ДОСЛІДЖЕННЯ
ОПУБЛІКОВАНО В
NATURE FOOD
14 ЛИСТОПАДА, 2022

ПЕРЕХІД ЄВРОПИ ДО ПЛАНЕТАРНОЇ ДІЄТИ МОЖЕ ЗРОБИТИ ЇЇ ПРОДОВОЛЬЧУ СИСТЕМУ СТІЙКІШОЮ ДО НАСЛІДКІВ ВІЙНИ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

Zhongxiao Sun, Laura Scherer, Qian Zhang & Paul Behrens

Анотація

Кризи, пов'язані з екстремальними погодними явищами, COVID-19 та війною Росії проти України, виявили серйозні проблеми з глобальною взаємозалежністю у продовольчій сфері.

У цьому дослідженні продемонстровано, що перехід до планетарної дієти EAT-Lancet навіть лише в Європейському Союзі та Великій Британії майже компенсував би весь дефіцит виробництва з Росії та України та поліпшив би ситуацію з використанням води з річок та озер (4.1 Гм3 на рік), викидами парникових газів (0,22 ГтCO2e на рік) і секвестрацією (поглинанням) вуглецю (17,4 ГтCO2e).

Коментар

Дослідження викладене у вільний доступ в журналі Nature Food та перекладене командою проєкту UA Plant-Based для інформування україномовного населення.

Головна

Протягом останніх років глобальна продовольча система зіткнулася з численними безпрецедентними загрозами та перебоями в ланцюгах постачання, зокрема, через COVID-19, нашестя сарани та екстремальні кліматичні умови. Оскільки продовольча система вже перебуває під тиском, а продовольча небезпека зростала ще до COVID-19, російсько-українська війна спричинила черговий шок, що призвів до рекордного зростання цін на продукти харчування.

Росія та Україна є важливими виробниками та експортерами ячменю, пшениці, кукурудзи, насіння соняшнику та ріпаку. Разом вони забезпечували 64% і 28% світового експорту соняшникової олії та пшениці відповідно у 2021 році. Крім того, Росія є великим виробником і експортером добрив, на частку якої припадає майже 20% світового експорту добрив у 2021 році.

Україну часто називають житницею Європейського Союзу, тож продовольчий шок, викликаний війною, сильно вразив ЄС. За оцінками останніх досліджень, скорочення експорту зерна з Росії на 50% і відсутність українського експорту підвищить ціни на кукурудзу та пшеницю на 4,6% та 7,2% відповідно. Цей шок також поширився на інші країни через міжнародні ринки, коли Індонезія та Індія заборонили експорт пальмової олії та пшениці з метою стабілізації внутрішніх цін.

У травні 2022 року Міжнародний дослідницький інститут продовольчої політики підрахував, що у відповідь на це понад 20 країн запровадили заборону на експорт харчових продуктів. Ці заборони були запроваджені в регіонах, які вже зазнали значного тиску, таких як Південно-Східна Азія та Індія. У Південно-Східній Азії виробництво пальмової олії впало через брак робочої сили мігрантів протягом перших двох років пандемії COVID-19. В Індії безпрецедентна весняна спека, спричинена зміною клімату, призвела до скорочення виробництва пшениці.

Обмеження експорту, ймовірно, призведуть до ще більшої продовольчої небезпеки в усьому світі. У квітні 2022 року ці сукупні фактори разом зі спекуляціями щодо цін на продовольство призвели до того, що індекс продуктових цін Продовольчої та сільськогосподарської організації (FAO) перевищив пік продовольчої кризи 2007–2008 років — кризи, яка спричинила повсюдну відсутність продовольчої безпеки та політичну нестабільність. І подальше зростання цін залишається можливим через екстремальні кліматичні умови влітку 2022 року в північній півкулі.

У березні 2022 року Європейський Союз мав на меті подолати ці нові труднощі, підготувавши пакет підтримки в розмірі 500 мільйонів євро для фермерів, які постраждали від високої вартості ресурсів, таких як енергія та добрива, або торгових обмежень через російсько-українську війну. Однак багато хто стверджує, що ця підтримка сприяє надмірному споживанню продуктів тваринного походження, а не продовольчій безпеці. Споживання продуктів тваринного походження в раціонах ЄС вже значно перевищує рекомендації, і має серйозний негативний вплив на здоров’я людини та навколишнє середовище.

Можливо, ще більше занепокоєння викликає те, що ця політика підтримує власну галузь експорту м’яса в Європейському Союзі, оскільки 60% імпортованих українсько-російських культур використовуються для годівлі тварин, які потім експортуються до решти світу як експортні товари з високою доданою вартістю. Якщо ця підтримка заохочує статус-кво, стимулює подальше виробництво продукції тваринництва або сприяє розширенню посівних площ, це може посилити екологічні загрози та занепокоєння громадським здоров’ям.

Багато досліджень показали, що перехід до більш рослинної дієти значно зменшить вплив на навколишнє середовище. Тут ми показуємо, що такий крок у Європейському Союзі та Великобританії також міг би допомогти підвищити стійкість та відновлюваність після таких труднощів, як відсутність продовольчої безпеки, викликаної російсько-українською війною. А також, що можна використовувати численні екологічні переваги, одночасно заповнюючи прогалину в загальному виробництві сільськогосподарських культур в Україні та Росії як для внутрішнього споживання, так і для експорту через зміну раціону ЄС та Великобританії на здорову планетарну дієту (на основі вказівок Комісії EAT-Lancet).

Ми використовуємо просторово чіткий багаторегіональний підхід «вхід-вихід», щоб досліджувати використання звільненої землі, зміни у використанні добрив і супутні екологічні переваги для річкових і озерних вод, дощової води, викидів та поглинання вуглецю. Цей підхід до моделювання дозволяє нам стежити за сільськогосподарськими культурами в глобальному ланцюгу постачань від виробників до споживачів, таким чином враховуючи приховані продукти в глобальному ланцюгу постачання. Наприклад, у випадку сої, виробленої в Бразилії, яку експортують на корм худобі в Нідерландах, яку потім експортують до Сполученого Королівства для кінцевого споживання у вигляді яловичини. Спочатку ми оцінюємо рівень збереження врожаю в результаті зміни дієти в EU +UK (нульовий сценарій, scenario zero або S0), а потім заповнюємо будь-які прогалини для експортних культур, які були б вироблені країнами UA + RU (S1). Ми також досліджуємо здатність цих змін заповнювати прогалини в загальному виробництві країн UA + RU (S2). Якщо збереженого врожаю виявилося недостатньо, ми припускаємо, що ці прогалини заповнюються виробництвом на землі, збереженій завдяки переходу на рослинне харчування, для оцінки загальної економії.

Результати

Ми виявили, що перехід до здорової планетарної дієти в Європейському Союзі та Великобританії збереже значну частину врожаю, головним чином шляхом зменшення надмірного споживання додаткового цукру та продуктів тваринного походження (рис. 1). Лише цих заощаджень було б достатньо, щоб компенсувати майже весь експорт продовольства з UA + RU (рис. 1) (S1).

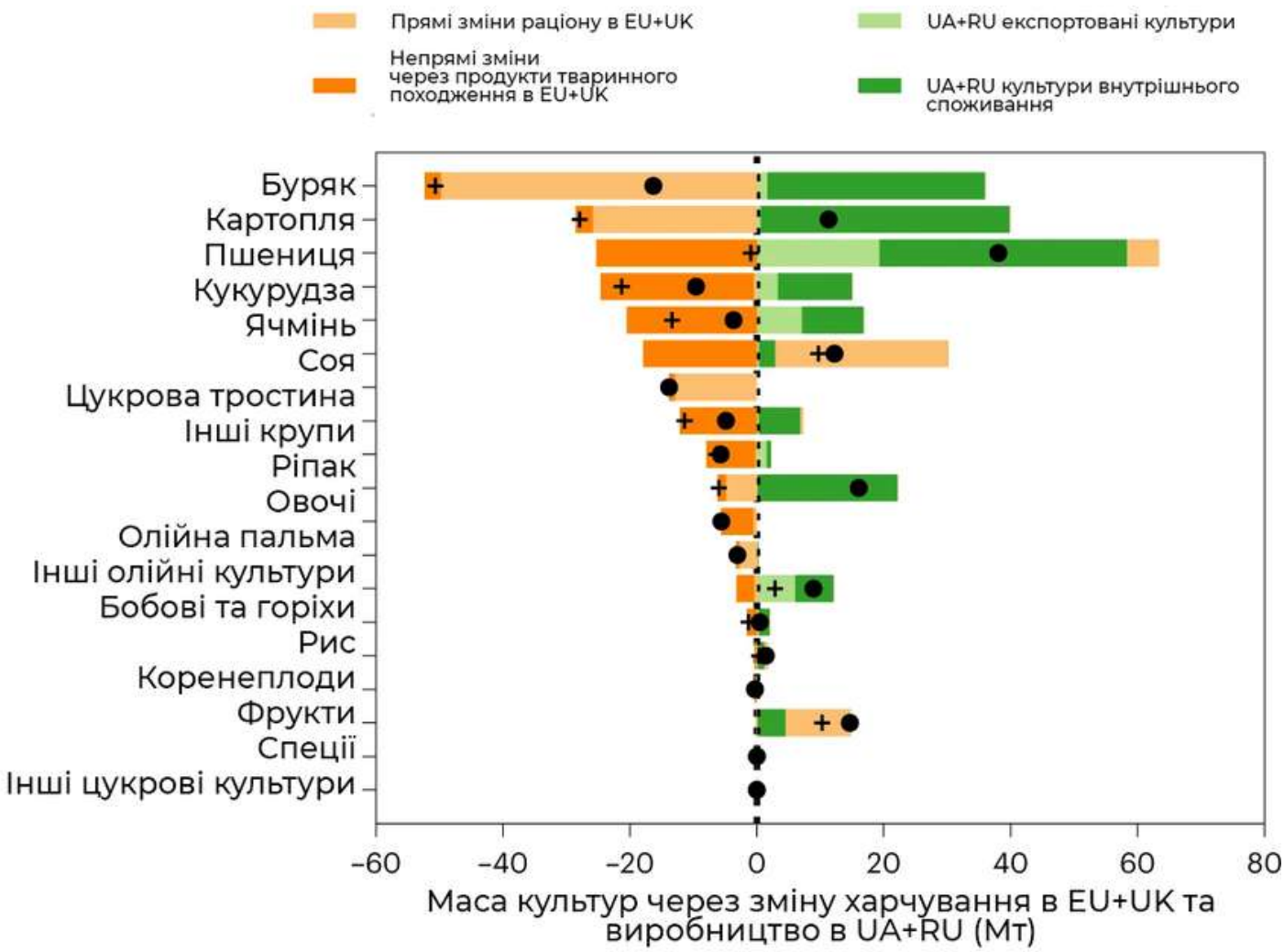
Але, щоб заповнити все виробництво, зокрема, продовольство, що споживається всередині країни (S2), знадобиться невеликий обсяг подальшого вирощування певних культур на звільнених сільськогосподарських землях.

З точки зору конкретних культур, зменшення споживання цукру в EU + UK повністю враховує всі втрати виробництва країн UA + RU (S2). Значно зекономиться пшениця через скорочення виробництва кормів для тварин (див. заощаджені культури, пов’язані з тваринництвом на рис. 1).

Зміна раціону сама по собі не призводить до достатньої економії: щоб компенсувати все виробництво пшениці країн UA + RU (S2): 65,2% пшениці (38,1 Mt) має бути вироблено на звільненій землі. Однак збереженої пшениці внаслідок такого переходу в EU+ UK (20,2 Мт) було б достатньо, щоб покрити 19,4 Мт експорту пшениці, втраченого з UA + RU (S1), і частина цієї збереженої пшениці, перенаправлена на міжнародні ринки, буде компенсувати нестачу (S2).

Враховуючи те, що ціни встановлюються на світових ринках продовольчих товарів, зниження попиту може знизити ціни. Є також значна економія кукурудзи, ячменю, соняшнику та ріпаку завдяки скороченню споживання продуктів тваринного походження, а також картоплі завдяки скороченню прямого споживання людьми. Хоча зміна раціону в EU + UK дасть значну економію ріпаку порівняно з виробництвом UA + RU, цього буде недостатньо для попиту на соняшник, і буде необхідна певна заміна.

Рис. 1: Зміна посівів через трансформацію дієти в Європейському Союзі та Великобританії та загальне виробництво культур в Україні та Росії.



Дієтичні зміни спричиняють як прямі, так і непрямі наслідки: прямі через пряме скорочення споживання деяких типів їжі та непрямі через корми, які використовуються для продуктів тваринного походження, які згодом споживають. Хрестики позначають чисту зміну відносно експорту, а кружечки — виробництво.

Потреби в землі, пов’язані зі споживанням продовольства в EU + UK, становлять 115 Мга орних угідь і 74 Мга пасовищ, причому близько 60% (68,7 Мга) орних земель використовуються для тваринництва. Частка орних угідь, на яких відгодовують худобу, є вищою, ніж середній світовий показник (~40%), оскільки Європейський Союз і Велика Британія разом споживають більше продуктів тваринництва на душу населення, і мають потужний експортний ринок високовартісної продукції тваринництва.

Таким чином, завдяки зміні раціону є можливість зберегти 70,7 Мга сільськогосподарських угідь, що близько до розмірів Франції та Сполученого Королівства разом (S0). Для заміни всіх культур UA + RU (S2) знадобиться 25,2% цієї звільненої землі. Близько 12,9% збереженої землі знадобиться лише для заміни експорту (S1) (можливо, для підтримки стабільності цін). Інші дослідження показують, що глобальні посівні площі мають збільшитися на 11,1 млн га, щоб замінити тільки український експорт зернових культур, подібно до наших оцінок.

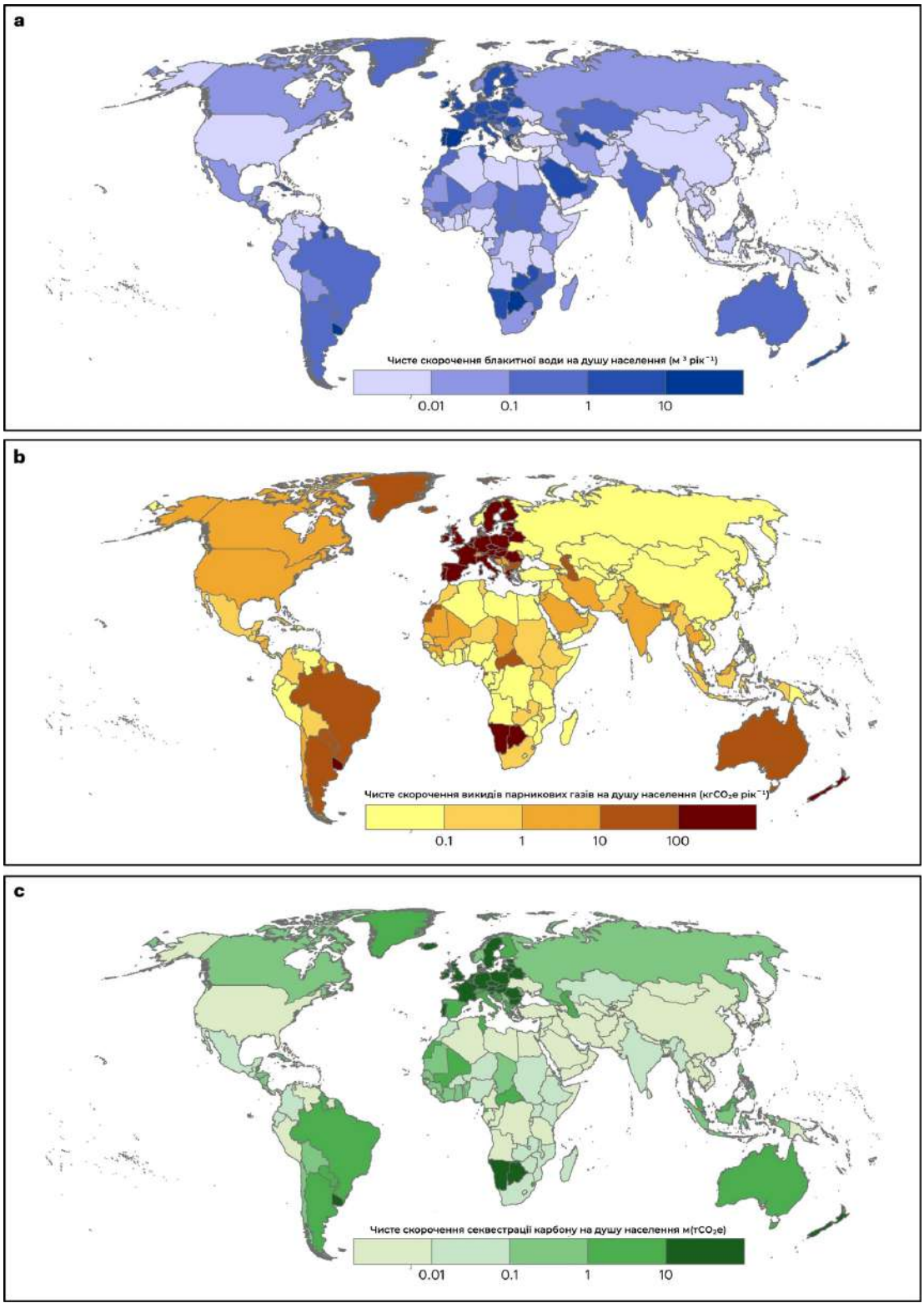
Якби всю збережену землю відновили до попередньої природної рослинності, ми б побачили широкий спектр екологічних переваг, зокрема скорочення викидів (0,25 GtCO2e рік−1) і споживання прісної води (7,9 млрд м3 рік−1) (S0) (Додатковий рис. 2). Існує додаткова можливість поглинання вуглецю, яка визначається як одноразова маса вуглецю, що відновлюється протягом тривалого періоду, розміром 38,3 GtCO2e (23,1 GtCO2e над землею (AGBC), 10,8 GtCO2e підземного (BGBC) і 4,4 GtCO2e ґрунтового органічного вуглецю (soil organic carbon - SOC)) (S0) (додатковий рис. 2). Заміна лише експортованих культур (S1) компенсувала б ці загальні переваги на 1% води річок та озер, 16,3% поглинання вуглецю та 4,1% скорочення викидів парникових газів (ПГ) (додатковий рис. 3). Заміна всіх культур UA + RU (S2) компенсувала б більше переваг, зменшивши загальну економію на 48,4% для води річок та озер, 54,5% для поглинання вуглецю та 10,0% для викидів парникових газів (додатковий рис. 4).

Зміни раціону в Європейському союзі та Великобританії зменшили б 2,1% глобального використання сільськогосподарських добрив і 23,4% використання добрив EU + UK, розділених на 2,5 Мт азоту (N), 0,7 Мт калію (K2O) і 0,5 Мт фосфату (P2O5) (S0) (Додатковий рис. 5). Заміна тільки експорту (S1) компенсувала б цю економію на 39,7% N, 42,3% P2O5 і 10,9% K2O (додатковий рис. 6). Заміна всіх культур UA + RU (S2) компенсувала б загальну економію на 85,8% для N, 86,6% для P2O5 і 72,7% для K2O (додатковий рис. 7).

На регіональному рівні переваги будуть переважно в Європейському Союзі та Великобританії з великими обсягами сільськогосподарського виробництва, особливо щодо посівів на корм тваринам і пасовищ (заощадження є поєднанням чисельності населення, змін у споживанні та спеціалізації у виробництві).

З точки зору на душу населення країни EU+ UK та країни, які мають регулярну торгівлю сільськогосподарською продукцією з EU + UK з меншою щільністю населення, отримують найбільші вигоди (рис. 2). Наприклад, Ірландія спостерігатиме найбільше скорочення викидів парникових газів на 2691 кг CO2e на рік на душу населення (S0). Іншим цікавим прикладом є вирощування великої рогатої худоби в Ботсвані, яке експортується переважно до Європейського Союзу та Великобританії. Ботсвана збільшить поглинання вуглецю найбільше, на 466 tCO2e на душу населення (S0).

Рис. 1: Зміни на душу населення в чистому споживанні води озер та річок, чистих викидах парникових газів і чистому поглинанні вуглецю внаслідок зміни раціону в Європейському Союзі та Сполученому Королівстві після заміни всіх культур UA + RU (S2).



a–c, Зміни чистого споживання води річок та озер на душу населення (a), чисті викиди парникових газів (b) і чисте поглинання вуглецю (сума AGBC, BGBC і SOC) (c). Всі карти представлені в проєкції Робінзона.

Зміна сучасних дієт на харчування EAT-Lancet не тільки принесе користь планетарному і людському здоров'ю, але й може допомогти уникнути перебоїв у міжнародній продовольчій системі. Така зміна в Європейському Союзі та Великій Британії може заповнити прогалину в рослинництві UA + RU, до того ж зменшивши використання добрив, споживання води та викидів парникових газів, а також збільшивши секвестрацію вуглецю. Планетарна дієта з високою часткою культур, багатих на поживні речовини, може допомогти побудувати більш стійкі та екологічні агрохарчові системи, що будуть довгий час актуальними.

Такий перехід передбачає великі зміни в глобальній зайнятості сільським господарством, оскільки відбудуться також різкі зміни в споживанні через ланцюги постачання. Робота в майбутньому буде мати переваги завдяки високоякісним даним про зайнятість як просторово, так і в рослинництві, і зможе дослідити, як планетарні дієти перетворюють сільськогосподарську зайнятість у всьому світі.

Однак існує низка соціальних бар'єрів для широкого прийняття такого харчування. Серед них витрати, культурні норми та знання про здорове харчування. Неясно, чи багаті на рослини дієти дорожчі, чи дешевші, ніж альтернативи, але зрозуміло, що поточні субсидії штучно знижують вартість харчування м’ясом, як безпосередньо в грошовому еквіваленті, так і опосередковано.

Проте навіть менш активне прийняття планетарних раціонів може багато змінити. Якби Європейський Союз і Велика Британія скоротили споживання м'яса на 20%, то зекономлені культури могли б охопити більшість культур, експортованих Україною і Росією, за винятком соняшника (покриваючи лише 11% експорту UA + RU), пшениці (33%) і ячменю (72%) (додатково рис. 13). Якби 50% людей долучилися до зміни раціону, то було б збережено еквівалентну кількість майже всім культурам, що експортуються Україною і Росією (крім пшениці та соняшника), що матиме чималу користь для екології. Однак використання цих можливостей потребуватиме справедливого переходу, який забезпечує економічно доступну та культурно відповідну їжу для різних груп у Європейському Союзі та Великій Британії.

Сільське господарство нині займає велику частку земель, наприклад, досягаючи >70 % в Об’єднаному Королівстві. Наразі можливість збільшення земель для вирощування по всьому Європейському Союзу та Об’єднаному Королівству вкрай обмежені (навіть якщо це було бажано з огляду на фактори навколишнього середовища). Харчова зміна, досліджена тут як відповідь на шок експорту UA + RU, може відкрити значну кількість землі для інших цілей. Однак це може призвести стагнації, оскільки земля перестає використовуватися для виробництва та обмежує здатність фермерів гнучко реагувати на майбутні потрясіння зі збільшення виробництва. Простий підхід полягає в тому, щоб продовжувати теперішню політику продовольчої безпеки, але на набагато нижчому рівні. Наприклад, кілька адресних субсидій могли б зберегти невеликий відсоток землі для орних територій, які можна було б використовувати (на нижчому рівні, ніж нинішня Спільна сільськогосподарська політика Європейського Союзу). Для порівняння, станом на 2019 рік, 6% орних земель сільськогосподарського призначення (6.1 Мга) було збережено у 27 країнах ЄС, в той час, як зміни в харчуванні, досліджені тут для цих країн (не включаючи велику Британію), призведуть до зниження на 29% (30.5 мга).

Збереження однієї п'ятої звільнених орних земель, доступних для подальшого вирощування, дозволить швидко відповідати на проблеми та продукувати стільки ж круп, скільки UA + RU, покращуючи стабільність в цілому.

Додаткові переваги такого переходу на рослинну основу включають: менші ймовірності пандемій, менше формування антимікробної стійкості, обмеження і потенційний відвід втрати біорізноманіття, поліпшення доступу до природи, поліпшення якості води, поліпшення добробуту тварин, поліпшення якості повітря, і т. д.

Методи

Ми використовували фізичну екологічно розширену мультирегіональну модель введення-виведення (EEMRIO) для оцінки впливу на навколишнє середовище після зміни харчування зі звичайного у 2010 році до планетарного раціону, запропонованого КОМІСІЄЮ EAT-Lancet в країнах ЄС і Об'єднаному Королівстві. Ми прагнемо ізолювати наявні можливості, щоб поглинути проблеми постачання продуктів харчування UA + RU через дієтичні зміни в країнах ЄС і Великої Британії, припускаючи, що інші економічні умови не змінюються. Було порівняно різницю до і після дієтичної зміни. Оскільки використовувалася фізична модель введення-виведення, вплив цін не було оцінено, але отримано набагато краще просторове і харчове рішення. Ми зосередилися на збережених культурах, добривах, прісній воді, викидах вуглецю та секвестрації. Секвестрація розрізняє AGBC, BGBC і SOC рослинництва і тваринництва для людського споживання.

Викиди вуглецю та його секвестрація вимагають двох різних часових меж: зменшення викидів у виробництво впливає на щорічний внесок у кількість парникових газів сектора, в той час, як секвестрація вимагає десятиліття або навіть століть, щоб реалізувати повний потенціал. Таким чином, оцінювали "подвійні дивіденди" за мінімізації викидів: (1) скорочення річних викидів з сільськогосподарської продукції та (2) вуглецеву секвестрацію завдяки землі, що діє протягом тривалого часу. Щоб зберегти географічні дані послідовними, ми об'єднані всі просторові карти в єдине рішення з 5 кутових мінут. Окреслено конструкцію моделі для кожного типу рослин по черзі. Використали Python 3.8.12 для загального аналізу даних і ArcGIS 10.6.1, зокрема його Spatial Analyst Toolbox, для роботи з просторовими масивами даних.

Враховуючи те, що одну одиницю землі не можливо використовувати як для рослинництва, так і відновлення родючості, ми спочатку вирахували кількість посівів в Росії та Україні. Наступним кроком став розподіл сільськогосподарських угідь на виробництво тих культур, що або будуть використовуватися більше, або тих, що мають відновити свою природну родючість. Крім того, для забезпечення того, щоб посіви сільськогосподарських угідь ЄС + Великої Британії могли бути використані для вирощування культур, втрачених в Росії та Україні, ми припустили, що культури, які потребують збільшення виробництва, можуть бути посаджені лише в осередках, де саме зараз вони вирощуються.

Харчові зміни в країнах ЄС + Великої Британії

Для моделювання харчових змін у Європейському Союзі та Великій Британії ми використовували різницю між середніми національними дієтами, отриманими від ФАО (FBSS) та дієтою EAT-Lancet на одну особу на день, що масштабується населенням у 2010 році. Втрати виробництва враховуються в даних FAOSTAT і FABIO. Ми також врахували кількість споживчих відходів для конкретних харчових продуктів і націй з попереднього дослідження, щоб ізолювати зміни споживання продуктів. Дієта EAT-Lancet є універсальним прикладом здорового харчування, рекомендована комісією EAT-Lancet, що представляє переваги як для здоров'я людини, так і для здоров'я планети. Вона найбільше підійде регіонам з доступом до рослинних білків, таких як країни з високим рівнем розвитку, котрі тут були змодельовані.

Комісія з харчування EAT-Lancet підготувала рекомендації щодо нормального раціону (вимірюється в ккал) і можливих діапазонів для набору маси (вимірюється в грамах) для 8 харчових груп і 14 підгруп, при загальному обсязі споживання енергії 2500 ккал на душу населення. Було визначено дев'ять харчових груп, де група білків в дієті EAT-Lancet була розділена на "тваринні білки" і "рослинні білки" (додаткова таблиця 1). Щоб гарантувати те, що така дієта може досягти рекомендацій для кожної групи та підтримувати початкову структуру раціону в максимальній мірі для кожної країни (з урахуванням різних харчових культур), ми скоректували харчові продукти пропорційно на основі середніх національних дієт від FBSs. FBSs забезпечують масу харчових продуктів, виражену в первинному товарному еквіваленті; тому ми використовували калорії (кілокалорії на людину в день) і масу (грами на людину в день) для розрахунку енергії одиниці на грам харчових продуктів у FBSS. Згодом ми перетворили рекомендовану кількість енергії для кожної групи в масу, засновану на одиницях енергії для кожної харчової продукції в кожній країні ЄС та Великій Британії. Нарешті, ми обчислили відмінності між поточними середніми національними дієтами та дієтою EAT-Lancet (додаткова таблиця 2).

Модель EEMRIO

Ми використовували послідовну, збалансовану, фізичну базу даних введення-виведення — the Food and Agriculture Biomass Input–Output model (FABIO), включаючи 192 країни та регіони, і 128 сільськогосподарських, продовольчих і лісогосподарських виробництв у 2010. FABIO дотримується того ж підходу, що і моделі EEMRIO, які широко використовуються для оцінки фізичних потоків впливу на навколишнє середовище глобального споживання. Зміну впливу на навколишнє середовище через дієтичні зміни в Європейському Союзі та Великій Британії можна описати так:

ΔF — це зміна впливу на навколишнє середовище, викликана остаточною зміною попиту в кожній країні, з 24,576 рядками (192 країн/регіонів і 128 продуктів) і 28 стовпцями, які представляють країни, для яких ми проаналізували дієтичне зміщення.

e — інтенсивність впливу на навколишнє середовище з 24,576 рядками. diag(e) є квадратною діагональною матрицею, чий ненульовий діагональний елемент еij є елементом вектора e. У цій роботі e виступає за виробництво культур, кормів і пасовищ, синьої води, добрив або викидів парникових газів сільськогосподарських культур, кормів і тваринництва.

A — матриця технічних коефіцієнтів з розмірами 24,576 × 24,576. ΔY — матриця зміни попиту на харчові продукти (вимірюється у фізичних одиницях) в Європейському Союзі та Великій Британії. Вектор — різниця між харчовим балансом ФАОСТАТу і дієтою EAT-Lancet. / — одинична матриця з 24,576 рядками та стовпчиками.

Прісна вода

Прісна вода вимірює споживання прісної води (поверхневої та ґрунтових вод). Об'єм прісної води розраховується з екологічно розширених рахунків у FABIO на основі посівів, пасовищ і тваринництва.

Добрива

Міжнародна асоціація добрив (The International Fertilizer Association) надає оцінки азотних, фосфатних і калійних добрив для 13 груп культур і 28 країн або регіонів у 2010 році. Ми виділили їх у сільськогосподарську та лісову галузі ФАБІО, виходячи з грошової вартості посівів у кожній групі з ФАОСТАТ. Ми відкалібрували їх на основі національного 'азоту Nutrient N (всього)', 'фосфату Nutrient P2O5 (всього)' і 'калію Nutrient K2O (всього)' і використали результати як вплив добрив для сільськогосподарського виробництва у FABIO.

Викиди парникових газів

Викиди парникових газів для сільськогосподарського виробництва в тоннах CO2e Yr−1 були розраховані за методологією FAOSTAT (у GWP100) на 2010 та застосовані на національному рівні, а не на рівні угідь (grid cell).

Біомаса вуглецю і ґрунтового органічного вуглецю

Біомаси вуглецю, включаючи AGBC і BGBC, поточної рослинності було взято зі Spawn. SOC походить від SoilGrid, передбачений машинними моделями з розширенням 250 м на глибину 100 см. Ми використали 40 карт посівів із SPAM, корми від EarthStat та карти пасовищ зі Sloat для отримання значень біомаси та SOC для вуглецю. Ми використовували мапи AGBC і BGBC, як описано вище для мапи поточних запасів біомаси, а також відсоткові мапи від Erb для отримання AGBC і BGBC потенційної природної рослинності.

Для SOC від орних земель, ми припустили 25% втрати вуглецю в верхніх 100 см ґрунтів, що узгоджується з іншими глобальними дослідженнями. Різниця SOC між пасовищами і їхньою потенційною природною рослинністю залишається спірною. Ми припускаємо, що немає змін в SOC для тропічних пасовищ і 10% втрати в помірних пасовищах, що виходить з попередніх досліджень.

Для кліматичної класифікації ми використовували останню мапу класифікації Köppen–Geiger на 5 кутових мінут. Припускаємо, що SOC пасовищ в тропічних дощових лісах, тропічних мусонах і тропічних саванах залишається незмінним. Також припускаємо, що інші зони в класифікації клімату Кеппена-Гейгера втрачають 10% і використовуємо це припущення для обчислення SOC потенційної природної рослинності.

Переклад:
Аліна Тимошенко та Ніна Новосельська,
команда UA Plant-Based

UA PLANT-BASED