IG Saatgut
Interessengemeinschaft für gentechnikfreie Saatgutarbeit

СТВОРЕННЯ УМОВ ДЛЯ РІЗНОМАНІТТЯ

Альтернативні селекційні та дослідницькі проєкти для інакшого сільського господарства

Зміст

Вступ 3

Повернути селекцію в господарства 6

Мережі рослин 10

Різноманіття на всіх рівнях 16

Майбутнє починається з насіння 24

Список літератури 26

Альтернативні селекційні та дослідницькі проєкти для інакшого сільського господарства

Вступ

Кожне спекотне й надто сухе літо, зокрема, і в Європі однозначно свідчить про те, що перед селекцією та сільським господарством стоять величезні виклики. Багато хто вже усвідомив, що ми не можемо дозволити собі робити все, «як завжди». Проблеми – кліматична криза, криза водних ресурсів, біорізноманіття та голоду – величезні, а час не стоїть на місці. Проте політики та корпорації продовжують триматися за статус-кво. Вони запевняють, що кризи можна подолати насамперед за допомогою нових (генетичних) технологій. Вкотре розвиток біотехнологічних інновацій подається як єдиний можливий шлях для майбутнього селекції та сільського господарства.

Вкотре розвиток біотехнологічних інновацій подається як єдиний можливий шлях для майбутнього селекції та сільського господарства. Втім є багато альтернативних шляхів.

Збереження статус-кво також означає, що ніхто не ставитиме під сумнів наявні структури, в рамках яких відбувається селекція та функціонує сільське господарство. До них належать правові, соціально-економічні та аграрно-політичні рамкові умови, а також позиція великих корпорацій, що домінують на ринку. Ці структури досить часто перешкоджають альтернативним підходам і шляхам розвитку. Одним із прикладів є загроза дерегулювання нової генної інженерії. Аби прокласти шлях до інакшої селекції та сільського господарства, маємо знайти нові відповіді на наступні запитання:

- В чому полягає мета сільськогосподарського виробництва? Що на першому плані: виробництво товарів, на які є високий попит,[1] чи забезпечення людей якісною, доступною їжею?

- Як регулюється доступ до ключових виробничих ресурсів, передусім до землі, води та насіння? Кому належать, наприклад, новостворені сорти?
- Для якого типу сільського господарства проводиться селекція?
- Хто і як визначає цілі селекції?
- Як слід організувати відносини між фермерами та селекціонерами? Чи мають фермери брати участь у формулюванні цілей селекції та в практичній селекції?
- Як фінансується селекційна робота? Які моделі є більш доцільними, прибуткові чи неприбуткові?
- Що вважається «інновацією» в селекції та сільському господарстві? Тільки (технічні) процеси та продукти, для яких існує ринок і платоспроможний попит? Чи інноваційним вважається також використання винаходів, які, незалежно від їхньої економічної доцільності, мають конкретну практичну користь?
- Які системи знань беруться до уваги? Чи домінують знання відомих фермерських об'єднань і науково-дослідних інститутів, які зосереджені з одного боку на врожайності, а з іншого — на технічних аспектах та молекулярній біології, чи інші підходи до знань визнаються принаймні рівноцінними?
- Чи є рослини чимось на кшталт «біоавтоматів», якими можна маніпулювати за власним бажанням, чи живими організмами, інтегрованими в різноманітні мережі взаємовідносин? Чи можна використати в селекції та вирощуванні «комунікативні» здібності, яких потребують рослини в цих мережах?

У багатьох місцях люди й певні ініціативні проєкти вже в пошуку нових відповідей на ці запитання та шляхів, завдяки яким селекцію та сільське господарство можна організувати зовсім по-іншому.

Багато де люди та певні ініціативні проєкти вже шукають нових відповідей на ці запитання та шляхів, завдяки яким селекцію та сільське господарство можна організувати зовсім по-іншому. В тому числі в Австрії, Німеччині та Швейцарії. Ми поговорили з двома селекціонерами та дослідницею, щоб дізнатися більше про їхню захопливу роботу.

У цій брошурі ми представляємо дві селекційні ініціативи, які знайшли власні відповіді на поставлені запитання та вже зарекомендували себе тут і зараз поза існуючими структурами насіннєвого ринку й селекційного бізнесу. Перший проєкт має на меті повернути селекцію в фермерські господарства і стосується помідорів або – ще краще – «райських плодів»[2]. У центрі уваги другого проєкту – розмаїття, що є особливо важливим з огляду на кризу клімату та біорізноманіття.

Для «справжніх» інновацій у селекції та сільському господарстві немає і точно ніколи не буде *єдиного* шляху. Через мінливі географічні та кліматичні умови потреби аграріїв в адаптованих культурах і формах вирощування сильно різняться залежно від місцевості. Тому селекція та сільське господарство повинні дедалі більше знаходити рішення для задоволення конкретних місцевих потреб. Однак, окрім усталеного молекулярно-біологічного підходу до рослин і зосередження на максимізації врожайності, необхідно використовувати й інші системи знань: наприклад, надзвичайно цікаві дослідження «комунікаційних послуг» рослин, тобто різноманітних взаємодій рослин між собою, між рослинами і тваринами, а також між рослинами та ґрунтом. Про це ми розповімо в одному з інтерв'ю.

Проєкти, які ми тут представляємо, теж не знайшли остаточних рішень щодо селекції та вирощування рослин у дедалі складніших умовах. Але ми такої мети і не ставили. Ми хочемо надихнути фермерів, садівників та селекціонерів і показати, що можливі й інші шляхи розвитку, окрім генної інженерії та біотехнологій, і пов'язаних із ними правових, економічних та корпоративних структур.

---

1 Наприклад, велика кількість кормів і біопалива.
2 Paradeiser – буквально «райський плід» – так на сході Австрії називають помідор.

Гетерогенні популяції кукурудзи, що були виведені в Dottenfelderhof, є альтернативою гібридам.

ПОВЕРНУТИ СЕЛЕКЦІЮ У ГОСПОДАРСТВА

Проєкт Bauernparadeiser

Робоча група фермерів, що займаються вирощуванням томатів, ARCHE NOAH (Шильтерн, Австрія) – це мережа, що об'єднує близько 15 органічних фермерів, дослідників і працівників проєкту. Вона була створена в 2010 році з метою повернути селекцію рослин у фермерські господарства. Мету селекції та дослідницькі питання визначають спільно, зважаючи на відповідні потреби господарств: важливими цілями селекції є адаптація до місцевих умов та покращення здоров'я рослин (зокрема, підвищення стійкості до хвороб), а не лише врожайність і досконалий зовнішній вигляд. Фермери-учасники схрещують і селекціонують рослини у своїх господарствах, забезпечують оптимальну адаптацію різноманітних рослин до місцевості, а отже, їхню придатність для сталих систем, таких як органічне сільське господарство.

Інтерв'ю з Франціškою Лерх. Вона агроном, фермер і селекціонер рослин у господарстві Lerchenhof.

Франціško, чому ти береш участь у проєкті Bauernparadeiser?

Створення робочої групи було ініційоване в 2010 році на базі малих органічних овочевих господарств, що працюють з акцентом на сортовому розмаїтті. Для нас було і є важливим повернути в комерційне овочівництво раритетні сорти, які мають насичений смак і дають насіння, що відповідає сортовим якостям, і традиційні сорти. Це безпосередньо пов'язано з питанням маркетингу, тобто як доносити інформацію про особливі сорти, які вирощує господарство.

Якщо вирощувати старі й рідкісні сорти, при роботі з ними постає питання подальшого розвитку та селекційного вдосконалення, адже не всі сорти за своїми характеристиками придатні для комерційного овочівництва. Це має бути економічно вигідним для господарств, а сорти повинні бути адаптовані до їхніх потреб. Йдеться не лише про врожайність, а й про адаптацію до місцевості та стійкість до хвороб. Тож маємо багато практичних аспектів. Хоча кожен сорт має цінні характеристики, у багатьох старих сортів є недоліки, а це означає, що існує певна потреба в розвитку.

Звідси виникла ідея працювати і над подальшим розвитком сортів. Насправді існує дуже мало ініціатив, на чолі яких стоять фермери, які проводять селекційну роботу безпосередньо у власних господарствах.

Що тебе приваблює в селекції?

Я завжди вважала і вважаю, що селекція надзвичайно важлива, бо це аспект майбутнього. Селекція збільшує різноманітність, адже і старе зберігається, і з'являється щось нове. Бо йдеться не лише про збереження, що, звісно, важливо. Але якщо ми хочемо

«То давайте ж самі створювати наші «райські плоди»!»

Філіпп Ламмер, співробітник проєкту ARCHE NOAH

рухатися в майбутнє, потрібно завжди розвиватися та еволюціонувати. Це впливає на нас, людей, так само, як і на рослини та тварин. Виводячи й розвиваючи сорти для органічного

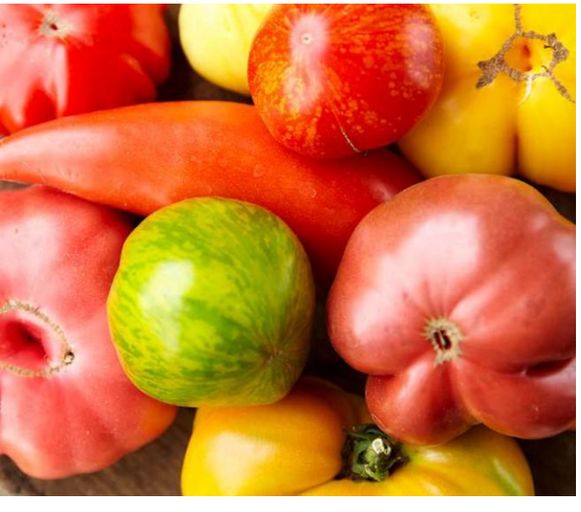
землеробства, ми створюємо основу для добрих перспектив органічного сільського господарства на майбутнє.

Як саме визначаються цілі селекції?

Власне, цілі селекції формуються дуже практично, через аналіз сільськогосподарських культур і потреб господарства відповідного типу.

Як ви здобуваєте теоретичні та практичні знання про селекцію рослин?

Ми від самого початку розуміли, що наш досвід і знання обмежені. Селекціонерів серед нас немає; ми добре розбираємося в рослинах, але ми не селекціонери. Тож перші три роки ми просто вчилися разом. Йшлося про те, щоб дізнатися, на що власне слід звертати увагу в процесі селекції. Або як схрещувати помідори. Як це зробити на практиці. Ми також запросили до себе фахівців. Добре, що до нас приєднався Філіпп [Прим.: Співробітник ARCHE NOAH], він привніс у групу науковий досвід, і це теж потрібно.



Розмаїття помідорів від проєкту Bauernparadeiser

У чому полягають виклики одночасного господарювання та селекції?

Це насправді питання часу та уваги: селекція потребує зовсім іншого типу уваги. Але, хоч це і виклик, мене це захоплює. Це також можливість і я думаю, що це цілком робочий варіант. Звичайно, завжди є питання пріоритетів, доводиться розбиратися в ситуації, створювати структури, щоб усе працювало. Звичайно, ми часто «тонемо» в повсякденній рутині, і тоді неймовірно корисно мати людей, які б координували проєкти та керували ними. Коли є такі рамки та супровід, це величезна допомога. Мені дуже допомагає, коли я знаю, що от завтра хтось приїде, і ми знаходимо час, щоб разом поїхати в розплідник, подивитися на рослини, скуштувати плоди, щось обговорити, отримати нові імпульси. В процесі спілкування можна отримати більше, ніж якщо самому дивитися на рослини. Це неймовірно цінна річ. Фокус у тому, щоб добре організувати свій час, а ще, за можливості, знайти фінансування.

Як мала би оплачуватися ця робота?

Існують різні рівні оплати праці. З одного боку, як уже згадувалося, наша робоча група має потужну технічну підтримку, яка, звісно, також потребує грошей. Це дуже важлива складова. Чим більше грошей вкладається в кваліфікований персонал, який підтримує господарства в їхній селекційній роботі, тим більше користі це приносить для подальшого розвитку селекційної діяльності.

Рішення щодо селекції найкраще приймати спільно.

Для самих фермерських господарств існують погодинні ставки або ставки за кількість рослин. Ми фінансуємо це за рахунок шефства[1]. Бажано, щоб винагорода була адекватною і відповідною виконуваній роботі та відпрацьованим годинам. Наприклад, у 2022 році ми працювали за умовною погодинною ставкою близько тринадцяти євро. У цьому контексті оплачуються не фактичні години, а фіксована ставка на господарство, залежно від того, скільки рослин вирощується для селекції, якого вони покоління та який комплекс робіт виконується. Особисто я вважаю, що доречною була б удвічі-втричі вища погодинна ставка.

Про що ти думаєш, уявляючи собі сільське господарство та селекцію майбутнього?

Я могла б уявити організацію селекції як щось типу солідарного сільського господарства. Іншими словами, це селекційна робота за підтримки громади. Тоді ми могли б займатися справді незалежною селекцією в господарствах для регіону, для людей у регіоні. І якщо буде достатньо людей, багато грошей на це не знадобиться.

Щиро дякуємо за інтерв'ю!

1 ARCHE NOAH розподіляє т. зв. «шефство» над рослинами, це дозволяє профінансувати значну частину проєкту. Невелика частина фінансування також надходить від мюнхенського Фонду Едіт Хаберланд-Вагнер (Edith-Haberland-Wagner-Stiftung).

Проєкт приносить свої плоди

Цього року вперше у продажу з'явилася органічна розсада з власним логотипом Bauern-paradeiser. ARCHE NOAH також пропонує насіння нещодавно виведеного сорту коктейльних помідорів Aroma Cocktail Завдяки селекційній роботі проєкту новий сорт надійно захищений від бурої плямистості (ця хвороба поширена серед тепличних томатів, виникає при дуже високій вологості, різні сорти мають різну сприйнятливість до неї) та має відмінні смакові якості.

Більше інформації про проєкт Bauernparadeiser:
www.arche-noah.at/sortenerhaltung/sorten-entwickeln/das-bauernparadeiser-projekt

МЕРЕЖІ РОСЛИН

Знайомство з дослідженням «рослинної комунікації»

Вже десь протягом 20 років дослідники по всьому світу вивчають, як рослини взаємодіють між собою, наприклад, за допомогою ароматичних речовин. Спочатку такі дослідження критикували як езотерику. Тепер ці напрацювання отримали наукове визнання. Нове дослідження показує, що рослини здатні на більше, ніж ми собі уявляємо. Вони цілеспрямовано принаджують корисних комах і попереджають одна одну про шкідників. Під землею також іде жвавий діалог. Отже, замість того, щоб розглядати рослини як «біоавтомати», якими можна маніпулювати за власним бажанням, як це досі має місце в генній інженерії, потрібно використовувати їхні розмаїті мережі взаємозв'язків у селекції та сільському господарстві. Прикладом цього є змішані культури, такі як давно відомий метод «мільпа» або «три сестри» (кукурудза, квасоля та гарбуз).

Інтерв'ю з Флоріанною Кьохлін. Швейцарська біологиня, письменниця та художниця (Блауен Інститут, Мюнхенштайн) вже багато років веде новітнє дослідження рослин..

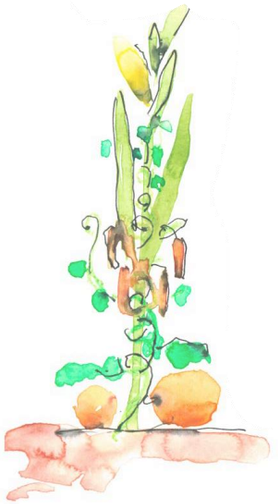
Флоріанно, ти була дуже активною учасницею кампанії проти генної інженерії в сільському господарстві у Швейцарії. У своїх книгах ти неодноразово підкреслюєш, що редукціоністський погляд на селекцію, який зосереджується виключно на генах, є надто поверхневим. Ти кажеш, що рослини — це більше, ніж маленькі біомашини, які можна запрограмувати як завгодно. Усвідомлення цього факту відкриває абсолютно нові перспективи. Можна трохи докладніше про це? Хто або що таке рослина?

По-перше, хочу наголосити: я сама не є дослідницею, але я йду до тих, хто мене цікавить: до фермерів, дослідників, філософів.[1] Візьмемо, наприклад, кукурудзу: я була у Теда Терлінгса в Невшательському Університеті. Він і його команда досліджували, чому, коли кукурудзу атакує кукурудзяний стебловий метелик, – негайно прилітає паразитична оса, щоб паразитувати на метелику.[2] Спочатку вони пошкодили листя кукурудзи, але нічого не сталося. Та щойно гусениця починає їсти листок кукурудзи, рослина виробляє суміш індолів і терпеноїдів, яка приваблює осу-іхневмоніду. Але як кукурудза помічає, що нею харчується кукурудзяний метелик? Вони розмазали фекалії метелика по листю, але нічого не сталося. Потім вони змастили листя його слиною – бац, і з'явилася паразитична оса. Потім вони витратили чотири роки на дослідження – я в захваті і від дослідницької стратегії – розводили гусениць, годували їх, змушували випорожнятися, наносили слину гусениць на рослини, і, зрештою, виявили у слині комахи воліцитин – речовину, яку кукурудза «відчуває на смак». А якщо кукурудзу атакують павутинні кліщі, вона виробляє інший коктейль ароматичних речовин, який приваблює хижих кліщів. А перед цим кукурудза попереджає інші листки та всіх своїх сусідів метилжасмонатами. Сусідні рослини також виробляють попереджувальні речовини, і процес поширюється настільки, що врешті-решт ціла територія отримує попередження. Неймовірне мистецтво спілкування!

«Рослини — це більше, ніж маленькі «біомашини», які можна запрограмувати як завгодно».

Під землею також багато чого відбувається, і це теж досліджували в Невшателі. Коли кукурудзяний коренеїд

атакує рослину кукурудзи, її коріння виділяє ароматичні речовини, які приваблюють нематод, і нематоди поїдають шкідника. Цікаво ще й те, що високопродуктивні американські сорти кукурудзи вже на це не здатні. Може, це збіг, а може й ні. У будь-якому випадку, ця здатність була втрачена при селекції за ознакою високої врожайності. У кожній книжці я завжди наголошую на головному: досі рослини, навіть у науці, вважаються живими біоавтоматами, які запускають свою генетичну програму і завжди реагують однаково на один і той самий стимул, тобто що вони, по суті, пасивні. Ще 10–20 років тому фраза «поведінка рослин» не сприймалася, адже рослини не могли поводитися активно. Але зараз цей образ рослин хоч і повільно, але дедалі частіше ставлять під сумнів; рослини спілкуються, об'єднуються в мережі, тонко сприймають своє оточення… В принципі, мої книги – це послання, спрямоване проти досі панівного механістичного світосприйняття.



Оптимальна змішана культура: кукурудза дає опору квасолі, а гарбуз вкриває землю.

Ти розглядаєш різні рівні взаємовідносин: між рослинами і тваринами, між рослинами і ґрунтом, між самими рослинами.

Так, рослина – це стосунки. Мабуть, можна сказати, що рослини навіть більше залежать від комунікації, ніж ми, адже вони не можуть втекти. Вражаючий приклад: це був проєкт дослідження дикого тютюну в Єнському університеті. Вони посадили рослину, яка не мала рецепторів смаку та запаху, тобто була фактично «глухонімою», серед інших дикорослих рослин тютюну. «Глухоніму» рослину з'їли дуже швидко, а інші – ні. Вона не «чула» попереджень, не могла привабити корисних комах; без комунікації вона була приречена.[3]

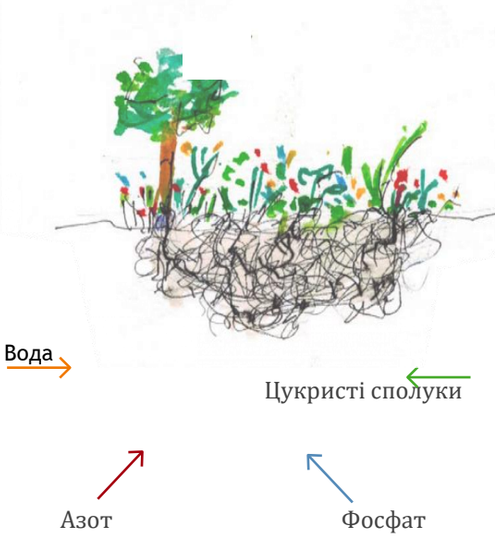
Чи відомо тобі про селекційні проєкти, які цілеспрямовано використовують ці комунікаційні послуги рослин?

Звичайно. Зокрема, важливу роль відіграють змішані культури. Наприклад, вирощування «трьох сестер» (т. зв. мільпа) – давня, дуже успішна полікультура кукурудзи, квасолі та гарбуза, що виникла в Центральній та Південній Америці. Кукурудза – джерело вуглеводів і опора для квасолі, що багата на білок, гарбуз – хороший і корисний овоч, а його листя вкриває землю. Всі три рослини отримують користь одна від одної, підтримують одна одну і дають значно більший врожай, ніж якби кожна з трьох рослин вирощувалася як монокультура. Втім, сучасні сорти кукурудзи та квасолі вже на це не здатні. Тут потрібна селекційна робота. Я побувала в господарстві Сатіва в Рейнау, де група під керівництвом Еви Цанд займається селекцією квасолі та кукурудзи, щоб вони знову могли добре рости разом. Наприклад, квасоля не повинна виростати занадто великою, інакше вона просто повалить кукурудзу. Бажано також, якщо можливо, щоб рослини дозрівали одночасно.

А робота з ароматичними речовинами теж ведеться?

Так, кілька років тому я відвідала дослідницький центр ICIPE *(Міжнародний центр фізіології та екології комах)* у Кенії. На той час вони вже розробили метод «Push-Pull». Основним шкідником кукурудзи там є стебловий свердлильник, родич кукурудзяного стеблового метелика, а ще вони мають проблеми з бур'яном – стригою. Ми побачили це на одному з полів фермерки, яка співпрацювала з дослідницьким інститутом: на її полі кукурудза була середньої висоти та виглядала досить слабкою, жовтуватою і без качанів. По сусідству рослини були значно вищі й соковитіші, з товстими качанами. За її словами, обидва поля були засіяні одночасно. З однією різницею: навколо поля з товстими качанами вона посіяла три ряди кормової трави (пеннісетум або слонова трава). Ця трава «виганяє» стеблового свердлильника з поля своїм запахом. Намагаючись прогризти собі шлях у траві, личинки гинуть від липкого соку рослини. У міжряддях висаджують бобову рослину – десмодіум, запах якої відлякує стеблового свердлильника – справді «Push and Pull» (штовхають і тягнуть), Фермерка отримала не лише темно-зелену, соковиту кукурудзу з товстими качанами, а й можливість продати кормову траву. Це дало їй змогу оплатити навчання двох своїх дітей, і голодувати їм більше не довелося. Тепер також відомо, що десмодіум

«Рослина — це стосунки. Рослини навіть більше за нас залежать від комунікації, адже вони не можуть втекти»



У різноманітних змішаних культурах рослини обмінюються життєво важливими речовинами, як на «базарі».

пригнічує стригу за допомогою ароматичних речовин у ґрунті: його запах змушує стригу проростати, і коли кукурудза сходить, бур'ян вже занадто розвинувся і не може паразитувати на корінні кукурудзи. До того ж рослини вкривають ґрунт, захищаючи його від ерозії, і це «справедливе» рішення, оскільки насіння, яке використовують фермери, не запатентоване. Наразі ця змішана культура поширилася не лише в Кенії, а й у Танзанії, Беніні та багатьох інших країнах. Адже фермери можуть робити це самостійно.

У своїй новій книзі [Koechlin 2021] я посилаюся на метадослідження китайсько-голландської дослідницької групи,[4] яка проаналізувала понад 200 досліджень змішаних культур по всьому світу, органічних і конвенційних, малих і великих. Вони дійшли висновку, що будь-яке змішане вирощування, будь-яке: промислове, органічне, мале, велике, дає на 20-30% більше врожаю і

вимагає використання меншої кількості пестицидів. Це просто неймовірно! Але багато хто навіть не підозрює про такий потенціал. Вандава Шіва називає це «монокультури в голові». А ще потрібно багато селекційної роботи, щоб зробити рослини придатними для вирощування в полікультурі.

В одній зі своїх книг ти також описуєш проєкт Базельського університету, в якому досліджували мікоризу. Під землею відбувається справжній обмін типу «ти — мені, я — тобі»!

В ході експерименту Андрес Вімкен і його команда висіяли просо і льон у різні контейнери, які поставили поряд.[5]

В одному контейнері були ці мікоризні гриби, а в іншому ні. Все інше було ідентичне: однакова кількість добрив, ґрунту, води тощо. У контейнері з мікоризою льон виріс приблизно вдвічі вищим, і просо також було трохи міцнішим. Потім ґрунт дослідили й за допомогою ізотопного аналізу з'ясували, що просо виробляє значно більше цукрових сполук, які надходять до льону. Близько 80% усіх азотних сполук також потрапляє до льону, і лише 20% споживає саме просо. Андрес сказав: «Просо годує льон». Вдумайтеся, вони ж взагалі ніяк між собою не пов'язані! Гіпотеза Андреса і його групи полягала в

«У хороших змішаних культурах у ґрунті розвивається своєрідний динамічний ринок».

тому, що в хороших змішаних культурах, як це було поширено в минулому, в ґрунті розвивається щось таке, що він називає динамічним ринком, базаром. Наприклад, рослини з довгим корінням виділяють надлишок води, бобові – азот, фосфор, автотрофні рослини – фосфати тощо. А рослини С4, такі як просо, здатні на ефективний фотосинтез у спеку, дають цукрові сполуки. Досі вважалося, що змішані культури хороші просто тому, що різні рослини займають різні ніші, але тепер ми знаємо, що рослини ще й багато чим обмінюються.

І навпаки, це означає, що рослинам у монокультурах фактично не потрібно нічого робити самим, адже їх згори і знизу забезпечують усіма речовинами.

Так, саме так, рослину обприскують зверху і знизу, її здатність попереджати, приваблювати корисних комах, вибудовувати підземну мережу стає неактуальною, їй нічого з цього не потрібно.

Про що ти думаєш, уявляючи собі сільське господарство та селекцію майбутнього?

Рослини мають величезний потенціал, який у монокультурах просто марнується. Я уявляю значно розмаїтіше сільське господарство і органічне землеробство теж може посісти в ньому значне місце. Центральна роль при цьому відводиться селекції. А ще мене непокоїть розвиток прецизійного (точного) землеробства. Воно також може бути корисним для органічного агровиробництва, і цьому є багато прикладів. Але якою ціною? Пет Муні[6] колись назвав це «сільським господарством під наглядом» *(surveillance agriculture)*. Завдяки прецизійному землеробству влада гігантів [концернів-виробників насіння та отрутохімікатів] і надалі зростатиме, не тільки через такий важливий інструмент як патенти, а й у зв'язку з використанням Big Data. Отже, вже давно йдеться не тільки про Syngenta/ChemChina та Monsanto/Bayer, а й про Amazon, Google чи Alibaba Усі хочуть мати частку в цій надзвичайно

важливій справі майбутнього виробництва харчових продуктів. Дані збираються всюди, і ми стаємо все більш залежними та контрольованими. Мене це лякає. Як можна цьому протидіяти? Безумовно, один із варіантів – насіннєвий матеріал «*Open Source*»[8], але для цього нам потрібно зробити значно більше, як це роблять Джек Клоппенбург [зі своєю ініціативою *Open Source Seed Initiative*][7] та інші організації, такі як GRAIN і ETC-Group. Це значить: без зміни структур це інакше сільське господарство та селекція навряд чи будуть реалізовані.

Щиро дякуємо за інтерв'ю!

---

1 Флоріанне Кьохлін пише про їхню надзвичайно цікаву роботу та результати досліджень у своїх книгах, див. список літератури, с. 26.

2 Флоріанне Кьохлін також описує цей проєкт у статті в інформаційному сервісі з генетичної етики: Koechlin, F. 2005: Die Erinnerung der Pflanzen. У: GID 169, квітень 2005, www.gen-ethisches-netzwerk.de/die-erinnerung-der-pflanzen

3 «Рослина не має ні носа, ні піднебіння. Її рецептори запаху та смаку розташовані по всій рослині: на листі, стеблах і навіть коренях. Тож вона відчуває запах, смак і бачить як ціла рослина». Koechlin, F. 2020: Wie Pflanzen miteinander kommunizieren und sich vernetzen, www.blauen-institut.ch/s2_blue/tx_blu/tp/tpf/f_forum_2020_01_florianneKoechlin_de%20.pdf

4 Li, C., Hoffland, E., Kuyper, T. W., Yu, Y., Zhang, C. Li, H., Zang, F. van der Werf, W. 2020: Syndromes of production in intercropping impact yield gains. In: Nature Plants 6, 653 – 660, www.nature.com/articles/s41477-020-0680-9

5 Флоріанне Кьохлін докладно описує цей дослідницький проєкт у своїй книзі «Mozart und die List der Hirse» (2012), с. 35 – 45.

6 https://etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/session_1_power_and_technology_the_digital_food_chain_en_small.pdf

7 https://osseeds.org

8 Ініціативи на підтримку «насіння з відкритим кодом» виступають за вільний доступ до насіння та проти будь-якої форми привласнення (захист сортів, патенти і т. ін.). Слід гарантувати через ліцензію з відкритим кодом або через відповідне (добровільне) зобов'язання, що сорти залишатимуться спільним надбанням. Займатися селекцією, культивувати та відтворювати сорти може будь-хто за умови, що він/вона зобов'язується не претендувати на право приватної власності.

Більше інформації про роботу Флоріанни Кьохлін : www.blauen-institut.ch

РІЗНОМАНІТТЯ НА ВСІХ РІВНЯХ

Збереження та розвиток генетичного розмаїття за допомогою органічної селекції

Forschung & Züchtung Dottenfelderhof у Бад-Вільбелі, Німеччина, є некомерційною, біодинамічною та органічною селекційною ініціативою. Селекціонери працюють із пшеницею, ячменем, вівсом, житом, кукурудзою та різними овочевими культурами. Окрім створення сортів для органічного сільського господарства тут досліджують методи селекції та захворювання зернових культур, що передаються через насіння. Вільний доступ до якомога ширшого асортименту насіння є важливим елементом, коли йдеться про сільськогосподарські системи, в яких на першому плані стоять не прибутки, а потреби людини і природи. Органічна селекція рослин є важливим внеском у цьому напрямку, але саме в галузі збереження біорізноманіття в майбутньому ще багато чого потрібно зробити.

Інтерв'ю з доктором Карлом Волленвайдером. Разом із Катрін Нойбек він керує підприємством Forschung & Züchtung Dottenfelderhof і займається реалізацією дослідницьких проєктів у галузі здоров'я насіння й рослин та гетерогенних популяцій[1].

Карле, чи не міг би ти на початку пояснити, навіщо потрібна селекція, яка створює рослини спеціально для органічного сільського господарства?

Органічне сільське господарство потребує не таких рослин, як конвенційне: рослини мають бути пристосовані до наявності поживних речовин в умовах органічного виробництва, вони мають бути стійкими до забур'яненості та й загалом мати добре здоров'я. Щодо пшениці, тут, наприклад, потрібні рослини з зовсім іншим зовнішнім виглядом: придатні для органічного вирощування сорти вищі за сорти для конвенційного вирощування, листя, особливо на ранній стадії розвитку, має бути скоріше розлогим, ніж вертикальним, а відстань від першого прапорцевого листка до колоса – більшою, зокрема щоб запобігти ураженню колоса грибковими захворюваннями.

Як органічні селекціонери, ми послідовно створюємо сорти з цими властивостями в умовах органічного вирощування та з використанням методів, дозволених в органічному сільському господарстві та органічній селекції. Ці сорти від самого початку виводяться за органічними стандартами. Тобто селекція для органічного сільського господарства та органічна селекція – це не одне й те саме.

Над чим ви зараз працюєте?

Ми розвиваємо органічні сорти ячменю, пшениці та вівса, а також вільнозапильні популяції жита й кукурудзи як альтернативу гібридним сортам (див. ілюстрацію на стор. 20). У своїй роботі ми приділяємо особливу увагу селекції сортів, стійких до хвороб зернових культур, що передаються через насіння, таких як сажка тверда й сажка летюча. В органічному сільському господарстві синтетичні засоби обробки насіння не допускаються, тож ці хвороби становлять серйозну проблему. Ми виводимо стійкі сорти та працюємо над супутніми стратегіями моніторингу насіння та його органічної обробки, які можуть забезпечити резистентність також у довгостроковій перспективі.

«Саме з огляду на кліматичні зміни дуже важливо, щоб ми намагалися використовувати розмаїття на всіх рівнях»

Ще одним важливим напрямком нашої роботи є селекція пшениці та жита, які навіть в умовах органічного

вирощування мають чудові властивості для хлібопекарської промисловості. Щодо пшениці, ми вже маємо вісім офіційно затверджених сортів, які відповідають певним критеріям якості та були класифіковані Федеральним відомством з охорони нових сортів рослин як елітна пшениця. До того ж, ці сорти стійкі до твердої та/або летючої сажки.

Яких майбутніх змін ти очікуєш? Про що ти думаєш, уявляючи собі сільське господарство та селекцію майбутнього?

На мою думку, адекватною реакцією на загострення екологічних криз було б сприяння розвитку органічного сільського господарства з його замкнутими циклами обігу поживних речовин. Слід прагнути до кращого закріплення на місцевому рівні, менших виробничих структур та більш економного використання природних ресурсів.

Селекція рослин може додатково допомогти господарствам на різних рівнях використовувати різноманіття, щоб підвищити їхню стійкість, тобто здатність протистояти зовнішнім стресовим факторам. Я вважаю, що це дійсно необхідно з огляду на зміни клімату.

Ти кажеш, що в майбутньому нам потрібно більше розмаїття на різних рівнях. Що ти маєш на увазі?

Спочатку йде вищий рівень управління підприємством: тут можна, наприклад, відстежувати диверсифікацію можливостей зрошення або внесення добрив, або галузей виробництва. Щодо генетичного розмаїття в окремому господарстві, можна виділити такі рівні: загальна кількість ботанічних видів, що використовуються в господарстві; кількість видів, що використовуються на певній посівній площі; розмаїття сортів (для кожного виду) і, нарешті, генетичне розмаїття всередині сортів. За допомогою селекції можна охопити всі ці рівні. В органічній селекції слід, зокрема, брати в роботу значно більшу кількість культур; насамперед, існує великий відкладений попит на кормові бобові та трави. Також слід значно збільшити сортове розмаїття вже опрацьованих видів.

У процесі селекції рослини — на фото яра пшениця — постійно критично оцінюють.

«В органічній селекції слід працювати зі значно більшою кількістю сільськогосподарських культур, насамперед з кормовими бобовими та травами, де існує великий відкладений попит».

Цікавий підхід, над яким ми зараз розмірковуємо разом із нашими колегами з компанії Getreidezüchtung Peter Kunz, полягає в тому, щоб *одночасно* працювати на кількох рівнях генетичного різноманіття. В одному з поданих до Федеральної програми з органічного сільського господарства[2] ескізних проєктів ми пропонуємо вирощувати жовтий горох, який особливо добре пристосований для вирощування в змішаній культурі з літніми зерновими. При цьому ми хочемо використовувати генетично гетерогенні популяції гороху, потенційно здатних пристосовуватися до партнерів по змішаному вирощуванню шляхом природного відбору. В ескізному проєкті ми працюємо одночасно на рівні виду (змішані культури), сортового розмаїття (з різними сортами гороху та ячменю), а також розмаїття всередині сортів і популяцій.

Ти сказав, що ви працюєте з гетерогенними популяціями. Можеш більш детально пояснити, що це за популяції та які цілі при цьому переслідуються?

Розмаїта популяція пшениці в господарстві Dottenfelderhof з остистими та безостими рослинами.

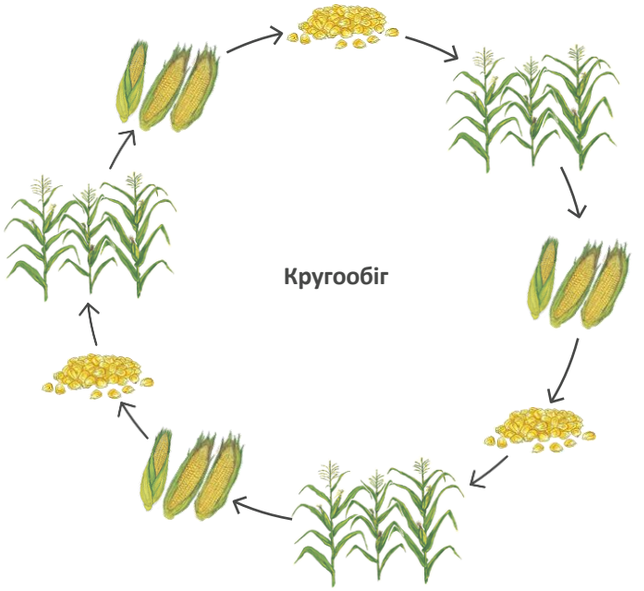
У дослідницькому та селекційному центрі Dottenfelderhof ми працюємо над гетерогенними популяціями відповідно до нового регламенту ЄС щодо органічного сільського господарства[3]. Цей «органічний гетерогенний матеріал» повинен мати високу генетичну різноманітність, він повинен містити багато різних рослин одного виду з різним зовнішнім виглядом і властивостями. Цей термін у регламенті має відносно широке визначення і вживається як для гетерогенних популяцій переважно самозапильних видів (таких як пшениця або горох), так і для переважно перехреснозапильних видів (таких як ріпак або кукурудза).

Один із наших напрямків роботи – гетерогенні популяції пшениці. Як ми показали, хлібопекарські властивості борошна з цих популяцій при вирощуванні в різних місцевостях і в різні роки є стабільнішими, ніж у звичайних сортів пшениці. Популяції пшениці краще протистоять впливу навколишнього середовища. Перевагою також може бути стабільніша опірність популяцій до хвороб листя. Наприклад, у гомогенних посівах пшениці грибок, що викликає жовту іржу, має, так би мовити, легке завдання, оскільки всі рослини мають однакову резистентність. Щойно цей бар'єр подолано, грибок може швидко

Кругообіг сортового насіннєвого матеріалу

Вільнозапильні популяції — придатна для репродукції альтернатива гібридам.

Вільнозапильні
У вільнозапильних популяціях рослини запилюють одна одну (тут на прикладі кукурудзи). Пилок рослини переноситься вітром на квітки інших рослин, відсутнє штучне управління запиленням.

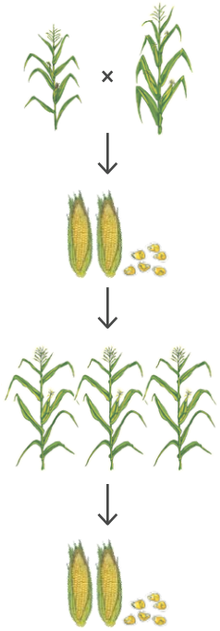


Відтворюваність
Насіння збирають з поля і наступного року знову висівають (репродукують). На відміну від гібридів, репродукція не призводить до зниження продуктивності популяції.

Адаптивність
Завдяки неодноразовому відтворенню популяції з часом пристосовуються до відповідних умов місцевості.

Гібридні сорти, що не піддаються відтворенню

Гібриди утворюються шляхом схрещування двох певних інбредних ліній.



Інбредні лінії є чистими
Батьківські лінії гібридів виводять шляхом самозапилення, тобто інбридингу, протягом багатьох поколінь.

Гібридні сорти однорідні
У популяції гібридів рослини генетично практично однакові.

У випадку з солодкою кукурудзою це означає, зокрема, що рослини дозрівають одночасно, а качани мають однаковий розмір. Це полегшує збір врожаю та реалізацію продукції.

Глухий кут

Не можна відтворювати

Гібридні сорти не відтворюються
Якщо зібрати та висіяти насіння гібридних рослин, наступні покоління розщеплюються. Отримані з гібридів рослини мають різні характеристики, це ускладнює збір і реалізацію продукції. При цьому врожайність теж знижується.

Гібридні сорти створюють залежності
Відтворення пов'язане не лише з практичними проблемами, а й заборонене законом. Тому фермерам доводиться щороку купувати насіння, тим самим потрапляючи в залежність.

Більше інформації про гібридне розведення див. у Banzhaf 2016, с. 52f.

розмножуватися. Натомість у популяції пшениці більш стійкі рослини можуть захищати менш стійкі, тим самим стримуючи поширення патогенів.

Крім того, в господарстві Dottenfelderhof ми вирощуємо гетерогенні популяції переважно перехреснозапильних видів кукурудзи та жита як придатну для репродукції альтернативу гібридним сортам. Це дуже важливо саме для цих культур, адже на ринку пропонують практично тільки гібриди.

На відміну від інших культур, кукурудза була і залишається предметом безпрецедентно інтенсивної селекційної роботи. Чому створюються переважно гібриди? Можеш коротко описати їхні переваги та недоліки?

Гібридні посіви дуже однорідні: одна рослина генетично по суті ідентична всім іншим. Домінуючі на сьогодні структури виробництва, логістики та маркетингу вимагають таких уніфікованих продуктів, які можна отримати за допомогою гібридів. Візьмімо, наприклад, солодку кукурудзу: якщо качани однакового розміру, їх значно легше продавати. У сфері селекції гібриди дозволяють швидше і більш прицільно досягати змін у певних напрямках.

Проте гібридні сорти не можна відтворювати (див. ілюстрацію на стор. 21). Це пов'язано з низкою недоліків: фермери повинні щороку купувати нове насіння, що створює односторонню залежність між фермерами та селекціонерами. Посівний матеріал також не можна розмножувати на місці, тому він не може пристосуватися до місцевих умов. Але передусім гібриди обмежують доступ до генетичного різноманіття як для виробників, так і для селекціонерів.

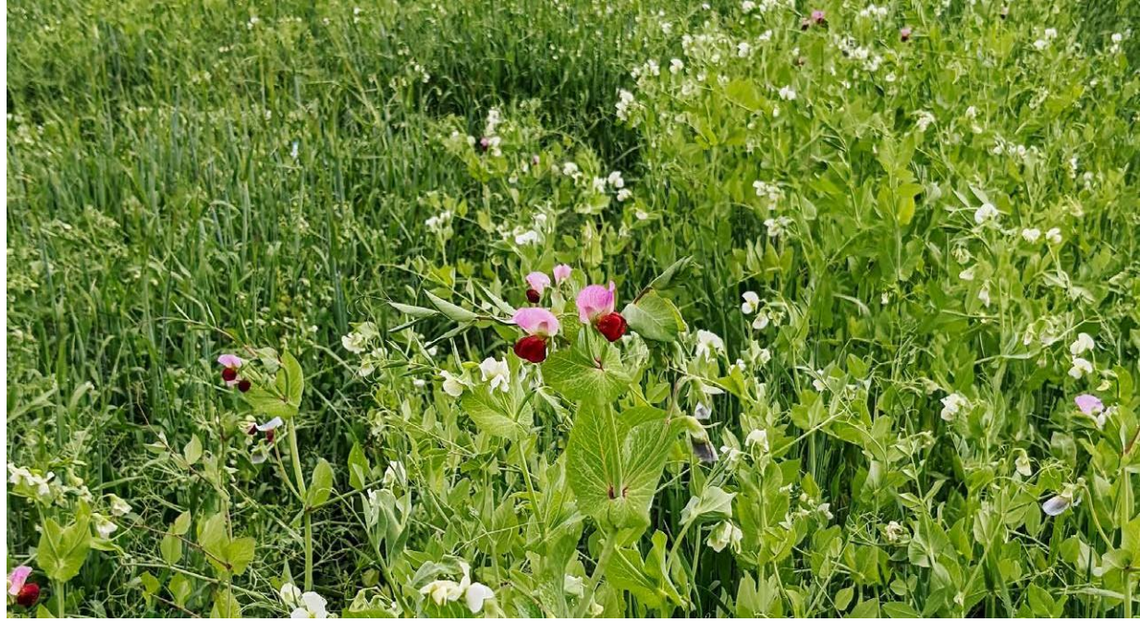
Можеш детальніше зупинитися на останньому пункті, а саме на обмеженні доступу до генетичного різноманіття через селекцію гібридів?

Насіннєві компанії не надають широкій громадськості та іншим селекціонерам вільного доступу до генетичного вихідного матеріалу, на якому базується гібридна селекція. Я маю на увазі інбредні лінії. З економічних міркувань це зрозуміло, але з точки зору суспільного ставлення до генетичного різноманіття це є проблематичним. Слід чітко усвідомлювати, що, як правило, у державних генних банках інбредні лінії не зберігають. Прогрес у селекції за останні 50–100 років недоступний для невеликих селекційних ініціатив, таких як наша. Ми використовуємо гібриди для створення нових вільнозапильних популяцій кукурудзи. Проте процес цієї так званої дегібридизації пов'язаний з труднощами, зокрема, він ускладнює цілеспрямоване формування популяцій. Проте, така практика взагалі стала можливою завдяки чинним нормам щодо «органічних гетерогенних матеріалів» нового регламенту ЄС про органічне сільське господарство. Треба обов'язково скористатися цією можливістю!

«Без генетичного різноманіття селекція не працює, воно — основа всього».

Збереження та забезпечення доступу до генетичного різноманіття є основою селекції та сільського господарства, а ще надзвичайно важливим завданням. Цю проблему необхідно вирішити, доки генна інженерія та патенти не позбавили нас генетичного різноманіття назавжди.

Виводячи вільнозапильні сорти, ми робимо свій дуже маленький внесок.



Тепер знову потрібна селекційна робота зі змішаними культурами зернових і зернобобових, наприклад, ячменю й гороху.

Деякі представники галузі вимагають 10 млн євро на фінансування органічної селекції рослин у Німеччині. Так, можливо, на першому етапі цього достатньо для самої селекції. Однак, для збереження всього спектру генетичного різноманіття споріднених диких видів, місцевих сортів[4] і навіть інбредних ліній необхідно виділяти в рази більше коштів і ефективно залучати до цього процесу практиків-аграріїв. Екологічна селекція є лише одним з аспектів збереження та освоєння нашого генетичного різноманіття.

Щиро дякуємо за інтерв'ю!

1 Для гетерогенних популяцій характерна висока генетична різноманітність: вони складаються з генетично різних рослин. Гетерогенні популяції існують як серед переважно перехреснозапильних, так і серед переважно самозапильних видів.

2 www.bundesprogramm.de/wer-wir-sind/ueber-das-bundesprogramm

3 Регламент ЄС 2018/848; діє з 1 січня 2022 р.: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32018R0848&qid=1660124462842

4 Місцеві сорти зазвичай виникають без системної селекційної роботи в певній місцевості. Генетично вони часто дуже розмаїті та добре пристосовані до місцевих умов.

Більше інформації про дослідження та селекцію в господарстві Dottenfelderhof:
www.dottenfelderhof.de/forschungzuechtung/ueber-uns

Майбутнє починається з насіння

Перспективи

Приклади, які ми підібрали, показують, що в галузі розвитку насінництва та сільського господарства можливі й інші шляхи. Розвивати та підтримувати їх сьогодні важливіше, ніж будь-коли раніше. Генна інженерія, яку знову пропагують як ЄДИНЕ рішення всіх проблем, лише заганятиме сільське господарство в ще глибшу кризу. Адже вона зумовлює посилення тих структур, які несуть відповідальність за соціальні та екологічні проблеми: домінування дедалі меншої кількості дедалі більших насіннєвих і пестицидних концернів, приватизація генетичних ресурсів рослин через патенти, подальше зменшення біорізноманіття на полях і поза ними та залежність господарств від зовнішніх ресурсів. До того ж генна інженерія зводить селекцію рослин до внесення змін в окремі нуклеотидні послідовності генів. Однак рослина – це значно більше, ніж сукупність її генів, і її завжди слід розглядати у взаємозв'язку з агроекосистемою, в якій вона росте. Рослини є складними організмами з безліччю взаємозв'язків між собою, з ґрунтом і навколишнім середовищем. Однак їхні різнопланові мережі не затребувані в монокультурах; синтетичні отрутохімікати та добрива виконують цю функцію начебто «ефективніше».

То що ж робити? Перший крок – зберегти регулювання нової генної інженерії, щоб можна було далі вдосконалювати альтернативні шляхи розвитку. Ми повинні голосно заявити політикам і корпораціям: «Генна інженерія? Не заходьте з нею на наші поля!» Замість того, щоб чекати на генетично модифіковані диво-рослини, такий підхід як збільшення різноманіття на всіх рівнях дійсно міг би допомогти нам у часи кліматичної кризи. Якщо дозволяє організація праці та за наявності відповідних маркетингових структур, диверсифікація на рівні господарства є, мабуть, одним із найважливіших доступних окремих заходів. Адже якщо гине якась одна культура, наприклад, через посуху, це не ставить під загрозу існування всього господарства. Для селекції це означає, що потрібно працювати не тільки з основними видами культур, а з якомога ширшим спектром: від польових культур, овочів і фруктів до кормових рослин. Ще одним важливим елементом є більше розмаїття на полях, чи то змішані культури, чи то популяції. Також використання якнайширшого спектру сортів може допомогти уникнути тотальних втрат.

Замість того, щоб чекати на генетично модифіковані диво-рослини, підхід «збільшення різноманіття на всіх рівнях» дійсно міг би допомогти нам у часи кліматичної кризи.

Щоб забезпечити якомога більше розмаїття видів і сортів, передусім маємо ще активніше дбати про збереження біологічного різноманіття. Розмаїття культурних і диких рослин є основою; без нього селекція неможлива. Селекція та сільське господарство повинні знову активно розробляти рішення для найрізноманітніших потреб. Втім, це спрацює лише за умови залучення до селекції більшої кількості людей у багатьох регіонах.

Щоб здійснити справжню – гідну цієї назви – зміну курсу в сільському господарстві, неможливо обійтися без зміни структур. Однак це неможливо реалізувати за один день. Тим важливіше вже сьогодні розвивати альтернативні селекційні та дослідницькі проєкти для інакшого сільського господарства. Проєкти, про які ми розповіли, можуть стати стимулом і надихнути на активну роботу з насінням, селекцією та рослинами в багатьох інших регіонах.

Література та ілюстрації

Повернути селекцію у господарства

„An den Großen vorbeizüchten“. Серія статей в газеті «Unabhängige Bauernstimme». Доступна онлайн: www.ig-saatgut.de/themen/systemwandel-alternativen

Banzhaf, A. 2016: Saatgut. Wer die Saat hat, hat das Sagen. München. Доступна онлайн: www.saatgutkampagne.org/wer-die-saat-hat.html

Herren, H., Haerlin, B., IAASTD+10 Advisory Group (Hrsg.) 2019: Transformation of our food systems. The making of a paradigm shift. Reflections since IAASTD – 10 years on. Доступна онлайн: www.weltagrarbericht.de/transformation.html

Мережі рослин

Biovision Newsletter, No. 56, серпень 2019. Доступно онлайн: www.biovision.ch/fileadmin/pdf/e/services/downloads/newsletter/web_Newsletter_NL56_EN.pdf (щодо методу « Push-Pull»)

Kloppenburg, J. 2010: Impeding dispossession, enabling repossession. Biological open source and the recovery of seed sovereignty. У: Journal of Agrarian Change 10/3, с. 367–388.

Koechlin, F. 2005: Die Erinnerung der Pflanzen. У: GID 169, квітень 2005, Доступно онлайн: www.gen-ethisches-netzwerk.de/die-erinnerung-der-pflanzen

Koechlin, F., Battaglia, D. 2018: Was Erbsen hören und wofür Kühe um die Wette laufen. Basel.

Koechlin, F. 2020: Wie Pflanzen miteinander kommunizieren und sich vernetzen, Доступно онлайн: www.blauen-institut.ch/s2_blue/tx_blu/tp/tpf/f_forum_2020_01_florianneKoechlin_de%20.pdf

Koechlin, F. 2021: Von Böden die klingen und Pflanzen die tanzen. Neue Streifzüge durch wissenschaftliches Unterholz. Basel.

Різноманіття на всіх рівнях

Li, C., Hoffland, E., Kuyper, T. W., Yu, Y., Zhang, C. Li, H., Zang, F. van der Werf, W. 2020: Syndromes of production in intercropping impact yield gains. In: Nature Plants 6, 653 – 660, Online verfügbar: www.nature.com/articles/s41477-020-0680-9

Timaeus, J.: Blog Biokultur mit vielen spannenden Texten, z. B. zum Thema Mischkultur und Populationen. Online verfügbar: www.bio-kultur.org/mischkulturen-in-der-landwirtschaft/quellen-mischkultur-praxis

Додаткова література

Heistinger, A. 2010: Handbuch Samengärtnerei. ARCHE NOAH & ProSpecieRara (Hrsg.). Innsbruck.

Kloppenburg, J. 2004: First the seed. The political economy of plant biotechnology. The University of Wisconsin Press.

Projekt RightSeeds, Arbeitsgruppe Ökonomie der Gemeingüter (Hrsg.) 2022: Biologische Pflanzenzüchtung. Neue Sortenvielfalt für die Zukunft des (Öko-) Landbaus. Oldenburg. Доступно онлайн: www.rightseeds.de/wp-content/uploads/2022/05/Christinck_Sievers-Glotzbach_Profilpapier_RightSeeds.pdf

Ілюстрації

Doris Steinböck (титульна та остання сторінка), Florianne Koechlin (с. 11, 12, 13 (зі змінами редакції)), Forschung & Züchtung Dottenfelderhof (S. 2, 5, 15, 17, 18, 19, 23, 24–25), ARCHE NOAH (S. 7),
Rupert Pessl (S. 8, 9, 27), vir ivlev / Shutterstock.com (S. 20–21).

Про видавця: Видавець: Dreschflegel e.V. (Організація, що об'єднує спільноту людей, зацікавлених у роботі з насінням, вільним від генетично модифікованих організмів), In der Aue 31, 37213 Вітценгаузен | Координація проєкту: Isabella Lang, Eva Gelinsky, Спільнота зацікавлених у роботі з насінням, вільним від генетично модифікованих організмів | Відповідальні за зміст та редагування: Isabella Lang, Eva Gelinsky | Редакційна команда: Franziska Lerch, Florianne Koechlin, Carl Vollenweider | V.i.S.d.P.: Stefi Clar, Dreschflegel.. e.V., In der Aue 31, 37213 Вітценгаузен | Оформлення: www.beast.at – Doris Steinböck і Anne Lange | Виробник і місце виробництва: Bonifatius GmbH Druck – Buch – Verlag, Karl-Schurz-Straße 26, 33100 Падерборн | Надруковано на 100% перероблюваному папері | Завантажити публікацію: www.ig-saatgut.de |
Перше видання, станом на серпень 2022 року.

Цей матеріал перекладено українською мовою міжнародним проектом «Німецько-українська співпраця у галузі органічного сільського господарства».
@всі права захищені
Повне чи часткове відтворення чи передача цієї публікації в будь-якій формі чи будь-якими засобами, в тому числі електронними, механічними, шляхом фотокопіювання чи запису у будь-якій іншій спосіб можливе лише за попередньої згоди авторів або видавців.

Додаткова інформація про роботу з насінням без генетично модифікованих організмів, про генну інженерію та альтернативні підходи до селекції: www.ig-saatgut.de

Дякуємо за підтримку нашої діяльності! Благодійні внески можна надсилати сюди:

Dreschflegel e.V. | Betreff „IG Saatgut“
Sparkasse Werra-Meißner
IBAN: DE21 5225 0030 0000 0389 68
BIC: HELADEF1ESW

Ця брошура побачила світ завдяки:

Gen Au Rheinau
Saatschutz für die Welt von morgen

STIFTUNG GEKKO
Für eine biologisch vielfältige, sichere und nachhaltige Welt