;
- 7 – 3 яйцекладка – 15 травня;
- 8 – закінчився 4 гонотрофічний цикл – 21 травня;
- 9 – 4 яйцекладка, 105,8 закінчення спорогонії самиць, що перезимували – початок сезону передачі для *Pl. vivax* – 22 травня.

Для розрахунку дати закінчення малярійного сезону ми враховували температурні показники вересня – жовтня 2022 року, які представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. – Розрахунок дати закінчення малярійного сезону за температурними показниками вересня-жовтня 2022 року

Дата	Середньо добова температура повітря, °С	Різниця ефективних температур	% розвитку спорогонії за 1 добу до завершеного процесу
12.09	20	5,5	5,26
13.09	18	3,5	3,45
14.09	17	2,5	2,6
15.09	18	3,5	5,26
16.09	19	4,5	5,26
17.09	20	5,5	5,26
18.09	21	6,5	5,8
19.09	22	7,5	6,66
20.09	17	2,5	2,6
21.09	16,4	1,9	2,13
22.09	16,4	1,9	2,13
23.09	16,2	1,7	1,96
24.09	16	1,5	1,82
25.09	15,8	1,3	0
26.09	16	1,5	1,82
27.09	18	3,5	3,45
28.09	19	4,5	4,08
29.09	20	5,5	5,26
30.09	21	6,5	5,8
01.10	22	7,5	6,66
02.10	21	6,5	5,8
03.10	20	5,5	5,26
04.10	19	4,5	4,08

Продовження табл.3.3.			
05.10	17	2,5	2,6
06.10	15,8	1,3	0
07.10	16	1,5	1,82
08.10	16	1,5	1,82
09.10	17	2,5	2,6
10.10	16	1,5	1,82
Всього			103,06

Проведемо аналогічні розрахунки за 2023 рік, щоб зрозуміти, наскільки руйнування греблі Каховської ГЕС, яке відбулося внаслідок військової агресії 6 червня 2023 року вплинуло на клімат та на маляріогенну ситуацію Запорізького регіону (рисунки 3.7-3.12, таблиця 3.4.).

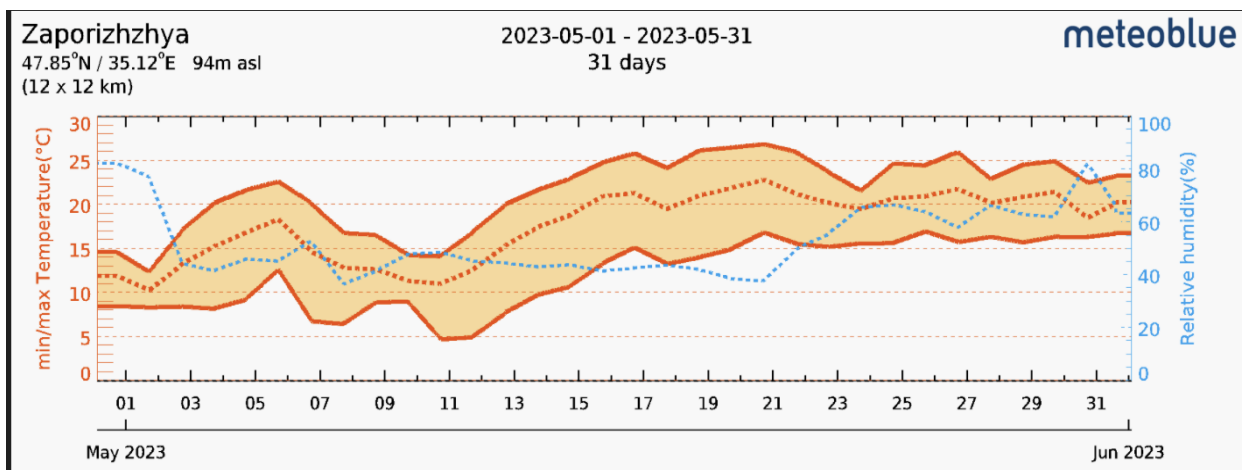


Рисунок 3.7 – Середньодобові значення температури травня 2023 р.

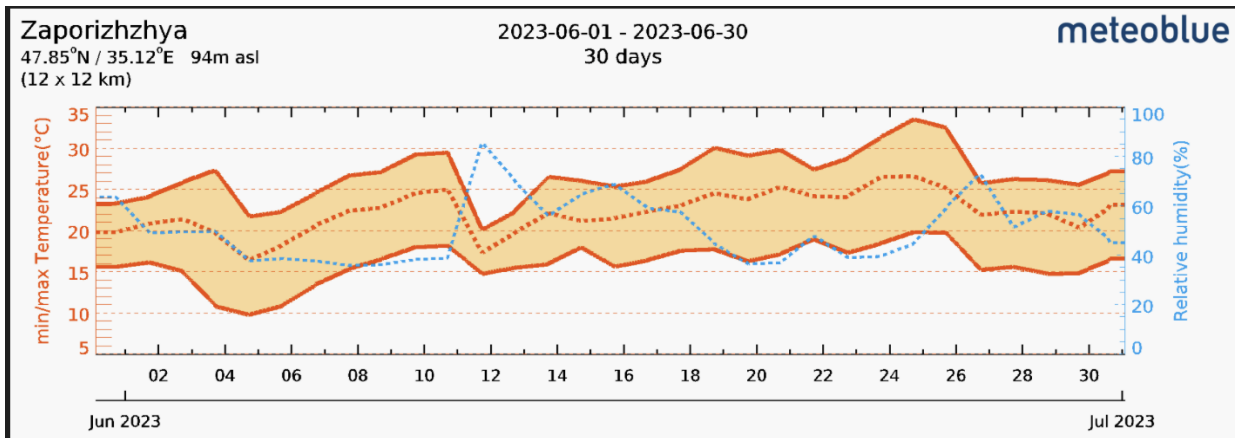


Рисунок 3.8 – Середньодобові значення температури червня 2023 р.

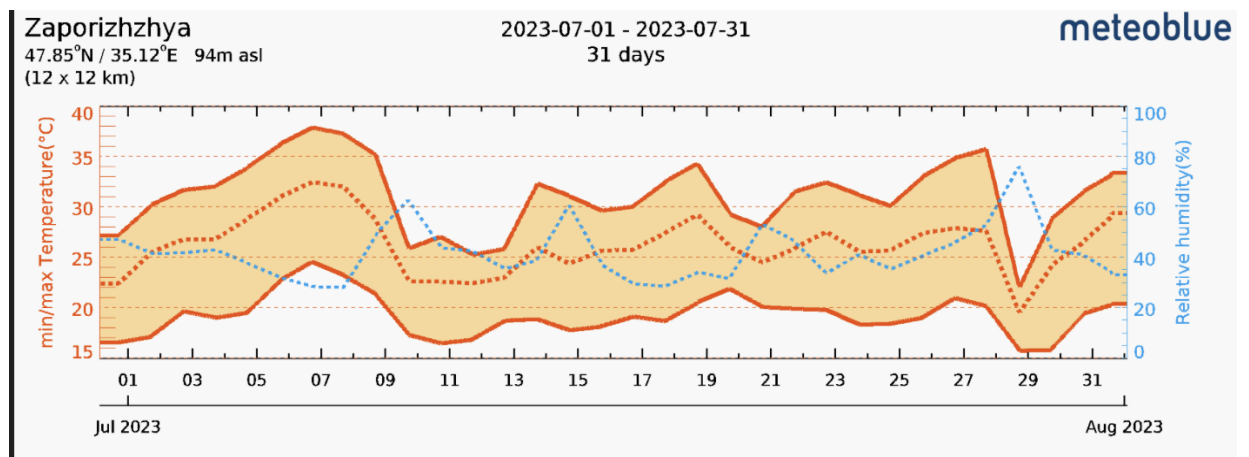


Рисунок 3.9 – Середньодобові значення температури липня 2023 р.

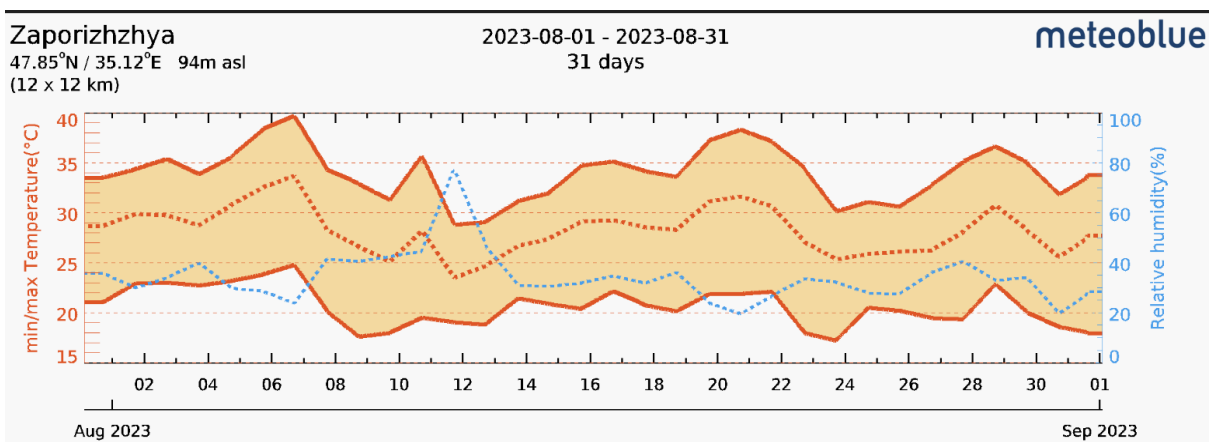


Рисунок 3.10 – Середньодобові значення температури серпня 2023 р.

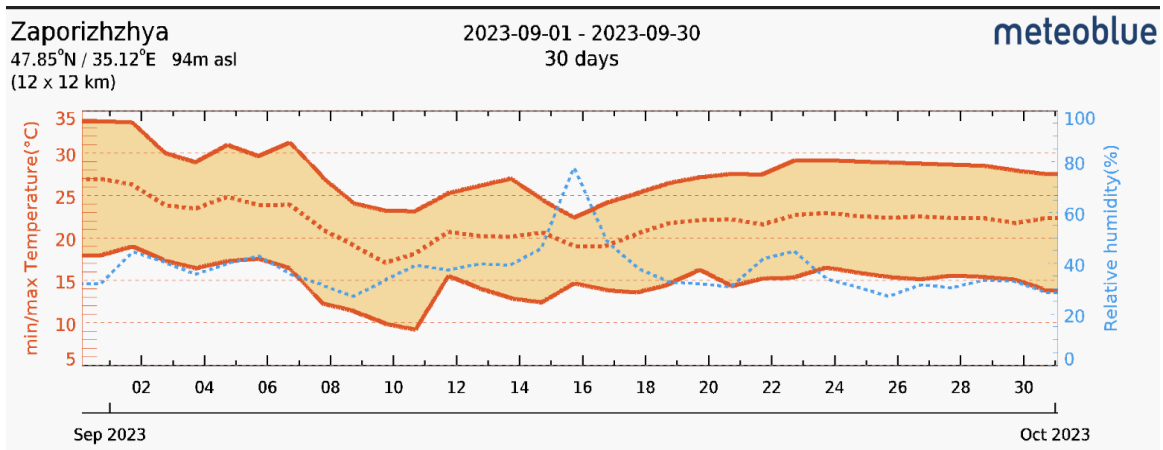


Рисунок 3.11 – Середньодобові значення температури вересня 2023р.

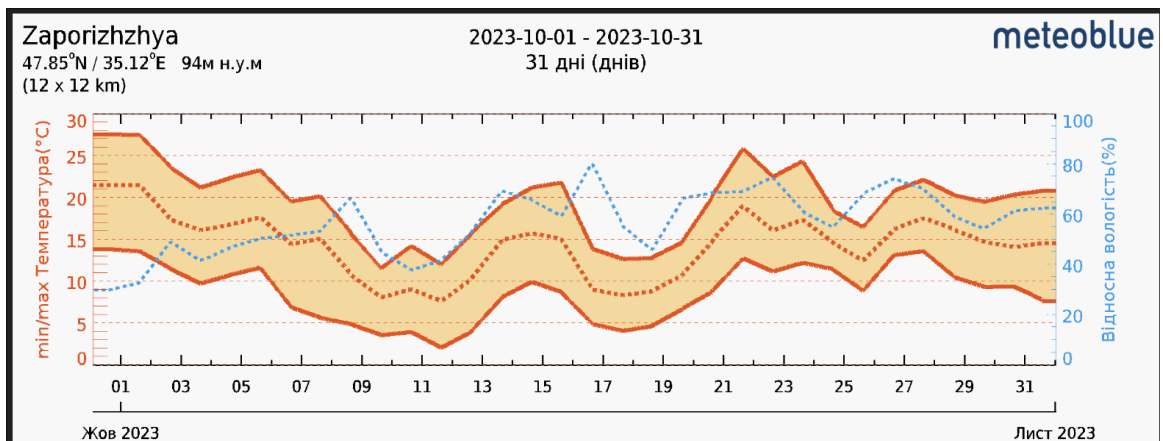


Рисунок 3.12 – Середньодобові значення температури жовтня 2023 р.

Таблиця 3.4. – Розрахунок основних дат епідсезону малярії *Pl. vivax* в Запорізькій області у 2023 році.

Дата	Середньо добова температура повітря, °C	Різниця ефективних температур	%розвитку спорогонії за 1 добу до завершеного процесу	розрахунок 1 яйцекладки: середньо добова температура -9,9°C
13.05 - 1	16	1,5	1,82	6,1
14.05	19	4,5	4,08	9,1
15.05	21	6,5	5,8	11,1

Продовження табл.3.4.				
16.05 - 2	22	7,5	6,66	12,1
17.05 - 3	21	6,5	5,8	11,1
18.05	20	5,5	5,26	10,1
19.05	22	7,5	6,66	12,1
20.05	21	6,5	5,8	11,1
21.05- 4	23	8,5	8	13,1
22.05 - 5	22	7,5	6,66	12,1
23.05	20	5,5	5,26	10,1
24.05	21	6,5	6,66	11,1
25.05	22	7,5	6,66	12,1
26.05 - 6	22	7,5	6,66	12,1
27.05 - 7	20	5,5	5,26	10,1
28.05	21	6,5	6,66	11,1
29.05	20	5,5	5,26	10,1
30.05	19	4,5	4,08	9,1
31.05 - 8	20	5,5	5,26	10,1
01.06 - 9	20	5,5	108,3	10,1

Примітки:

- 1 – початок малярійного сезону – 13 травня;
- 2 – закінчився 1 гонотрофічний цикл – 16 травня;
- 3 – 1 яйцекладка – 21 травня;
- 5 – 2 яйцекладка – 22 травня;
- 6 – закінчився 3 гонотрофічний цикл – 26 травня;
- 7 – 3 яйцекладка – 27 травня;
- 8 – закінчився 4 гонотрофічний цикл – 31 травня;
- 9 – 4 яйцекладка, 105,8 закінчення спорогонії самиць, що перезимували – початок сезону передачі для *Pl. vivax* – 1 червня.

Тож основними датами епідсезону малярії (табл. 3.5-3.6), необхідно керуватися при аналізі захворюваності населення та плануванні проведення протималярійних заходів.

Таблиця 3.5. – Розрахунок дати закінчення малярійного сезону за температурними показниками вересня-жовтня 2023 року.

Дата	Середньо добова температура повітря, °С	Різниця ефективних температур	% розвитку спорогонії за 1 добу до завершеного процесу
12.09	20	19	5,26
13.09	18	29	3,45
14.09	20	19	2,6
15.09	18	29	5,26
16.09	20	19	5,26
17.09	20	19	5,26
18.09	21	17	5,8
19.09	22	15	6,66
20.09	21	17	2,6
21.09	20	19	2,13
22.09	20	19	2,13
23.09	19	24,5	1,96
24.09	18	29	1,82
25.09	20	19	0
26.09	19	25,5	1,82
27.09	18	29	3,45
28.09	23	12,5	4,08
29.09	20	19	5,26
30.09	24	11	5,8
01.10	23	12,5	6,66

Продовження табл. 3.5			
02.10	21	17	5,8
03.10	16	55	5,26
04.10	19	24,5	4,08
05.10	17	38,5	2,6
06.10	15,8	55	2,6
07.10	16	55	1,82
08.10	16	55	1,82

Аналіз даних показує, що закінчення спорогонії у самиць малярійних комарів, що перезимували, відбувається наприкінці травня – початку червня, за цей час вони встигають пройти по 4 гонотрофічних цикли. Такі ж дані показані і в працях сучасних українських дослідників [71].

Сформовані кліматичні особливості України передбачають придатні умови для завершення статевого розвитку малярійних плазмодіїв виду *P. vivax* та *P. malariae* в організмі комара у всіх регіонах країни влітку. Для формування спорозоїтів *P. falciparum* необхідною є середньосезонна температура не нижче 18 °С, що не спостерігається в наш час та не прогнозується в майбутньому у межах Західного регіону. Температури на території України взимку не є оптимальними для розвитку спорозоїтів в організмі комара, а тому можуть виступати лімітуючим фактором при поширенні малярії [71].

Температурні оптимуми забезпечення життєдіяльності комарів *Anopheles* найбільш притаманні Південному регіону України, що сприяє створенню тут потенційних осередків з великою чисельністю переносників. Наразі кліматичні характеристики України відповідають помірному ризику поширення малярії. Температурні прогнози до 2030 р. обумовлюють можливе підвищення ризику до відносно високого, що підкреслює важливість нових адаптаційних заходів, пов'язаних із загрозою зміни клімату.

Таблиця 3.6. – Основні дати епідсезону малярії в Запорізькому регіоні у 2022-2023 році.

основні показники	вильот малярійних комарів	закінчення спорогонії для самиць, що зимували	виліт генерацій				закінчення епідсезону малярії
			1	2	3	4	
рік							
2022	24.04	22.05	28.04	06.05	14.05	21.05	12.09
2023	13.05	01.06	16.5	21.05	26.05	31.05	08.10

Таким чином, наразі Україна належить до країн неендемичного походження цих паразитів. Потенційно небезпечними переносниками малярії для території України є 4 види комарів, зокрема: *An. messeae*, *An. atroparvus*, *An. plumbeus* та *An. hircanus*. Існування кожного з цих видів обумовлюється певними температурними особливостями. Ключовим збудником є *Pl. vivax*, що має здатність поширюватися в помірні широти та в основному детермінує захворюваність малярією на території України.

Однією з ключових характеристик при оцінці маляріогенності території виступають температурні показники. Малярійні комарі, що є переносниками збудників трансмісивних хвороб, не спроможні підтримувати температуру тіла на стабільному рівні, а тому залежать від температури навколишнього середовища.

У період з 1991 - 2010 рр. середньорічна температура повітря на території України зросла на 0,8 °С [6]. Кліматичні прогнози передбачають подальше збільшення температури повітря: за даними О. Шевченко [7], до 2030 р. спостерігатиметься підвищення середньорічної температури повітря по Україні в межах 0,44 °С. Зведені дані з 1991 по 2023 роки і прогноз до 2030 року, представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7. – Розрахунки можливості завершення спорогонії малярійного плазмодія в літній період в Україні.

Регіон України	Температура повітря, 1991–2010 рр., °С	Температура повітря, 2011–2022 рр., °С	Проекція змін температури, до 2030 р., °С
Північ	+18	+18,2	0,45
Захід	+17	+18	0,41
Центр	+18	+18,2	0,44
Схід	+20	+20,1	0,50
Південь	+22	+22,3	0,43

Зміни клімату можуть суттєво вплинути на розподіл видів переносників малярії, створюючи більш сприятливі умови для їх розмноження; тому актуальним є моніторинг змін просторового розподілу таких видів. Перебіг стадій спорогонії, які відбуваються в організмі комара, визначається температурою навколишнього середовища; мінімальною температурою для розвитку *Pl. malariae* є 16,5 °С, для *Pl. vivax* – 17,5 °С, а для *Pl. falciparum* – 18 °С [71]. Разом з тим, середня за зиму приземна температура повітря в Україні коливається в межах від -4°С на Північному Сході до +1 °С в Криму і кліматичні прогнози на період до 2030 р. передбачають підвищення температури в середньому на 0,44 °С. Такі температурні показники не відповідають оптимальним умовам утворення спорозоїтів в організмі комара, а навпаки, виступають лімітуючими факторами. Це унеможливило поширення інфекції в зимовий період по території України.

Влітку середня за сезон приземна температура повітря коливається в межах від +17°С на Заході до +22°С на Півдні та в Криму [71]. Таким чином, на території України створюються умови, що є придатними для завершення повного статевого розвитку малярійного плазмодія в організмі комара, окрім

Західного регіону для *Pl. falciparum* (табл. 3.7). Тож, формування маляріогенності території України безпосередньо залежить від територіального розподілу та меж коливання температури повітря у теплий період року.

При аналізі кліматичних особливостей, що забезпечують розвиток та підтримку життєдіяльності імаго комарів роду *Anopheles*, було встановлено, що для багатьох видів пік активної життєдіяльності забезпечується за температур, що коливаються в межах 25-30 °C [71]. Так, на території України близькими до оптимальних є умови, що сформувалися на Півдні та в Криму. Температура влітку тут сягає близько 22°C, а враховуючи майбутні зміни показників у цих регіонах до 2030 р., в середньому на 0,43 °C, вони забезпечать повноцінне існування дорослих особин комарів роду *Anopheles*.

Базуючись на середніх значеннях сезонних температур повітря, що є провідними при визначенні ризику розповсюдження малярії, було проаналізовано регіони України та визначено особливості поширення хвороби на території кожного з них (табл. 3.7.).

Наразі на території України існує помірний та стійкий ризик поширення малярії. Це пояснюється відносно тривалим періодом з температурами повітря вище 15 °C, що сприяє завершенню більшої кількості циклів спорогонії малярійними плазмодіями в організмі комара. Тривалість статевого розмноження *Pl. vivax* в організмі комара безпосередньо залежить від температурних показників і є найменшою на Півдні України (15 діб). Це становить підвищену небезпеку для регіону з огляду на можливість збільшення відсотка заражених комарів та відповідно вищий рівень захворюваності малярією.

Найбільш сприятливим регіоном для існування нових вогнищ малярії є Південь України. Тривалість спорогонії *Pl. vivax* скоротиться тут з 15 до 13 діб, що вплине на підвищення кількості пророблених циклів за епідсезон, збільшення частки інфікованих комарів та підвищення інтенсивності передачі малярії. Кількість днів з температурами повітря вище 15 °C тут найбільша –

від 183 до 189 діб. Це свідчить про відносно тривалий епідемічний сезон, що буде формувати зону з високим ризиком поширення малярії.

Отже, проведений аналіз можливості поширення малярії в Україні з врахуванням впливу кліматичних факторів на просторовий розподіл і забезпечення розвитку переносників і збудників інфекційного захворювання показує, що на території України наразі існує помірний та стійкий ризик поширення малярії, обумовлений наявністю оптимальних умов абіотичного середовища для її передачі. Прогнозовані зміни на період до 2030 р. сприятимуть виникненню нових вогнищ і відносно високого ризику розповсюдження малярії.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Екологічні аспекти перенесення малярії. До початку роботи було пройдено інструктаж з науковим керівником, розглянуто загальну інструкцію № 296 та інструкцію з пожежної безпеки № 62.

Охорона праці – це комплекс заходів та система, яка охоплює правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи та засоби. Метою цієї системи є збереження здоров'я та працездатності людини під час виконання праці. До цієї системи також належить комплекс протипожежних заходів, який містить запобігання пожежам та заходи з пожежної безпеки.

Дослідження для кваліфікаційної роботи були здійснені на основі аналізу вже зібраних даних та проведення статистичної обробки матеріалу.

Дані досліджень були оброблені за допомогою комп'ютерної техніки. При взаємодії з комп'ютером необхідно дотримуватися певних правил, які гарантують довготривалу експлуатацію комп'ютера і мінімізують негативний вплив деяких факторів на здоров'я користувача.

Робота на комп'ютерах охоплює дії, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. Ці негативні фактори включають:

1. Зорове навантаження: постійна концентрація на екрані комп'ютера може призводити до напруження зору і втоми очей. Довготривале використання комп'ютера може спричинити сухість, запалення або роздратування очей.

2. Опорно-руховий апарат: довгі періоди сидіння перед комп'ютером можуть призводити до проблем зі спиною, шиєю, плечима та руками. Неправильна посадка або погана організація робочого місця можуть сприяти розвитку м'язово-скелетних розладів.

3. Емоційний та психологічний напруження: Високий темп роботи, постійний стрес, нестабільність в робочому середовищі або велика кількість інформації можуть призводити до емоційного та психологічного напруження. Це може викликати втому, нервовість, тривогу та інші психологічні проблеми.

Персонал, що працює з комп'ютерами, має пройти навчання та інструктаж з питань охорони праці. Всі користувачі, які працюють з комп'ютерами, повинні бути ознайомлені з заходами безпеки та навичками надання першої медичної допомоги у випадку ураження електричним струмом.

Підключення комп'ютерів до електричної мережі повинно здійснюватися виключно за допомогою спеціально встановлених електричних розеток і вилок з заземленням. Використання проводів без вилок для підключення комп'ютера є забороненим.

Площа, яка припадає на одного користувача з дисплеєм, повинна бути не менше 6,0 м². Відстань між робочими місцями повинна бути не менше 1,5 метра в одному ряду і не менше 1,25 метра між рядами. У приміщеннях, де використовуються відео термінали, стіни повинні бути пофарбовані кольорами пастельних тонів. Фарбовані поверхні повинні мати матову фактуру. Допустимі рівні температури повітря в дисплейних залах повинні бути між +22°C і +24°C, а швидкість руху повітря не повинна бути менше 0,2 метра/сек.

Перед початком роботи на комп'ютері необхідно виконати наступні кроки:

1. Оглянути та упорядкувати робоче місце: Переконатися, що робоче місце знаходиться в належному стані і підготовлене до роботи. Видалити зайві предмети, організувати необхідні зони для роботи, такі як клавіатурний стіл, мишкова площинка та монітор.

2. Перевірити правильність підключення устаткування до електромережі: Переконатися, що комп'ютер, монітор та інші пристрої

правильно підключені до електромережі і вилки з'єднані з відповідними розетками. Впевнитися в належному заземленні.

3. Впевнитись в наявності захисного заземлення та підключення екранного провідника до корпусу процесора: Перевірити, чи наявне захисне заземлення для комп'ютера і його компонентів.

Для зменшення впливу шкідливих факторів під час роботи з комп'ютером рекомендується вжити такі заходи:

1. Встановлення фільтра на екран та його заземлення: Встановлення спеціального фільтра на екран комп'ютера допоможе зменшити випромінювання і забезпечити кращу якість зображення. Також важливо заземлити екран для зменшення електростатичного заряду.

2. Коректне розташування зображення на дисплеї: Рекомендується розмістити зображення на дисплеї на висоті 0,7-1,2 м від рівня підлоги. Це сприятиме комфортному позиціюванню очей під час роботи з комп'ютером і зменшить навантаження на шийну частину хребта.

3. Уникання відблисків на екрані: Позбутися відблисків на екрані можна шляхом належного розташування комп'ютера та джерел освітлення. Важливо уникати прямого сонячного світла або яскравого освітлення, які можуть створювати неприємні відблиски на екрані.

4. Правильна відстань від очей до екрана: Дотримання відстані від очей до екрана в межах 60-80 см протягом усього часу роботи на комп'ютері. Це допоможе забезпечити оптимальну фокусну відстань і зменшити напруження для очей.

5. Регулярні перерви під час роботи: Рекомендується працювати з комп'ютером не більше 40-45 хвилин, після чого робити перерву тривалістю 15-20 хвилин. Необхідно дати очам і тілу час відновитися та відпочити від монотонної роботи.

Вся робота, була належним чином спланована та виконана з дотриманням вимог охорони праці та правил техніки безпеки. Це гарантувало уникнення непередбачуваних ситуацій та нещасних випадків.

ВИСНОВКИ

1. В Україні зустрічаються малярійні комарі 5 видів, домінуючим видом є *Anopheles maculipennis*.

2. Кліматичні умови України та зміни температурних показників передбачають сприятливі умови для завершення повного статевого розвитку малярійними плазмодіями виду *Pl. vivax* та *Pl. malariae* в організмі комара у всіх регіонах країни влітку.

3. Ключовим фактором при формуванні маляріогенності території України виступають температурні показники, що свідчить про помірний та стійкий ризик поширення малярії, а їх прогнозовані зміни обумовлюють виникнення відносно високого ризику передачі захворювання у період до 8-10 жовтня.

Таким чином, у випадку появи інфікованих малярійними плазмодіями людей підвищиться ймовірність виникнення джерела інфекції, а наявність комарів роду *Anopheles* може забезпечити передачу збудника та сприяти формуванню місцевих осередків хвороби.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проводити інформаційні заходи свідомого туризму та вимушеної міграції населення під час військової агресії росії: своєчасна хімієпрофілактика, використання інсектицидів проти кровосисних комарів та захисного одягу..
2. При діагностиці захворювання на малярію, враховувати, що малярійний сезон в Україні триває з квітня по жовтень.
3. Контролювати вектори поширення збудників малярії кровосисними комарами: біотопи розвитку кровосисних комарів, дньовки, ізоляція хворих.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Безсимптомна малярія, еритропоез та плазмодій / В. І. Павліченко, О. Б. Приходько, Т. І. Ємець, Г. Ю. Малєєва // *Екологічні науки*. 2022. N 1. С. 99-103. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.1-40.18>.
2. Martens P, Hall L. Malaria on the move: human population movement and malaria transmission. *Emerg Infect Dis*. 2000 Mar-Apr;6(2):103-9. doi: 10.3201/eid0602.000202. PMID: 10756143; PMCID: PMC2640853.
3. Закон Рада <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1645-14#Text> (дата звернення 22.07.2023)
4. Закон Рада <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text> (дата звернення 22.07.2023)
5. Закон Рада <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/893-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення 22.07.2023)
6. Закон Рада <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0113282-07#Text> (дата звернення 22.07.2023)
7. Закон Рада <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0019488-11#Text> (дата звернення 22.07.2023)
8. Parry M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., 2007, *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 982pp.
9. Chen H, Zhu H, Sun T, Chen X, Wang T, Li W. Innovation? Empirical Evidence from Chinese Carbon Capture Companies. *Sustainability*. 2023; 15(2):1640. <https://doi.org/10.3390/su15021640> Does Environmental Regulation Promote Corporate Green I.
10. Верба Н. В. Малярія. // *Сучасні теоретичні та практичні аспекти клінічної медицини: науково-практична конференція з міжнародною*

участю, присвячена 150 річчю з дня народження В. В. Вороніна, Харків, 9-10 квітня 2020, С.75.

11. Нечипоренко О. В. До проблеми малярії в Україні / О. В. Нечипоренко, Н. В. Анциферова // *Актуальні питання експериментальної та клінічної медицини: матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, молодих вчених, лікарів та викладачі, Суми, 25–26 квітня 2007 р. : тези доповідей.* Суми, 2007. С. 51–52.

12. Mann, M. E., Bradley, R. S., & Hughes, M. K. (1999). Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical research letters*, 26(6), 759-762.

13. Stocker, T. (Ed.). (2014). *Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge university press.

14. Watts, N., Adger, W. N., Ayeb-Karlsson, S., Bai, Y., Byass, P., Campbell-Lendrum, D., ... & Costello, A. (2017). The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *The Lancet*, 389(10074), 1151-1164.

15. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, *et al.* 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. *Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK and New York, NY: Cambridge University Press.

16. Watts, N., W.N. Adger, S. Ayeb-Karlsson, *et al.* 2017. The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *Lancet* 389: 1151–1164.

17. Watts, N., M. Amann, S. Ayeb-Karlsson, *et al.* 2018. The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet* 391: 581– 630.

18. Watts, N., M. Amann, S. Ayeb-Karlsson, *et al.* 2018. The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet* 391: 581– 630.

19. Martens, W.J.M., T.H. Jetten & D.A. Focks. 1997. Sensitivity of malaria, schistosomiasis and dengue to global warming. *Clim. Change* 35: 145–156.
20. Detinova, T.S. 1962. Age-grouping methods in Diptera of medical importance, with special reference to some vectors of malaria. *Monogr. Ser. World Health Organ.* 47: 13–191.
21. Paaijmans, K.P., S. Blanford, A.S. Bell, *et al.* 2010. Influence of climate on malaria transmission depends on daily temperature variation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107: 15135–15139.
22. Craig, M.H., R.W. Snow & D. le Sueur. 1999. A climate-based distribution model of malaria transmission in sub-Saharan Africa. *Parasitol. Today* 15: 105–111.
23. Alonso, D., M.J. Bouma & M. Pascual. 2011. Epidemic malaria and warmer temperatures in recent decades in an East African highland. *Proc. Biol. Sci. R. Soc.* 278: 1661–1669.
24. Kelly-Hope, L.A., J. Hemingway & F.E. McKenzie. 2009. Environmental factors associated with the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Kenya. *Malar. J.* 8: 268.
25. Gething, P.W., D.L. Smith, A.P. Patil, *et al.* 2010. Climate change and the global malaria recession. *Nature* 465: 342–345.
26. Feachem, R.G., A.A. Phillips, J. Hwang, *et al.* 2010. Shrinking the malaria map: progress and prospects. *Lancet* 376: 1566–1578.
27. Walker, P.G.T., J.T. Griffin, N.M. Ferguson, *et al.* 2016. Estimating the most efficient allocation of interventions to achieve reductions in *Plasmodium falciparum* malaria burden and transmission in Africa: a modelling study. *Lancet Glob. Health* 4: E474–E484.
28. Omumbo, J.A., B. Lyon, S.M. Waweru, *et al.* 2011. Raised temperatures over the Kericho tea estates: revisiting the climate in the East African highlands' malaria debate. *Malar. J.* 10: 12.

29. Siraj, A.S., M. Santos-Vega, M.J. Bouma, *et al.* 2014. Altitudinal changes in malaria incidence in highlands of Ethiopia and Colombia. *Science* 343: 1154–1158.
30. Zhou, G., Y.A. Afrane, A.M. Vardo-Zalik, *et al.* 2011. Changing patterns of malaria epidemiology between 2002 and 2010 in Western Kenya: the fall and rise of malaria. *PLoS One* 6: e20318.
31. Afrane, Y.A., G. Zhou, A.K. Githeko, *et al.* 2014. Clinical malaria case definition and malaria attributable fraction in the highlands of western Kenya. *Malar. J.* 13: 405.
32. Alemu, K., A. Worku, Y. Berhane & A. Kumie, *et al.* 2014. Spatiotemporal clusters of malaria cases at village level, northwest Ethiopia. *Malar. J.* 13: 223.
33. Dhimal, M., B. Ahrens & U. Kuch. 2014. Species composition, seasonal occurrence, habitat preference and altitudinal distribution of malaria and other disease vectors in eastern Nepal. *Parasit. Vectors* 7: 540.
34. Dhimal, M., R.B. O'Hara, R. Karki, *et al.* 2014. Spatio-temporal distribution of malaria and its association with climatic factors and vector-control interventions in two high-risk districts of Nepal. *Malar. J.* 13: 457.
35. Dhimal, M., B. Ahrens & U. Kuch. 2014. Altitudinal shift of malaria vectors and malaria elimination in Nepal. *Malar. J.* 13: P26.
36. Dhimal, M., B. Ahrens & U. Kuch. 2015. Climate change and spatiotemporal distributions of vector-borne diseases in Nepal—a systematic synthesis of literature. *PLoS One* 10: e0129869.
37. Gone, T., M. Balkew & T. Gebre-Michael. 2014. Comparative entomological study on ecology and behaviour of *Anopheles* mosquitoes in highland and lowland localities of Derashe District, southern Ethiopia. *Parasit. Vectors* 7: 483.
38. Kweka, E.J., L. Kamau, S. Munga, *et al.* 2013. A first report of *Anopheles funestus* sibling species in western Kenya highlands. *Acta Trop.* 128: 158–161.

39. Pinault, L.L. & F.F. Hunter. 2011. New highland distribution records of multiple *Anopheles* species in the Ecuadorian Andes. *Malar. J.* 10: 236.
40. Pinault, L.L. & F.F. Hunter. 2011. New highland distribution records of multiple *Anopheles* species in the Ecuadorian Andes. *Malar. J.* 10: 236.
41. Asante, K.P., S. Abdulla & S. Agnandji. 2011. Safety and efficacy of the RTS,S/AS01 candidate malaria vaccine given with expanded-programme-on-immunisation vaccines: 19 month follow-up of a randomised, open-label, phase 2 trial (vol. 11, pg 741, 2011). *Lancet Infect. Dis.* 11: 727– 727.
42. Garamszegi, L.Z. 2011. Climate change increases the risk of malaria in birds. *Glob. Change Biol.* 17: 1751– 1759.
43. Zamora-Vilchis, I., S.E. Williams & C.N. Johnson. 2012. Environmental temperature affects prevalence of blood parasites of birds on an elevation gradient: implications for disease in a warming climate. *PLoS One* 7: e39208.
44. Loiseau, C., R.J. Harrigan, A.J. Cornel, *et al.* 2012. First evidence and predictions of *Plasmodium* transmission in Alaskan bird populations. *PLoS One* 7: e44729.
45. White, N.J. 2008. *Plasmodium knowlesi*: the fifth human malaria parasite. *Clin. Infect. Dis.* 46: 172– 173.
46. Martens, W.J.M., L.W. Niessen, J. Rotmans, *et al.* 1995. Potential impact of global climate-change on malaria risk. *Environ. Health Perspect.* 103: 458– 464.
47. Martens, W.J.M., L.W. Niessen, J. Rotmans, *et al.* 1995. Potential impact of global climate-change on malaria risk. *Environ. Health Perspect.* 103: 458– 464.
48. Tanser, F.C., B. Sharp & D. le Sueur. 2003. Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa. *Lancet* 362: 1792– 1798.

49. van Lieshout, M., R.S. Kovats, M.T.J. Livermore, *et al.* 2004. Climate change and malaria: analysis of the SRES climate and socio-economic scenarios. *Glob. Environ. Change* 14: 87–99.
50. Ermert, V., A.H. Fink, A.P. Morse, *et al.* 2012. The impact of regional climate change on malaria risk due to greenhouse forcing and land-use changes in tropical Africa
51. Caminade, C., S. Kovats, J. Rocklov, *et al.* 2014. Impact of climate change on global malaria distribution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 111: 3286–3291.
52. Tonnang, H.E., R.Y. Kangalawe & P.Z. Yanda. 2010. Predicting and mapping malaria under climate change scenarios: the potential redistribution of malaria vectors in Africa. *Malar. J.* 9: 111.
53. Володимир Миколайович Домацький, Олена Іванівна Сівкова, Вплив кліматогеографічних умов на розширення ареалу іксодових кліщів, *Entomology and Applied Science Letters*, 10.51847/zyarbFSUps, 10, 2, (1-9), (2023).
54. ВООЗ. Всесвітній звіт про малярію 2018 ; Всесвітня організація охорони здоров'я: Женева, Швейцарія, 2018; Доступно в Інтернеті: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275867/9789241565653-eng.pdf?ua=1> (дата доступу: 23 липня 2023 р.).
55. Беляєв А.Є.; Рибалка, В.М.; Лисенко А.Я.; Абрашкін-Жучков Р.Г.; Алексєєва М.І.; Арсенєєва Л.П.; Бабаєва, О.В.; Горбунова, Ю.П.; Дашкова Н.Г.; Кошелев, Б. А. Plasmodium vivax: Подальші спостереження за поліморфізмом у зв'язку з тривалістю екзоеритроцитарного розвитку. В Малярійні паразити ссавців ; АН УРСР Серія Протозоологія, Вип.11; наука: СРСР, 1986; С. 40–157.
56. ВООЗ. Рекомендації щодо запобігання повторному занесенню малярії ; Регіональне бюро ВООЗ для Східного Середземномор'я: Каїр, Єгипет, 2007. С. 49 (дата доступу: 23 липня 2023 р.).

57. Воронова Н.В. Кровосисні двокрили (Diptera) степового Придніпров'я: монографія / Воронова Н.В., Горбань В.В., Павліченко В.В. Запоріжжя: ЗНУ, 2008. 208 с.
58. Рудік В. А. Аналіз видового складу, поширення і сезонне співвідношення малярійних комарів Північнозахідного Причорномор'я: Природничий альманах (біологічні науки). Одеса, 2019. №. 26. С. 157-170.
59. Гетінг, П.В. , Сміт, Д.Л. , Патіл, А.П. , Тейм, А.Дж. , Сноу, Р.В. та Хей, С.І. (2010). Зміна клімату та глобальна рецесія малярії . *Nature* , 465 , 342 – 345 .
60. Rodriguez-Barraquer, I. , Cordeiro, MT , Braga, C. , de Souza, WV , Marques, ET & Cummings, DAT (2011). Від повторної появи до гіперендемії: природна історія епідемії денге в Бразилії . *PLoS Negl. Троп. дис.* , 5 , e935.
61. Томас, С. М. , Обермайр, У. , Фішер, Д. , Крейлінг, Дж. і Байєркунлайн, К. (2012). Низькотемпературний поріг виживання яєць постдіапаузного та недіапаузного європейського штаму Едіну, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) . *паразит. Вектори* , 5 , 100 .
62. М. І. Голубятников, О. Ю. Бахмуцан, О. І. Борисенко Про завізні випадки малярії на територію України // Вісник морської медицини. 2019. №1 (82). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pro-zavizni-vipadki-malyariyi-na-teritoriyu-ukrayini> (дата доступу: 23.07.2023). <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2639545>
63. Андрій М. Заморока. Біотехнологічні бактерії здатні здолати малярію. <http://www.naturalist.if.ua/?p=5322> (дата звернення 28.07.2023)
64. Вікіпедія <http://uk.wikipedia.org> (дата звернення 28.07.2023)
65. Павліченко В. І. Сучасні біологічні дослідження збудника триденної малярії / В. І. Павліченко // Екологічні науки. 2019. № 1(24), Т.1. С. 126-129. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-22>
66. Метеорологічний архів Запоріжжя - meteoblue <https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/historyclimate/weatherarchive/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE>

%D1%80%D0%BE%D0%B6%D1%8C%D0%B5_%D0%A3%D0%BA%D1%80
%D0%B0%D0%B8%D0%BD%D0%B0_687700

67. Шевченко, О. (2014). Оцінка вразливості до зміни клімату. Кліматичний форум східного партнерства та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату. 74 С.

https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2014/07/ukraine_cc_vulnerability.pdf

68. Manguin, S., Carnevale, P., & Mouchet, J. (2008). Biodiversity of malaria in the world. Paris: John Libbey Eurotext. P. 464
https://www.librairiemedicale.com/en/catalogue/doc/biodiversity-of-malaria-in-the-world_592/lm_ouvrage.dhtml

69. Методичні вказівки до контролю переносників трансмісивних хвороб / Горбань В.В., Воронова Н.В. Запоріжжя: *Запорізький національний університет*, 2008. 53 с.

70. Польовий, А., Божко, Л., Дронова. Аналіз тенденції змін термічних показників агрокліматичних ресурсів в Україні за період до 2030–2040- 2011.№9.С.90-99. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2011_9_13

71. О.Г. Забарна, О.О. Халаїм. Оцінка впливу температурних показників на формування маляріогенності території України. *Національний університет «Києво-Могилянська академія»* 4(86)2016. Інфекційні хвороби. https://www.researchgate.net/publication/313593234_OCINKA_VPLIVU_TEMP ERATURNIH_POKAZNIKIV_NA_FORMUVANNA_MALARIOGENNOSTI_T ERITORII_UKRAINI

ДОДАТОК

Таблиця А – Тривалість спорогонії *Pl.vivax* в малярійних комарах за різних температур (за методом Оганова-Раєвського) [69].

Температура повітря, °С	Тривалість всього процесу, кількість діб	% розвитку спорогонії за 1 добу до завершеного процесу	Температура повітря, °С	Тривалість всього процесу, кількість діб	% розвитку спорогонії за 1 добу до завершеного процесу
16,0	55	1,82	19,0	24,5	4,08
16,1	53	1,89	19,1	24	4,16
16,2	51	1,96	19,2	23,5	4,26
16,3	49	2,04	19,3	23	4,35
16,4	47	2,13	19,4	22,5	4,44
16,5	45	2,22	19,5	22	4,55
16,6	44	2,27	19,6	21,5	4,65
16,7	42,5	2,35	19,7	21	4,76
16,8	41	2,44	19,8	20,5	4,88
16,9	40	2,5	19,9	20	5,00
17,0	38,5	2,6	20,0	19	5,26
17,1	37	2,7	20,1-20,3	18,5	5,4
17,2	36	2,78	20,4-20,6	18	5,55
17,3	35	2,86	20,7-20,9	17,5	5,74
17,4	33	3,03	21,0	17	5,8
17,5	32	3,12	21,1-21,3	16,5	6,06
17,6	31,5	3,17	21,4-21,6	16	6,25

Продовження табл. додатку					
17,7	31	3,22	21,7-21,9	15,5	6,45
17,8	30	3,33	22,0	15	6,66
17,9	29,5	3,39	22,1-22,3	15	6,66
18,0	29	3,45	22,4-22,6	14,5	6,9
18,1	28,5	3,51	22,7-22,9	14	7,14
18,2	28	3,57	23,0	13	7,7
18,3	27,5	3,64	23,1-23,3	12,5	8,0
18,4	26	3,85	23,4-23,6	12,5	8,0
18,5	26	3,85	23,7-23,9	12,5	8,0
18,6	25,5	3,92	24	12	8,33
18,7	25,5	3,92	24,1-24,4	11,5	8,7
18,8	25	4,0	24,5-24,9	11	9,09
18,9	25	4,0	25,0 -25,5	11	9,09
			25,6 -25,9	9,5	9,52
			26,0 -26,4	9,0	11,11
			26,5 -26,9	8,5	11,8
			27,0 -27,4	8	12,5
			27,5 -27,9	7,5	13,3
			28,0	7	14,2