

**ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ КАРТ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДЕЯКИХ БІБЛІОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗА ТЕМАТИКОЮ «ПШЕНИЦЯ-ПОЛБА»****Л. І. Реліна, О. В. Голік, Н. Ю. Єгорова, В. М. Ожерельєва, О. Г. Наумов***Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України пр. Героїв Харкова 142, м. Харків-61061, Україна*

**Актуальність.** Пшениця-полба є об'єктом різноманітних досліджень, що обумовлює велику кількість публікацій з цієї тематики. Для аналізу таких масивів літературних джерел використовують бібліометричний підхід. Є різні способи візуалізації результатів бібліометричного аналізу, включаючи теплові карти, які на нашу думку можна використовувати ширше. **Мета.** Нашою метою було проведення бібліометричного аналізу публікацій за тематикою «пшениця-полба» з використанням теплових карт. **Матеріали і методи.** Пошук публікацій проводили в наукометричних базах Scopus, Web of Science (WoS), Lens та Pubmed. Всього для аналізу було відібрано 2215 документів, опублікованих за період з 1905 р. по травень 2025 р. Діаграми будували в Microsoft Excel. Теплові карти були побудовані за допомогою Google Sheet та GPT. **Результати.** Бібліометричний аналіз зведених даних з декількох наукометричних баз показав, що публікаційна активність за тематикою «пшениця-полба» досягла максимуму в 2021 р., після чого почала знижуватись. Найбільше всього робіт (40%) було опубліковано у співробітництві між різними організаціями однієї країни. Встановлено, що Ізраїль, Китай, Італія, Німеччина, Туреччина та Велика Британія є лідерами за показником кількості публікацій у цій сфері знань, а журнали *Theoretical and Applied Genetics*, *Genetic Resources and Crop Evolution*, *Euphytica* і *Vegetation History and Archaeobotany* є провідними виданнями, причому країни-лідери мають тенденцію публікуватися саме в цих журналах. Також проаналізовано динаміку публікаційної діяльності країн та журналів за тематикою «пшениця-полба». **Висновки.** Аналіз публікацій за допомогою вбудованого інструментарію наукометричної бази WoS дозволив виділити організації, які є найбільшими спонсорами досліджень пшениці-полби. Серед установ фінансуючих такі дослідження особливо виділяється *The National Natural Science Foundation of China (NSFC)*. Проведений бібліометричний аналіз показав, що теплові карти – досить наочний і інформативний підхід для візуалізації бібліометричних параметрів.

**Ключові слова:** *Triticum dosocum*, *Triticum dicoccoides*, наукометрія, картографування даних, динаміка досліджень, регіональні тенденції

**Вступ.** Пшениця-полба стала об'єктом багатьох досліджень через декілька причин. По-перше, це сплеск інтересу значної частини населення до стародавніх культур, як джерела натуральної та здорової їжі, протягом останніх десятиліть [1]. По-друге, можливість використання пшениці-полби (особливо дикої полби) як джерела генів стійкості до абіотичних (посуха [2], спека [3, 4], засоленість [5, 6]) і біотичних (грибні патогени [7–9]) стресових факторів. По-третє, завдяки невибагливості до умов вирощування придатність пшениці-полби до низькозатратних технологій вирощування [10], а також до

органічного виробництва [11]. По-четверте, роль і місце полби в походженні та еволюції сучасних видів пшениці, що пояснює велику кількість її фундаментальних досліджень пшениці-полби та споріднених видів [12–14]. По-п'яте, значення пшениці-полби, однієї з перших сільськогосподарських культур, що вирощувалися в прадавніх поселеннях в епохи мезоліту та неоліту, яка обумовлює низку палео- та археоботаничних досліджень [15, 16]. Це пояснює великий обсяг різноманітних публікацій, де розглядаються різні аспекти біології та використання пшениці-полби.

**Інформація про авторів:**

**Реліна Ліана Ісааківна**, канд. біологічних наук, с. н. с., провідний науковий співробітник, e-mail: lianaisakovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2833-5841>.

**Голік Олег Вікторович**, доктор с.-г. наук, с. н. с., головний науковий співробітник лаб. селекції пшениці, e-mail: golik.oleg.vi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9893-8037>

**Єгорова Наталія Юріївна**, канд. економічних наук, с. н. с., керівник відділу науково-методологічного забезпечення та інтелектуальної власності, e-mail: yuriev1908marketing@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8134-9893>

**Ожерельєва Валентина Миколаївна**, канд. історичних наук, с. н. с., провідний науковий співробітник, e-mail: valentyana.g100@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2652-2857>

**Наумов Олексій Германович**, канд. с.-г. наук, с. н. с., e-mail: alnaum@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0092-1251>

Поряд з традиційними оглядами літератури дослідники все частіше використовують бібліометричний аналіз [17]. Саме бібліометричний аналіз призначено для оцінки великих масивів різнонаправлених літературних джерел. Наразі майже усі бази-бібліотеки наукової літератури мають вбудовані інструменти для бібліометричного аналізу. Будь-яка база надасть інформацію про динаміку кількості публікацій. Такі наукометричні бази, як Scopus, Web of Science, Lens, мають більш розширені можливості аналізу основних бібліометричних показників. Крім того, розроблено декілька застосунків спеціально для бібліометричного аналізу, найбільш популярними з яких є VOSviewer та Biblioshiny. Для візуалізації результатів бібліометричного аналізу використовують різноманітні підходи: лінійні графіки та гістограми, мапи взаємозв'язків, діаграми-«дерева», теплові карти та інше. Останнім часом теплові мапи набули великої популярності в науковій спільноті, оскільки вони дозволяють дуже наочно представляти числові дані. Теплова карта – це графічне представлення даних, при якому окремі значення, що містяться в матриці, візуалізовано у вигляді кольорів різної насиченості. Теплові карти використовуються для візуалізації результатів оцінки деяких бібліометричних показників як вбудованим інструментарієм наукометричних баз, так і застосунком Biblioshiny. Однак, нам здалося, що можливості використання теплових карт у бібліометричному аналізі можна розширити. Отже, ми поставили за мету проаналізувати основні бібліометричні показники публікаційної діяльності з тематики «пшениця-полба» за допомогою теплових карт.

**Матеріали і методи.** Для того, щоб отримати повну картину публікаційної діяльності за тематикою «пшениця-полба», ми використали ключові слова для пошуку літератури в декількох найбільш популярних наукометричних базах: Scopus, Web of Science (WoS), Lens та Pubmed. Період отримання даних з 1 травня по 10 травня 2025 р. Робота з наукометричними базами проводилася у бібліотеці Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Для пошуку використали наступні терміни: "emmer" або "emmer wheat", або "wild emmer", або "Triticum dicoccum", або

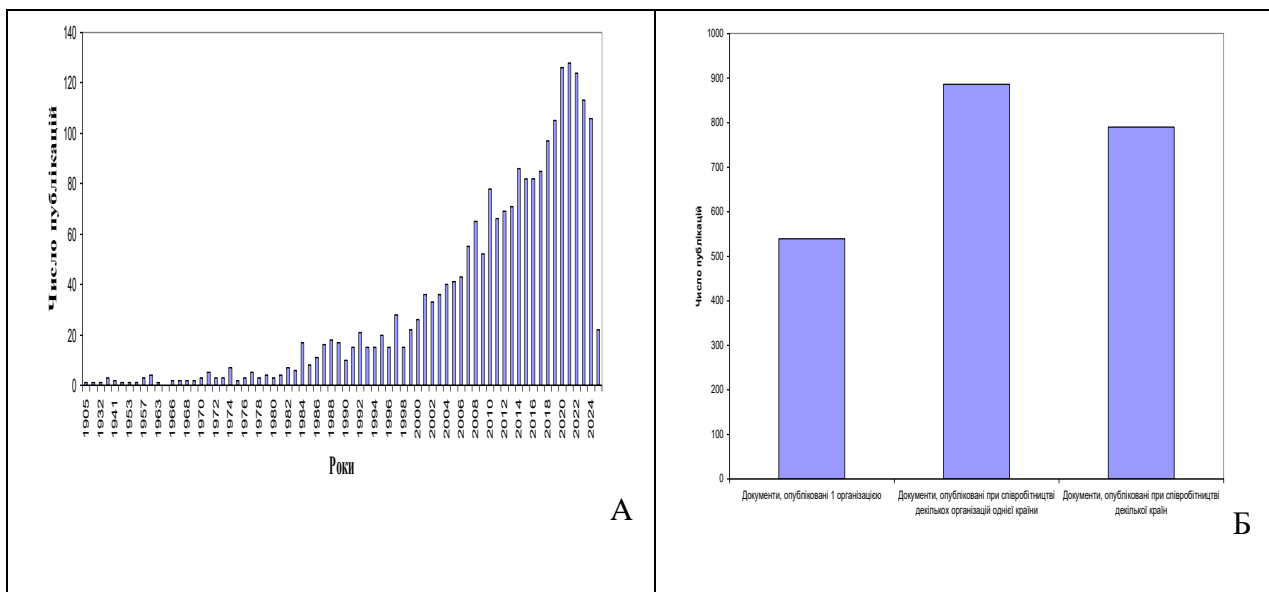
"Triticum turgidum subsp. dicoccum", або "Triticum turgidum var. dicoccum", або "Triticum dicoccon", або "Triticum turgidum subsp. Dicoccon", або "Triticum turgidum var. dicoccon", або "Triticum dicoccoides", або "Triticum turgidum subsp. dicoccooides", або "Triticum turgidum var. dicoccooides". В аналіз включали роботи, надруковані англійською, а також на національних мовах, якщо вони мали резюме англійською.

При пошуку було виявлено, що перші публікації, присвячені пшениці-полбі, з'явилися у 1905 р., тож тривалість публікаційної діяльності, що аналізували, охоплювала період з 1905 р. по травень 2025 р. Всього було знайдено 4776 документів, які включали експериментальні статті, оглядові статті, книги, розділи книг та матеріали конференцій. Для об'єднання масивів літератури, виділених з різних наукометричних баз, в Microsoft Excel була побудована зведена таблиця, з якої ми видалили неповні дані, хибно позитивні знахідки (там, де Emmer було прізвище автора), та дублікати. Наприкінці в зведеній таблиці для аналізу було залишено 2215 документів. Діаграми будували в Microsoft Excel. Теплові карти з анотаціями в комірках були побудовані в Google Sheet, а матричні теплові карти з осями і шкалою в Google Colab за допомогою коду Python, який був складений GPT або Gemini. Інформація про агенції, що фінансують дослідження полби, відтворена за допомогою бібліометричного аналітичного інструментарію WoS.

**Результати та обговорення.** На рис. 1А видно, що кількість публікацій за тематикою «пшениця-полба» почала стабільно зростати з середини 1980 р., досягнувши піка в 2021 р. (128 публікацій), після чого кількість публікацій почала зменшуватися. Чи означає це згасання інтересу дослідників до пшениці-полби? Shewry PR & Hey S (2015) доводять, що древні види пшениці не кращі за вмістом біоактивних речовин ніж сучасні сорти [18]. Згідно з даними наукометричної бази Scopus ця робота є однією з найбільш цитованих (215 цитувань). Надії, що білки полб'яної клейковини зовсім не містять епітопів, що викликають целиакію, не справдилися [19], і дієта на основі полби викликала загострення чутливості до пшениці нецелиакійної етіології у добровольців-учасників

двох рандомізованих досліджень [20]. Однак, ми вважаємо, що на теперішній час зарано робити остаточні висновки, оскільки теперішнє зменшення числа публікацій може бути черговим коливанням публікаційної активності, які вже спостерігалися в минулі роки. Пшениця-полба навряд чи вичерпала свій потенціал. В останні роки в науковій спільноті все частіше обговорюються перспективи персоналізованого харчування, тобто надан-

ня рекомендацій щодо харчування та продуктів харчування на основі генетики людини та генетичних особливостей сировини для виготовлення їжі [21]. Спектр імуногенних епітопів стародавніх видів пшениці відрізняється від спектру епітопів сучасних [22, 23], що може стати основою персоналізованих дієт. Крім того, пшениця-полба залишається джерелом ознак стійкості до спеки, посухи, засолення та хвороб (див. вище).



**Рис. 1. Публікаційна активність за тематикою «пшениця-полба».**  
**А – динаміка активності; Б – рівень співробітництва.**

Проведений аналіз показав, що найчастіше публікації в цій галузі знань робляться у співробітництві між різними організаціями однієї країни 40% (рис. 1Б). Рівень співробітництва між країнами теж досить високий – 36%. І тільки 24% документів було опубліковано однією організацією.

Теплова карта на (рис. 2А) демонструє внесок кожної країни в загальну кількість публікацій. В цілому 87 країн опублікували як мінімум 1 документ, пов'язаний з дослідженнями пшениці-полби. Лідером за цим показником виявився Ізраїль, що можна пояснити тим, що в Ізраїлі збереглося багато популяцій дикої полби, які активно досліджуються ізраїльськими вченими [24]. Далі за кількістю публікацій ідуть Китай де рід *Triticum* взагалі викликає великий інтерес. Потім США знаходиться в списку топових країн у багатьох галузях досліджень, тож велика кількість досліджень пшениці-полби тут не є особливістю. Німеччина в багатьох європейських країнах пшениця-полба розглядається

як цінна сировина для харчової промисловості, тож цей вид пшениці набув у Німеччині великої популярності і інтенсивно вивчається. Італія – де природно цікавляться усіма видами тетраплоїдної пшениці, як сировини для макаронних виробів. Крім того, саме в Італії почалося відродження пшениці-полби [25]. Туреччина – де теж збереглися популяції дикої полби [26]. Крім того, Туреччина – одна з небагатьох країн, де пшеницю-полбу вирощували постійно [27]. Японія – японські дослідники приділяли велику увагу фундаментальним питанням походження, окультурення та еволюції пшениці, і їх роботи в цьому напрямку стали одними з найбільш цитованих, наприклад [28]. Велика Британія – де проводиться багато палео- та археоботаничних досліджень [29, 30].

Теплова карта на рисунку 2Б демонструє кількість організацій у кожній країні, які задіяні в дослідженнях полби. Слід зауважити, що далеко не завжди велика кількість організацій, що працюють в цій галузі,

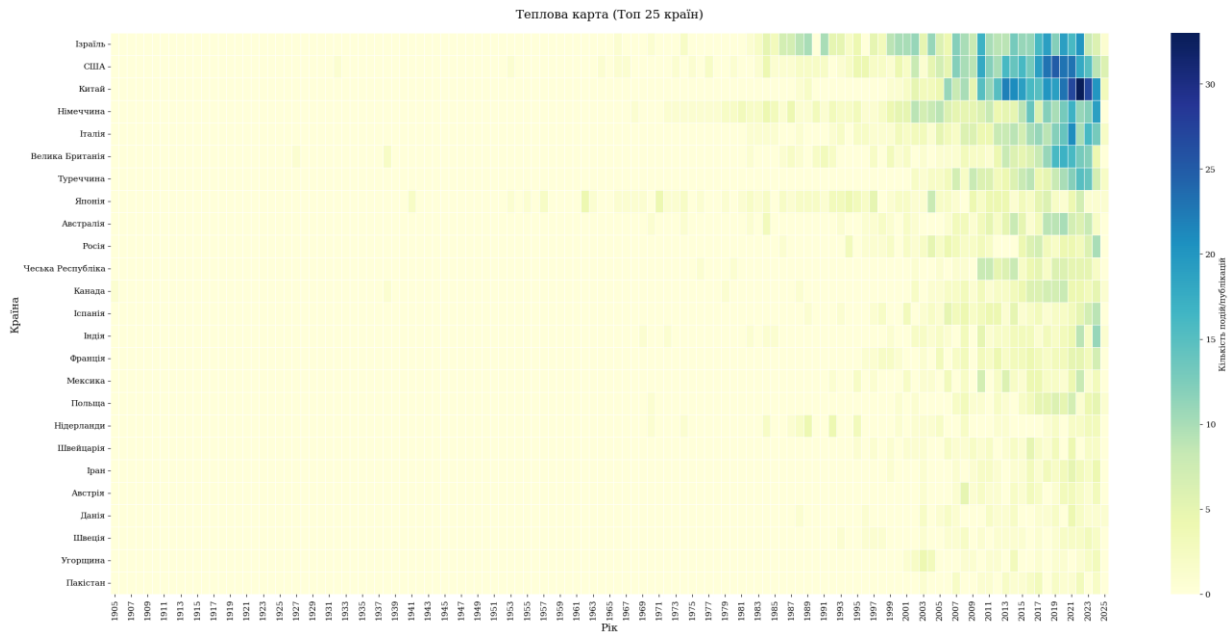
Ізраїль 430	Бельгія 13	Уругвай 3	Китай 201	Бельгія 9	Албанія 2
Китай 328	Фінляндія 11	Албанія 2	США 135	Мексика 9	Алжир 2
США 258	Греція 11	Азербайджан 2	Італія 111	Сербія 9	Південна Корея 2
Німеччина 253	Сирія 11	Бразилія 2	Німеччина 85	Словаччина 9	Ліван 2
Італія 207	Норвегія 10	Естонія (Ест. РСР) 2	Франція 81	Єгипет 8	Перу 2
Туреччина 102	Казахстан 9	Індонезія 2	Туреччина 70	Норвегія 8	Таїланд 2
Японія 94	Румунія 9	Непал 2	Велика Британія 63	Вірменія 7	В'єтнам 2
УК 88	Сербія 9	Перу 2	Австралія 51	Болгарія 7	Ємен 2
Канада 59	Аргентина 8	Таїланд 2	Індія 51	Казахстан 7	Андорра 1
Австралія 57	Йорданія 8	В'єтнам 2	Іспанія 44	Кенія 7	Білорусь 1
Чеська Республіка 57	Єгипет 7	Алжир 1	Японія 40	Хорватія 6	Боснія і Герцеговина 1
Франція 50	Арменія 6	Андорра 1	Канада 38	Грузія 6	Камерун 1
Польща 45	Марокко 6	Боснія і Герцеговина 1	Росія 37	Малайзія 6	Колумбія 1
Росія 45	Судан 6	Камерун 1	Україна 35	Марокко 6	Коста-Ріка 1
Іспанія 42	Болгарія 5	Колумбія 1	Польща 30	Чилі 5	Індонезія 1
Мексика 41	Хорватія 5	Коста-Ріка 1	Ізраїль 25	Фінляндія 5	Ірак 1
Індія 39	Кенія 5	Ірак 1	Пакистан 23	Йорданія 5	Лівія 1
Нідерланди 34	Південна Корея 5	Лівія 1	Нідерланди 21	Нова Зеландія 5	Литва 1
Швейцарія 29	Нова Зеландія 5	Литва 1	Данія 18	Північна Македонія 5	Чорногорія 1
Іран 25	Словенія 5	Чорногорія 1	Іран 17	Словенія 5	Непал 1
Україна 24	Бангладеш 4	Північна Македонія 1	Чеська Республіка 16	Сирія 5	Оман 1
Австрія 23	Беларусь 4	Філіппіни 1	Греція 16	Бангладеш 4	Філіппіни 1
Данія 22	Чилі 4	Сенегал 1	Швейцарія 16	Бразилія 4	Сенегал 1
Угорщина 17	Грузія 4	Південно-Африканська Республіка 1	Ефіопія 15	Португалія 4	Південна Африка 1
Саудівська Аравія 17	Ірландія 4	Шрі-Ланка 1	Аргентина 14	Саудівська Аравія 4	Шрі-Ланка 1
Швеція 17	Малайзія 4	Таджикистан 1	Австрія 14	Азербайджан 3	Судан 1
Пакистан 15	Ліван 3	Туніс 1	Угорщина 14	Естонія 3	Таджикистан 1
Словакія 15	Оман 3	Узбекистан 1	Румунія 12	Ірландія 3	Туніс 1
Ефіопія 14	Португалія 3	Ємен 1	Швеція 11	Уругвай 3	Узбекистан 1
А			Б		

Рис. 2. Розподіл країн по тематиці «пшениця-полба» за числом публікацій (А) та за кількістю установ (Б).

забезпечує високу публікаційну активність. Так, Ізраїль займає 16-те місце за кількістю організацій, але перше місце – за кількістю публікацій, що свідчить про високу ефективність роботи ізраїльських установ з точки зору публікаційної діяльності. У той же час Індія на 8-му місці за числом організацій, але на 17-му – за кількістю публікацій. Також з цих теплових карт можна чітко побачити, в

яких країнах пшениця-полба є випадковим об'єктом дослідження, а не систематичним напрямом.

На тепловій карті (рис. 3) можна оцінити темпоральні зміни в дослідницькій діяльності країн за тематикою «пшениця-полба». Можна побачити, що Німеччина давно звернула увагу на цю культуру (ранні публікації були присвячені систематиці та колекціям

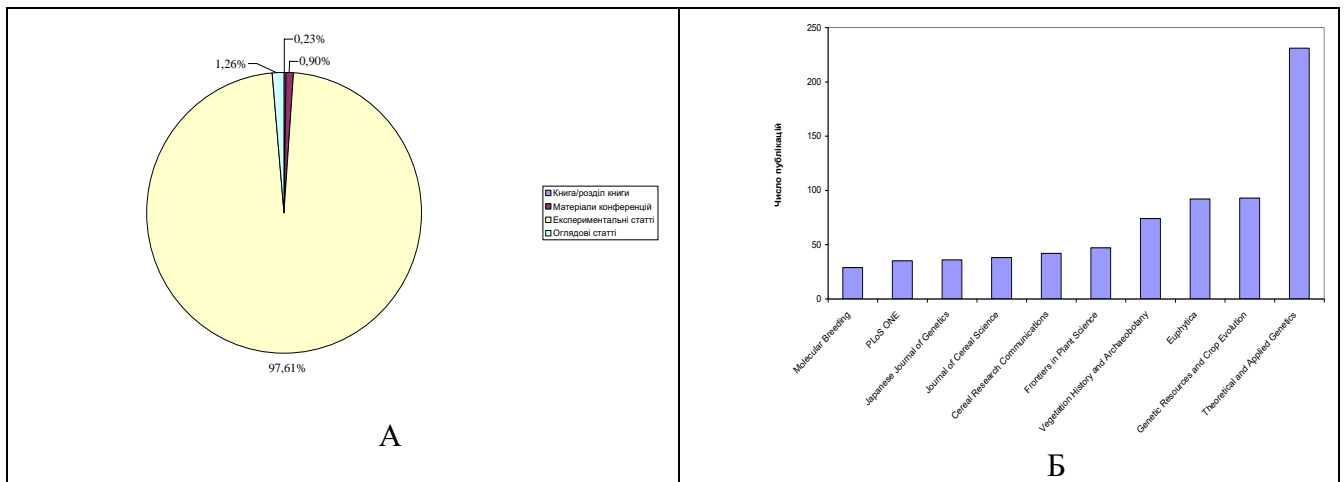


**Рис. 3. Динаміка публікаційної активності 25 найбільш продуктивних країн, задіяних в дослідженнях пшениці-полби.**

генетичних ресурсів) і потім досить стабільно її вивчала. Ізраїльські вчені підключилися до цієї тематики на початку 1980-х рр. і досить стабільно нарощували публікаційну активність. Китай зробив ривок у цьому напрямку на початку цього тисячоліття і теж постійно збільшував кількість публікацій. Приблизно така ж динаміка простежується

для американських, британських, італійських та турецьких дослідників.

Статті (експериментальні і оглядові) в журналах складають майже 99 % від загальної кількості друкованих робіт, які аналізували (рис. 4А), тому надалі ми приділили увагу саме оцінкам найбільш популярних журналів серед дослідників полби.



**Рис. 4. Видання по тематиці «пшениця-полба»  
А – типи документів; Б – топові журнали.**

Діаграма на рис. 4Б демонструє 10 топових за кількістю публікацій журналів у цій сфері досліджень, а серед них особливо виділяються *Theoretical and Applied Genetics*, *Genetic Resources and Crop Evolution*, *Euphytica* і *Vegetation History and Archaeobotany*.

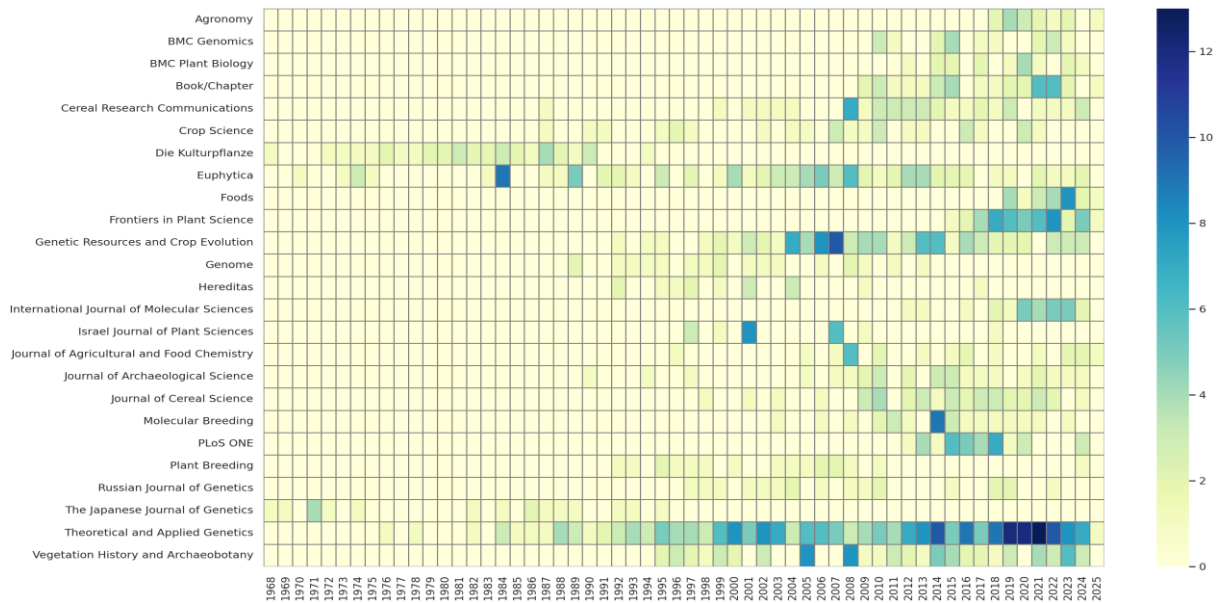
Теплова карта на рис. 5 демонструє ча-

сові зміни в кількості опублікованих в основних журналах документів, де повідомлялись результати досліджень по пшениці-полбі. Можна помітити, що *Die Kulturpflanze*, *Euphytica* та *The Japanese Journal of Genetics* були серед перших видань, які почали публікувати дані по пшениці-полбі. Враховуючи

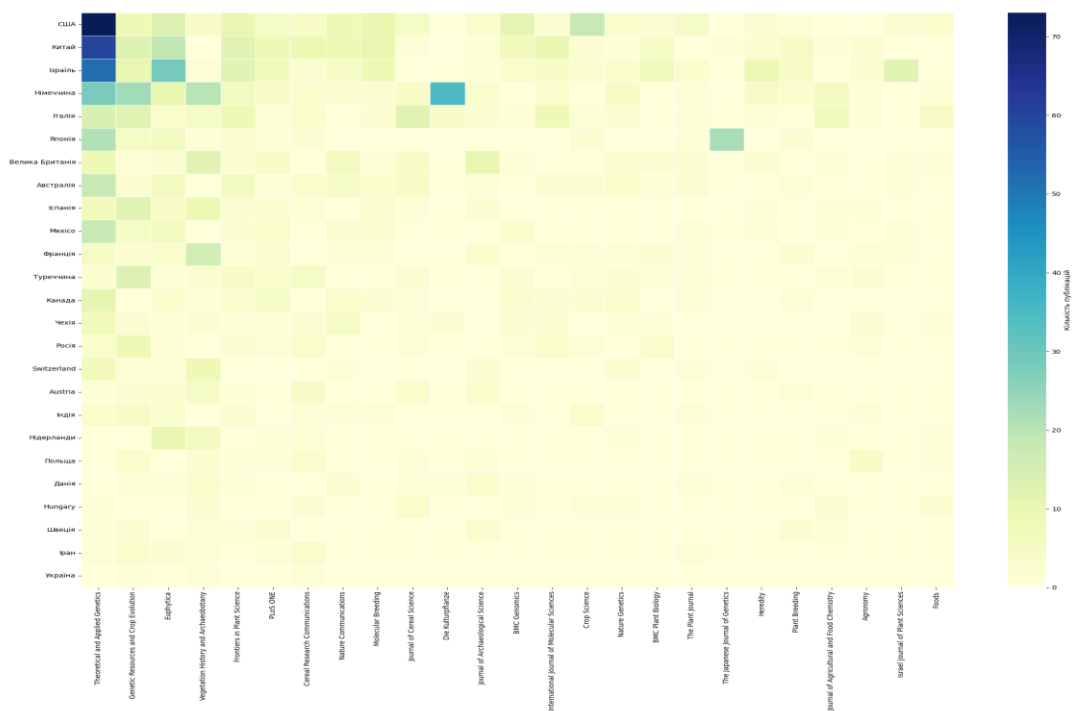
те, що німецький журнал *Die Kulturpflanze* пізніше трансформувався в міжнародний журнал *Genetic Resources and Crop Evolution*, це видання має найдовший досвід публікаційної активності за тематикою «пшениця-полба». Також досить тривалою така активність є у журналу *Theoretical and Applied Genetics*. Після 2010 р. значно зросла кіль-

кість публікацій в журналах *Frontiers in Plant Science*, *PLoS ONE* та *Vegetation History and Archaeobotany*. Вихід журналу *Vegetation History and Archaeobotany* з відносно вузькою тематикою в лідери свідчить про сплеск інтересу до ролі і місця пшениці-полби на зорі становлення сільського господарства.

Теплова карта на рис. 6 демонструє,



**Рис. 5. Динаміка публікаційної активності 25 основних журналів за тематикою «пшениця-полба».**



**Рис. 6. Взаємозв'язок «країна – журнал» (25 основних країн і 25 основних журналів).**

яким журналам віддають перевагу вчені різних країн для публікації результатів досліджень по пшениці-полбі. Помітно, що краї-

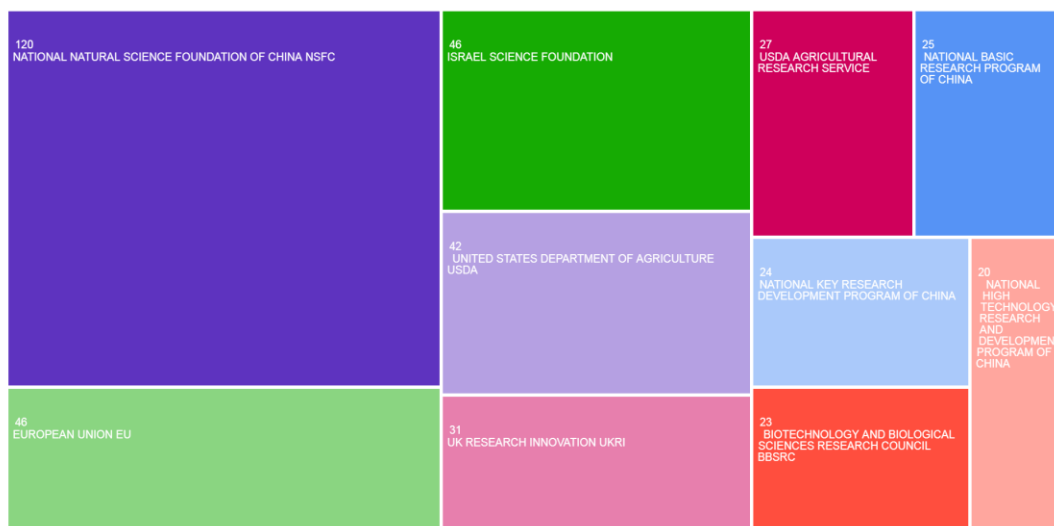
ни, які роблять найбільші внески за показником кількості публікацій (Ізраїль, Китай, США), зазвичай публікують свої результати

в журналах із топового списку, таких як *Theoretical and Applied Genetics*, *Genetic Resources and Crop Evolution*, *Euphytica*, і т.д.

На рис. 7 представлена «діаграма-дерево», яка ілюструє 10 найпотужніших організацій, які фінансують дослідження пшениці-полби. The National Natural Science Foundation of China (NSFC) є найбільшим джерелом фінансування досліджень пшениці-полби,

що пояснює велику кількість робіт, опублікованих китайськими вченими. Серед великих спонсорів таких досліджень також ізраїльський фонд, Департамент сільського господарства США, Рада з біологічних наук та біотехнології Великої Британії, Дослідницько-інноваційний центр Великої Британії, а також інші фінансуючі агенції Китаю.

**Висновки.** Бібліометричний аналіз зве-



**Рис. 7.** Десять організацій– найбільших спонсорів досліджень пшениці-полби (дані WoS).

дених даних з декількох наукометричних баз показав, що публікаційна активність за тематикою «пшениця-полба» досягла максимуму в 2021 р., після чого почала знижуватись. Було визначено провідні журнали в цій галузі знань (*Theoretical and Applied Genetics*, *Genetic Resources and Crop Evolution*, *Euphytica* і *Vegetation History and Archaeobotany*), краї-

ни-лідери (Ізраїль, Китай, Італія, Німеччина, Туреччина та Велика Британія). Також проаналізовано темпоральну еволюцію публікаційної діяльності країн та журналів за тематикою «пшениця-полба». Проведений бібліометричний аналіз показав, що теплові карти – досить наочний і інформативний підхід для візуалізації бібліометричних параметрів.

### Використана література

1. Agronomic and kernel quality of ancient wheats grown in central and Southern Italy / F. Stagnari et al. // *Cereal Research Communications*. 2008. Vol. 36. P. 313–326. URL: <https://doi.org/10.1556/CRC.36.2008.2.11>.
2. Differential response of wild and cultivated wheats to water deficits during grain development: changes in soluble carbohydrates and invertases / Y. Suneja et al. // *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2015. Vol. 21, no. 2. P. 169–177. URL: <https://doi.org/10.1007/s12298-015-0283-5>.
3. Exploiting wild emmer wheat diversity to improve wheat A and B genomes in breeding for heat stress adaptation / M. Y. Balla et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.895742>.
4. Evaluating terminal heat stress tolerance and genetic variation in emmer wheat (*Triticum dicoccum* L.) germplasm using morphological and molecular approaches / M. Alekya et al. // *Euphytica*. 2025. Vol. 221, no. 56. URL: <https://doi.org/10.1007/s10681-025-03514-7>.
5. Abdehpour Z., Ehsanzadeh P. Concurrence of ionic homeostasis alteration and dry mass sustainment in emmer wheats exposed to saline water: implications for tackling irrigation water salinity // *Plant and Soil*. 2019. Vol. 440. P. 427–441. URL: <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04090-1>.
6. Genome-wide identification, evolution and expression analysis of NAC gene family under salt stress in wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*. L) / Z. Rui et al. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 230. P. 123376. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123376>.
7. Genome-wide association analyses of leaf rust resistance in cultivated emmer wheat / D. Lhamo et al. // <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0393>

- Theoretical and Applied Genetics. 2023. Vol. 136, no. 1. Art. 20. URL: <https://doi.org/10.1007/s00122-023-04281-6>. (Помилка: Theoretical and Applied Genetics. 2023. Vol. 136, no. 4. Art. 84. URL: <https://doi.org/10.1007/s00122-023-04323-z>).
8. GWAS for stripe rust resistance in wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*) population: Obstacles and Solutions / M. Tene et al. // *Crops*. 2022. Vol. 2, no. 1. P. 42–61. URL: <https://doi.org/10.3390/crops2010005>.
  9. Marker effects for Fusarium Head Blight resistance and the dwarfing gene *Rht-B1* in cultivated emmer wheat (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) revealed by association mapping / T. Miedaner et al. // *Plant Breeding*. 2025. Vol. 144. P. 273–284. URL: <https://doi.org/10.1111/pbr.13247>.
  10. Konvalina P., Capouchova I., Stehno Z. Agronomically important traits of emmer wheat // *Plant, Soil and Environment*. 2012. Vol. 58, no. 8. P. 341–346. URL: <https://doi.org/10.17221/174/2011-PSE>.
  11. Emmer wheat productivity formation depending on pre-sowing seed treatment method in organic and traditional technology cultivation / I. V. Korotkova et al. // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Vol. 14, no. 1. P. 41–47. URL: <https://doi.org/10.15421/022307>.
  12. Deciphering the evolution and complexity of wheat germplasm from a genomic perspective / Z. Wang et al. // *Journal of Genetics and Genomics*. 2023. Vol. 50, no. 11. P. 846–860. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2023.08.002>.
  13. Improvement and re-evolution of tetraploid wheat for global environmental challenge and diversity consumption demand / F. Yang et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, no. 4. Art. 2206. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms23042206>.
  14. Levy A. A., Feldman M. Evolution and origin of bread wheat // *Plant Cell*. 2022. Vol. 34. P. 2549–2567. URL: <https://doi.org/10.1093/plcell/koac130>.
  15. Use of woodland plant resources at the Neolithic site at Bronocice (southern Poland) / M. Moskal-del Hoyo et al. // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2025. Vol. 61. P. 104943. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104943>.
  16. Plant cultivation and diversity at the early neolithic settlement in Biskupice in Poland / M. Kapcia et al. // *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, no. 1. Art. 20393. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70546-9>.
  17. Passas I. Bibliometric analysis: The main steps // *Encyclopedia*. 2024. Vol. 4, no. 2. P. 1014–1025. URL: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065>.
  18. Shewry P. R., Hey S. Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? // *Journal of Cereal Science*. 2015. Vol. 65. P. 236–243. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.07.014>.
  19. Comparative label-free proteomics study on celiac disease-active epitopes in common wheat, spelt, durum wheat, emmer, and einkorn / M. C. Norwig et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024. Vol. 72, no. 26. P. 15040–15052. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c02657>.
  20. Two randomized crossover multicenter studies investigating gastrointestinal symptoms after bread consumption in individuals with noncoeliac wheat sensitivity: Do wheat species and fermentation type matter? / M. C. G. de Graaf et al. // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2024. Vol. 119, no. 4. P. 896–907. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.02.008>.
  21. Roman S., Campos-Medina L., Leal-Mercado L. Personalized nutrition: The end of the one-diet-fits-all era // *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. Art. 1370595. URL: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1370595>.
  22. Malalgoda M., Ohm J. B., Simsek S. Celiac antigenicity of ancient wheat species // *Foods*. 2019. Vol. 8, no. 12. Art. 675. URL: <https://doi.org/10.3390/foods8120675>.
  23. Ancestral wheat types release fewer celiac disease related T cell epitopes than common wheat upon *ex vivo* human gastrointestinal digestion / T. Asledotir et al. // *Foods*. 2020. Vol. 9, no. 9. Art. 1173. URL: <https://doi.org/10.3390/foods9091173>.
  24. Nevo E., Beiles A. Genetic diversity of wild emmer wheat in Israel and Turkey // *Theoretical and Applied Genetics*. 1989. Vol. 77. P. 421–455. URL: <https://doi.org/10.1007/BF00305839>.
  25. Negri V. Landraces in central Italy: Where and why they are conserved and perspectives for their on-farm conservation // *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2003. Vol. 50. P. 871–885. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1025933613279>.
  26. Wild emmer (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) diversity in Southern Turkey: Evaluation of SSR and morphological variations / E. Cakir et al. // *Life*. 2025. Vol. 15, no. 2. Art. 203. URL: <https://doi.org/10.3390/life15020203>.
  27. Giuliani A., Karagoz A., Zencirci N. Emmer (*Triticum dicoccon*) production and market potential in marginal mountainous areas of Turkey // *Mountain Research and Development*. 2009. Vol. 29, no. 3. P. 220–229. URL: <https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-29/issue-3/mrd.00016/Emmer-Triticum-dicoccon-Production-and-Market-Potential-in-Marginal-Mountainous/10.1659/mrd.00016.full> (дата звернення: 23.09.2025).
  28. Matsuoka Y. Evolution of polyploid *Triticum* wheats under cultivation: The role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification // *Plant and Cell Physiology*. 2011. Vol. 52, no. 5. P. 750–764. URL: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr018>.
  29. Boardman S., Jones G. Experiments on the effects of charring on cereal plant components // *Journal of Archaeological Science*. 1990. Vol. 17, no. 1. P. 1–11. URL: [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(90\)90012-T](https://doi.org/10.1016/0305-4403(90)90012-T).
  30. Neolithic farming in north-western Europe: Archaeobotanical evidence from Ireland / M. McClatchie et al. // *Journal of Archaeological Science*. 2014. Vol. 51. P. 206–215. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.022>.

## References

1. Stagnari, F., Codianni, P., & Pisante, M. (2008). Agro-nomic and kernel quality of ancient wheats grown in central and Southern Italy. *Cereal Research Communications*, 36, 313–326. <https://doi.org/10.1556/CRC.36>.

- 2008.2.11
2. Suneja, Y., Gupta, A. K., Sharma, A., & Bains, N. S. (2015). Differential response of wild and cultivated wheats to water deficits during grain development: changes in soluble carbohydrates and invertases. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 21 (2), 169–177. <https://doi.org/10.1007/s12298-015-0283-5>
  3. Balla, M. Y., Gorafi, Y. S. A., Kamal, N. M., Abdalla, M. G. A., Tahir, I. S. A., & Tsujimoto, H. (2022). Exploiting wild emmer wheat diversity to improve wheat A and B genomes in breeding for heat stress adaptation. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.895742>
  4. Alekya, M., Kumari, J., Tanwar, J., et al. (2025). Evaluating terminal heat stress tolerance and genetic variation in emmer wheat (*Triticum dicoccum* L.) germplasm using morphological and molecular approaches. *Euphytica*, 221 (56). <https://doi.org/10.1007/s10681-025-03514-7>
  5. Abdehpour, Z., & Ehsanzadeh, P. (2019). Concurrence of ionic homeostasis alteration and dry mass sustainment in emmer wheats exposed to saline water: implications for tackling irrigation water salinity. *Plant and Soil*, 440, 427–441. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04090-1>
  6. Rui, Z., Pan, W., Zhao, Q., Hu, H., Li, X., Xing, L., Jia, H., She, K., & Nie, X. (2023). Genome-wide identification, evolution and expression analysis of NAC gene family under salt stress in wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides* L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 230, 123376. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123376>
  7. Lhamo, D., Sun, Q., Zhang, Q., Li, X., Fiedler, J. D., Xia, G., Faris, J. D., Gu, Y. Q., Gill, U., Cai, X., Acevedo, M., & Xu, S. S. (2023). Genome-wide association analyses of leaf rust resistance in cultivated emmer wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 136 (1), 20. <https://doi.org/10.1007/s00122-023-04281-6> (Erratum: *Theoretical and Applied Genetics*, 136 (4), 84. <https://doi.org/10.1007/s00122-023-04323-z>)
  8. Tene, M., Adhikari, E., Cobo, N., Jordan, K. W., Matny, O., del Blanco, I. A., Roter, J., Ezrati, S., Govta, L., Manisterski, J., Yehuda, P. B., Chen, X., Steffenson, B., Akhunov, E., & Sela, H. (2022). GWAS for stripe rust resistance in wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*) population: Obstacles and Solutions. *Crops*, 2 (1), 42–61. <https://doi.org/10.3390/crops2010005>
  9. Miedaner, T., Afzal, M., Morales, L., Steiner, B., Buerstmayr, H., & Longin, C. (2025). Marker effects for Fusarium Head Blight resistance and the dwarfing gene *Rht-B1* in cultivated emmer wheat (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum*) revealed by association mapping. *Plant Breeding*, 144, 273–284. <https://doi.org/10.1111/pbr.13247>
  10. Konvalina, P., Capouchova, I., & Stehno, Z. (2012). Agronomically important traits of emmer wheat. *Plant, Soil and Environment*, 58 (8), 341–346. <https://doi.org/10.17221/174/2011-PSE>
  11. Korotkova, I. V., Chaika, T. O., Romashko, T. P., Chetveryk, O. O., Rybalchenko, A. M., & Barabolia, O. V. (2023). Emmer wheat productivity formation depending on pre-sowing seed treatment method in organic and traditional technology cultivation. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 14 (1), 41–47. <https://doi.org/10.15421/022307>
  12. Wang, Z., Miao, L., Chen, Y., Peng, H., Ni, Z., Sun, Q., & Guo, W. (2023). Deciphering the evolution and complexity of wheat germplasm from a genomic perspective. *Journal of Genetics and Genomics*, 50 (11), 846–860. <https://doi.org/10.1016/j.jgg.2023.08.002>
  13. Yang, F., Zhang, J., Liu, Q., Liu, H., Zhou, Y., Yang, W., & Ma, W. (2022). Improvement and re-evolution of tetraploid wheat for global environmental challenge and diversity consumption demand. *International Journal of Molecular Sciences*, 23 (4), 2206. <https://doi.org/10.3390/ijms23042206>
  14. Levy, A. A., & Feldman, M. (2022). Evolution and origin of bread wheat. *Plant Cell*, 34, 2549–2567. <https://doi.org/10.1093/plcell/koac130>
  15. Moskal-del Hoyo, M., Lityńska-Zajac, M., Juźwińska, G., Kruk, J., Oberc, T., & Włodarczak, P. (2025). Use of woodland plant resources at the Neolithic site at Bronocice (southern Poland). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 61, 104943. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104943>
  16. Karcia, M., Korczyńska-Capenberg, M., Lityńska-Zajac, M., Wacnik, A., Głod, A., & Moskal-Del Hoyo, M. (2024). Plant cultivation and diversity at the early neolithic settlement in Biskupice in Poland. *Scientific Reports*, 14 (1), 20393. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70546-9>
  17. Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: The main steps. *Encyclopedia*, 4 (2), 1014–1025. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065>
  18. Shewry, P. R., & Hey, S. (2015). Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *Journal of Cereal Science*, 65, 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.07.014>
  19. Norwig, M. C., Geisslitz, S., & Scherf, K. A. (2024). Comparative label-free proteomics study on celiac disease-active epitopes in common wheat, spelt, durum wheat, emmer, and einkorn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72 (26), 15040–15052. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c02657>
  20. de Graaf, M. C. G., Timmers, E., Bonekamp, B., van Rooy, G., Witteman, B. J. M., Shewry, P. R., Lovegrove, A., America, A. H. P., Gilissen, L. J. W. J., Keszhelyi, D., Brouns, F. J. P. H., & Jonkers, D. M. A. E. (2024). Two randomized crossover multicenter studies investigating gastrointestinal symptoms after bread consumption in individuals with noncoeliac wheat sensitivity: Do wheat species and fermentation type matter? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 119 (4), 896–907. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.02.008>
  21. Roman, S., Campos-Medina, L., & Leal-Mercado, L. (2024). Personalized nutrition: The end of the one-diet-fits-all era. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1370595. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1370595>
  22. Malalgoda, M., Ohm, J. B., & Simek, S. (2019). Celiac antigenicity of ancient wheat species. *Foods*, 8 (12), 675. <https://doi.org/10.3390/foods8120675>
  23. Asledottir, T., Rehman, R., Mamone, G., Picariello, G., Devold, T. G., Vegarud, G. E., Røseth, A., Lea, T. E., Halstensen, T. S., Ferranti, P., & Uhlen, A. K. (2020). Ancestral wheat types release fewer celiac disease re-

- lated T cell epitopes than common wheat upon ex vivo human gastrointestinal digestion. *Foods*, 9 (9), 1173. <https://doi.org/10.3390/foods9091173>
24. Nevo, E., & Beiles, A. (1989). Genetic diversity of wild emmer wheat in Israel and Turkey. *Theoretical and Applied Genetics*, 77, 421–455. <https://doi.org/10.1007/BF00305839>
  25. Negri, V. (2003). Landraces in central Italy: Where and why they are conserved and perspectives for their on-farm conservation. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50, 871–885. <https://doi.org/10.1023/A:1025933613279>
  26. Cakır, E., Alsaleh, A., Bektas, H., & Ozkan, H. (2025). Wild emmer (*Triticum turgidum* ssp. *dicocoides*) diversity in Southern Turkey: Evaluation of SSR and morphological variations. *Life*, 15 (2), 203. <https://doi.org/10.3390/life15020203>
  27. Giuliani, A., Karagoz, A., & Zencirci, N. (2009). Emmer (*Triticum dicoccon*) production and market potential in marginal mountainous areas of Turkey. *Mountain Research and Development*, 29 (3), 220–229. Retrieved [09/23/2025], from <https://bioone.org/journals/mountain-research-and-development/volume-29/issue-3/mrd.00016/Emmer-Triticum-dicoccon-Production-and-Market-Potential-in-Marginal-Mountainous/10.1659/mrd.00016.full>
  28. Matsuoka, Y. (2011). Evolution of polyploid *Triticum* wheats under cultivation: The role of domestication, natural hybridization and allopolyploid speciation in their diversification. *Plant and Cell Physiology*, 52 (5), 750–764. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr018>
  29. Boardman, S., & Jones, G. (1990). Experiments on the effects of charring on cereal plant components. *Journal of Archaeological Science*, 17 (1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(90\)90012-T](https://doi.org/10.1016/0305-4403(90)90012-T)
  30. McClatchie, M., Bogaard, A., Colledge, S., Whitehouse, N. J., Schulting, R. J., Barratt, P., & McLaughlin, T. R. (2014). Neolithic farming in north-western Europe: Archaeobotanical evidence from Ireland. *Journal of Archaeological Science*, 51, 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.022>

UDC 004.93:025.4.03:633.11

**Relina, L. I., Holik, O. V., Yehorova, N. Yu., Ozherelieva, V. M., Naumov, O. H. Visualizing bibliometric parameters for the emmer topic using heatmaps. Grain Crops. 2025. 9 (2).313–322. Yuriev Plant Production Institute of NAAS, 142 Heroiv Kharkova Ave., Kharkiv, 61061 Ukraine**

**Topicality.** Emmer wheat is the subject of various studies, which determines the large number of publications on this topic. Bibliometric approach is used to analyse such arrays of literary sources. There are different ways to visualize results of bibliometric analysis, including heatmaps, which, in our opinion, can be used more widely. **Purpose.** Our goal was to conduct a bibliometric analysis of publications on the topic of emmer wheat using heatmaps. **Materials and Methods.** The search for publications was carried out in the scientometric databases Scopus, Web of Science (WoS), Lens and PubMed. In total, 2,215 documents published between 1905 and May 2025 were selected for analysis. The diagrams were created in Microsoft Excel. Heatmaps were created using Google Sheet and GPT. **Results.** The bibliometric analysis of cumulative data from several scientometric databases showed that the publication activity on the topic of emmer wheat reached its maximum in 2021 and then it began to decline. The largest number of works (40 %) was published in collaboration between different organizations of the same country. It was found that Israel, China, Italy, Germany, Turkey, and the United Kingdom were the leaders in terms of the number of publications in this field of knowledge. The journals *Theoretical and Applied Genetics* *Genetic Resources and Crop Evolution*, *Euphytica* and *Vegetation History and Archaeobotany* were the leading publications in this field. Notably, the leading countries tend to publish in these journals. The dynamics of publication activity by countries and journals on the topic of emmer wheat over time was also analysed. **Conclusions.** Analysis of publications using the WoS tools allowed for identification of organizations that were the largest sponsors of emmer wheat research. Among the institutions funding such research, The National Natural Science Foundation of China (NSFC) stands out in particular. This bibliometric analysis showed that heatmaps were a rather clear and informative approach for visualizing bibliometric parameters.

**Key words:** *Triticum dococum*, *Triticum dicocoides*, scientometrics, data mapping, temporal evolution of research, regional trends