

Накопичення CO₂ зерновими культурами за використання біорегуляторів росту рослин

To slow the rate of warming it is necessary to reduce the total amount of carbon dioxide in the atmosphere and practice a more complete utilization or sequestration of carbon. This requires a new "green revolution" that will increase crop production and heal the environment.

Для уповільнення темпів потепління на Землі потрібно зменшити загальну кількість вуглекислого газу в атмосфері і практикувати більш повну «утилізацію або захоронення» вуглецю. Для цього потрібна нова «зелена революція», яка дозволить збільшити виробництво рослинницької продукції і оздоровить навколишнє природне середовище.

Для замедлення темпов потепления на Земле нужно уменьшить общее количество углекислого газа в атмосфере и практиковать более полную утилизацию или захоронение углерода. Для этого нужна новая «зеленая революция», которая позволит увеличить производство растительной продукции и оздоровит окружающую среду.

За оцінками експертів, внесок світового сільського господарства становить до 20 % загального обсягу викидів парникових газів, включаючи 50 % світових викидів метану, 75 % - азоту, 5 % - вуглекислого газу. Ще 14 % загальних обсягів викидів припадає на зміни у землекористуванні [1]. Крім того, у Національному кадастрі антропогенних викидів парникових газів [2] зазначено, що найбільше накопичення CO₂ проходить за рахунок приросту біомаси лісу, а найбільші втрати цього газу відмічено з ріллі.

Покращення практики ведення сільського господарства може привести до зменшення вмісту вуглекислого газу у атмосфері, викликаного господарською діяльністю людини. Основою для цього є збільшення рослинної маси. У майбутньому технології вирощування сільськогосподарських культур будуть грати важливу роль, оскільки вуглекислий газ в атмосфері таким чином можна перетворити у рослинну біомасу, яка в основному складається з вуглецю. В Україні рілля становить 33 млн. га, тобто майже 50 % від усієї території (60,4 млн. га), отже ці технології будуть брати на себе левову частку накопичення CO₂ у органічній масі сільськогосподарських культур.

Саме життя на порозі третього тисячоліття привело світову науку та сільськогосподарського виробника до використання нових елементів високих технологій. Українські біорегулятори росту рослин (БРР) нового покоління та технології їх застосування стають протидією екологічному дисбалансу у рослинництві. Крім того, у сучасних інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур надзвичайно велике значення має застосування екологічно безпечних та дешевих БРР для регуляції ростових процесів і підвищення стійкості культур до посухи, хвороб, вилягання тощо.

Науковими дослідженнями встановлено, що систематичне застосування БРР супроводжується зростанням продуктивності сільськогосподарських культур у середньому на 14-15 % [3]. Крім того, за даними наукових і виробничих дослідів та розрахунків, застосування БРР сприяє високій окупності витрат завдяки приростам урожаю [4]. Досить ефективними БРР є за вирощування зернових культур.

Природно-кліматичні умови та родючі ґрунти України сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дають змогу отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формування експортного потенціалу.

В Україні на сьогоднішній день існує наступна структура посівних площ [5]: під зернові та зернобобові культури у 2012 році відведено 15565,2 тис. га або 57,2 % від всієї посівної площі, під технічні – 27,0 % (7549,7 тис. га), кормові – 8,5 %, що становить 2348,6 тис. га, картоплю та овоче-баштанні – 7,3% або більше 2 млн. га.

Між атмосферою і наземними екосистемами переміщуються великі обсяги CO₂, перш за все через фотосинтез і дихання. Приблизно половина CO₂, що поглинається рослинами, витрачається ними на дихання і повертається до атмосфери. Інша частина утворює протягом року загальну продукцію біомаси, яка являє собою загальну наземну і підземну біомасу, а також мертву органічну речовину.

Антропогенна діяльність (знесення, внесення добрив, проведення меліорацій, лісозаготівля тощо) впливає на різні зміни у агроекосистемах, у тому числі і на потоки парникових газів – фотосинтез, відмирання та розкладання біомаси, формування органічної речовини ґрунту.

Деяка частина відмерлої органіки швидко розкладається та повертається у вигляді CO₂ у атмосферу, а інша у вигляді гумусу може зберігатися деякий час. Однак за інтенсивного землеробства проходить деградація ґрунтів, у тому числі дегуміфікація, що спостерігається у останні роки [6]. Цей процес призводить до мінералізації гумусу, а отже до вивільнення двоокису вуглецю. За окультурення ґрунтів, навпаки, дослідженнями встановлено накопичення вмісту та запасів гумусу.

Метою досліджень було провести оцінку потенційних можливостей накопичення C-CO₂ в агросфері з потенційними можливостями застосовувати БРР на всій площі вирощування зернових культур (середня зібрана площа зернових культур за 5 років становить 14,7 млн. га).

Методика розрахунків накопичення CO₂ зерновими культурами.

Розрахунок накопичення CO₂ під час вирощування зернових культур без застосування і з застосуванням БРР було проведено за такими статтями:

- врожайності та зібраної площі зернових культур за 5 років (2008-2012 рр.) за даними державної статистики [7];
- виходу соломи, пожнивних решток та коренів з вирощуваних зернових культур відповідно до рівнянь регресії [8]. Рівняння регресії приведені для двох рівнів урожайності – низької та високої, оскільки залежність кількості рослинних залишків від збільшення врожаю не завжди прямолінійна;
- розрахунку виходу сухої речовини з отриманої біомаси [9];
- розрахунку вмісту вуглецю в масі побічної продукції, стерні та коренів з подальшим перерахунком у CO₂ (коефіцієнт 3,7).
- Крім того, такий підхід до розрахунків щодо включення у обіг пожнивних решток і коренів пропонується в Керівних принципах МГЕЗК 2006 р. [10]. На відміну від підходів [11, 12] метод [10] враховує не лише надходження складових ПГ в складі надземних залишків, а й надходження їх у ґрунт в складі підземних залишків (коренів);
- розрахунку утвореного гумусу, як резервуара вуглецю, від надходження у ґрунт соломи, побічної продукції та коренів.

Отримані результати. Найбільше акумулює вуглецю, тобто CO₂, біомаса кукурудзи, озимої пшениці та рису. Це пов'язано з найбільшою продуктивністю цих культур, що підтверджується дослідженнями [3, 13]. За рахунок збільшення врожайності зернових культур під час застосування БРР, збільшується вихід у тому числі і соломи та пожнивно-кореневих решток, тобто це сприяє більшій акумуляції C-CO₂ рослинами.

Середньозважений показник різниці CO₂ між застосуванням БРР і без застосування становить 3,53 т/га, або акумуляція рослинами збільшується майже на 20 %. Найменше від

застосування БРР акумулює С-СО₂ ярий ячмінь (різниця поглинання майже 10 %), а найбільше – озима пшениця (різниця – 30,6 %). На всіх інших зернових культурах цей показник (різниця) у середньому становить від 10 до 13,5 %. У перерахунку на зібрану площу зернових культур (14,70 млн. га) різниця поглинання становить 51,91 млн. т.

Прийнята в країнах Східної Європи практика збору врожаю вказує на те, що заорюванню в ґрунт підлягає побічна продукція кукурудзи на зерно, сої, картоплі та інших овочів, соняшника, а також баштанних продовольчих та кормових культур. Сіно, солома та гичка інших культур, як правило, заготовлюється як корм та підстилка для сільськогосподарських тварин. Однак, в Україні, як показує практика сільськогосподарського виробництва, в останні роки з поля відчужується основна продукція (зерно), а солома та пожнивно-кореневі рештки приорюють, оскільки відсутня тваринницька база.

Наземна і підземна маса, яка надходить у ґрунт, є потужним резервуаром накопичення вуглецю (С-СО₂). Враховуючи, що для підвищення врожайності зернових культур на всю посівну площу зернових культур будуть застосовані БРР, це дасть змогу отримати додатковий приріст рослинної маси. Як показують розрахунки біорегулятори росту дадуть змогу акумулювати соломою та пожнивно-кореневими залишками в ґрунті в середньому на 2,15 т/га СО₂ більше, тобто різниця буде становити 31,58 млн. тонн цього газу на площі 14,7 млн. га. Акумуляція СО₂ без застосування БРР побічною та підземною масою становить 13,07, із застосуванням – 15,22 т/га. У перерахунку на всю зібрану площу це становить відповідно 192 та 224 млн. тонн СО₂.

У міру того, як відбуваються процеси гуміфікації (*утворення гумусу*) та мінералізації (*розкладу*) органічної речовини, вона перетворюється на гумус. Крім того, під час мінералізації утворюється багато інших компонентів. Деякі з них складаються з нестабільних сполук, які легко розкладаються мікроорганізмами, і вуглець у вигляді СО₂ повертається до атмосфери. За гуміфікації органічний вуглець перетворюється у стабільні сполуки (гумус), який у ґрунті може зберігатися століттями і тисячоліттями.

Сільськогосподарське використання ґрунтів впливає на надходження відмерлої органічної речовини, з подальшою її гуміфікацією і мінералізацією. Наприклад, застосування БРР призводить до збільшення врожаю сільськогосподарських культур, а отже і на надходження більшої кількості надземної і підземної біомаси, яка в результаті перетвориться у гумус. За літературними джерелами відомо, що з однієї тонни біомаси зернових культур утворюється у середньому 200 кг гумусу [8]. Надходження соломи та пожнивно-кореневих залишків у кількості від 6 до 13 тонн на гектар дає змогу утворитися до 0,8 до 3,0 тонн гумусу. Найбільше його утвориться під кукурудзою, озимою пшеницею та рисом.

У середньому за рік вирощування цих культур із застосуванням БРР утвориться гумусу більше на 80-480 кг на гектар площі. Середньозважений показник різниці становить 310 кг/га, на всю зібрану площу цей показник становить 4,61 млн. тонн. Для утворення такої кількості гумусу додатково потрібно внести 6 т/га гною або 88,2 млн. тонн. Ефективність використання БРР щодо утворення гумусу становить від 8 до 25%, у середньому майже 17%.

Література

1. Lal R., Kimble L.M., Follett R.F. Потенциал обрабатываемых земель США по секвестрации углерода и смягчению парникового эффекта. 1998. – 128 с.
2. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2010 гг. – К., 2012. – 729 с.
3. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України (Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу). – К.: ДІА, 2011. – 576 с.
4. Анішин Л.А., Пономаренко С.П., Грицаєнко З.М. Регулятори росту рослин (рекомендації по застосуванню). – К., 2011. - 40 с.

5. Посівні площі сільськогосподарських культур під урожай 2012 року (Статистичний бюлетень). – К.: Державний комітет статистики, 2012. – 53 с.
6. Національна доповідь «Про стан родючості ґрунтів України» / Редкол. Балюк С.А., Медведєв В.В., Тараріко О.Г., Греков В.О., Балаєв А.Д. – К., 2010. – 111 с.
7. Рослинництво України (Статистичний збірник). – К.: Державний комітет статистики, 2013. – 180 с.
8. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства / За ред. О.Г. Тараріко, М.Г. Лобаса. – К., 1998. – 158 с.
9. Довідник поживності кормів / За ред. д.с.-г.н. М.М. Карпуся, Друге вид., переробл. і доп. – К.: «Урожай», 1988. – 400 с.
10. IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan, v. 4, 678 p.
11. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, - J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France, v.3, chapter 4, 140 p.
12. Intergovernmental Panel on Climate Change (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, chapter 4, 94 p.
13. Формування біоенергетичних агроєкосистем в зоні Полісся України. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва Лівобережного Полісся (Рекомендації) / за ред. Ю.О. Тараріко, О.М. Берднікова. – К.: ДІА, 2012. – 248 с.