

Роль ядерных методов в климатически оптимизированном сельском хозяйстве

Кристоф Мюллер



Кристоф Мюллер преподает экспериментальную экологию растений в Гисенском университете имени Юстуса Либиха, а также в Университетском колледже Дублина. Основные области исследований: влияние изменения климата на экологические процессы, элементные циклы в наземных экосистемах и процессы формирования газовых примесей, влияющих на климат.

На сегодняшний день наша задача в области сельского хозяйства — повысить урожайность, чтобы накормить растущее население, с минимальными последствиями для окружающей среды. Под климатически оптимизированным сельским хозяйством (КОСХ) понимаются сельскохозяйственные системы, отличающиеся высокой производительностью и экологичностью. В них используются агротехнические приемы, способствующие более интенсивному поглощению атмосферного углерода (или углекислого газа) почвой для длительного удержания, что приводит к снижению выбросов в атмосферу парниковых газов.

Сложность заключается в том, что на производительность этих систем влияет не только абсолютное содержание углерода. Она также зависит от отношения количества углерода к количеству всех прочих питательных веществ, необходимых для роста растений. Таким образом, для создания устойчивых систем КОСХ необходимо обеспечить наличие питательных веществ (особенно азота) в нужной пропорции.

Благодаря революционным открытиям Юстуса Либиха и других ученых XIX века стало известно, что растения

усваивают азот главным образом в минеральной форме. На основе этого вывода были разработаны стратегии использования химических удобрений и начата «зеленая революция» — применение комплекса методов передачи технологии, который позволил увеличить мировое производство сельскохозяйственной продукции и накормить постоянно растущее (особенно в развивающихся странах) население в 60-х годах XX века.

Однако у этого достижения был побочный эффект. Больше азота стали потреблять не только растения, но и микробы. Поглощение азота микроорганизмами стало основной причиной повышения содержания закиси азота (N_2O) в атмосфере на 25%. Закись азота не только вызывает потепление климата, но также активно разрушает озоновый слой и сохраняется в атмосфере более 100 лет.

Задача систем КОСХ состоит в том, чтобы отделить использование синтетических удобрений от роста населения: накормить людей без увеличения количества азота. Один из способов сделать это — обеспечивать растения азотом, превращая трудноусвояемый азот из органических соединений почвы в легкоусвояемый, например в аммоний, нитраты или доступные органические субстраты. Показатель эффективности такого использования азота в сельскохозяйственных системах рассчитывается как отношение между внесенным азотом и азотом, вынесенным надземной биомассой.

Системы КОСХ увеличивают способность почвы удерживать питательные вещества и воду путем применения методов обработки, повышающих содержание в почве органических соединений и обеспечивающих ее устойчивость к изменению климата. Такое повышение урожайности почв в долгосрочной перспективе приводит к увеличению способности почвы к формированию азота. Если азот будет поступать из почвы, это позволит сократить количество удобрений и повысит эффективность использования азота.

Роль МАГАТЭ в климатически оптимизированном сельском хозяйстве

МАГАТЭ в сотрудничестве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) помогает государствам-членам применять ядерные и связанные с ними методы для устойчивого повышения производительности в сфере сельского

хозяйства, адаптации и повышения устойчивости систем сельскохозяйственной и продовольственной безопасности к изменению климата, а также в сфере сокращения выбросов парниковых газов в сельскохозяйственной сфере с учетом национальных и местных особенностей и приоритетов.

Роль ядерных методов

Влияние тех или иных способов ведения сельского хозяйства на удержание углерода и динамику поступления азота из почвы можно количественно оценить только с помощью ядерных и изотопных методов, в которых используются азот-15 и другие изотопы. С помощью азота-15 можно количественно оценить поступление азота из разных источников, включая удобрения и почву. Указанный метод также позволяет ученым определять, какие бобовые культуры лучше всего захватывают атмосферный азот посредством биологической фиксации азота, повышая плодородие и улучшая качество и здоровье почвы.

Это важно для оценки методов КОСХ, направленных на снижение выбросов парниковых газов, таких как N_2O . С помощью меченя азотом-15 или кислородом-18 можно точно выявить и количественно оценить источник N_2O . Тогда у исследователей и землепользователей появится

возможность выбирать правильные стратегии для снижения его выбросов. Другим способом сокращения выбросов N_2O является повышение конверсии N_2O в безвредный для окружающей среды N_2 с помощью сельскохозяйственных методов, которые оптимизируют поступление углерода или повышают рН почвы. Так или иначе, ученым необходимо измерять эмиссию N_2O и N_2 . Единственный доступный метод оценки эмиссии N_2 из почвы основан на мечении нитрата азотом-15.

Ядерные методы играют важную роль в оценке сельскохозяйственных методов, используемых в КОСХ. Основные научные методики, связанные с использованием ядерных методов, позволяют ученым количественно оценить влияние различных агротехнических приемов на динамику содержания азота в системах растение — почва — атмосфера. Часто ядерные методы оказываются единственным способом оценки практик КОСХ как с точки зрения влияния на удержание углерода в почве, так и с точки зрения процессов, приводящих к высвобождению газов, влияющих на климат.

Ядерные методы играют важную роль в оценке сельскохозяйственных методов, используемых в климатически оптимизированном сельском хозяйстве. Кристоф Мюллер во главе группы экспертов из государств — членов МАГАТЭ, проводящей полевое исследование по анализу содержания азота в почве. (Фото: МАГАТЭ)

