

УДК 631.17:631.371:06.053.7.001.8

Кравчук В., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України, Павлишин М., д-р техн. наук, проф., Гусар В., канд. техн. наук (УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого)

Сучасні агротехнології та «гнучкі механізми» Киотського протоколу

Розглянуто питання адаптації сучасних енергоощадних агротехнологій з врахуванням інформації про секвестрацію вуглецю в ґрунті та шляхи практичної реалізації положень Киотського протоколу

Ключові слова: сільськогосподарське виробництво, сталий розвиток, Киотський протокол, секвестрація вуглекислого газу, торгівля викидами, спільне впровадження проєктів, механізм чистого розвитку.

Суть проблеми. Антропоцентрична стратегія розвитку людської цивілізації призвела до значного погіршення екологічної ситуації. Насамперед, це стосується ключової планетарної ланки екологічних зв'язків біосфери та Землі – ґрунтового покриву. Відбувається постійне виведення з використання (через різні види деградації) найбільш цінних орних земель, які формували глобальну продовольчу безпеку людства. За всю історію землеробства у світі знищено близько 3 млрд гектарів цінних орних земель [1 та ін.].

Екосистеми агроландшафтів втрачають свою різноманітність, порушуються зв'язки між компонентами ландшафту, деградує ґрунтовий покрив, що є наслідком екологічного розбалансування угідь в агроландшафтах [2]. Особливо це стосується частки ріллі у складі сільгоспугідь. Середня мінімальна частка ріллі у складі сільгоспугідь не повинна перевищувати 40% [3], проте це співвідношення значно порушене (наприклад, у Великобританії рілля становить понад 70%).

Викладення основного матеріалу. В Україні розорано 55% території. Саме тому, як передбачено «Концепцією національної програми заходів щодо екологічного збалансування землекористування на період 2002-2015 рр.», планується скорочення площі орних земель до 48-49%. Антропогенні зміни довкілля призвели до формування особливих регіональних типів мікроклімату, які суттєво впливають на температурний режим та інтенсивність опадів у цих регіонах.

Проблемам зміни клімату присвячено багато наукових праць [5-7 та ін.], але майже у всіх цих роботах не враховано стрімке зростання кількості людей на Землі та зміна і розширення особистих потреб людей. Так, в 1800 році на Землі проживало 1 млрд людей, а рівень CO₂ в атмосфері становив 280 проміле, в 2000 році – проживало 6 млрд людей, а рівень CO₂ в атмосфері вже становив – 368 проміле.

Необхідно зазначити, що населення Землі щорічно зростає на 0,1 млрд, а рівень CO₂ в атмосфері – на 1,5 проміле. Тобто, людство змушене постійно шукати можливість збалансування своїх постійно зростаючих потреб із залишками ресурсів біосфери. Але на практиці це зробити майже не реально, адже процеси глобалізації та неолібералізації лише загострюють цю проблему.

Виходом із ситуації, що склалася, вчені вважають застосування комплексу заходів, які б суттєво зменшили антропогенне навантаження на довкілля. Серед цих заходів – глобальне запровадження системи сталого розвитку, боротьба зі змінами клімату, зміна та оптимізація культури споживання, оптимізація технологій виробництва та ін.

Сталий розвиток узагальнює в собі систему виживання людей, збереження довкілля, формування умов самовідновлення біосфери і всіх її екосистем через зменшення навантаження на природу з одночасним забезпеченням гармонійного розвитку людини і природи.

Зрозуміло, що запровадження такої системи розвитку можливе лише на основі узгодження та гармонізації соціальної, економічної та екологічної складових з метою задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь.

Що стосується боротьби зі змінами клімату, то тут важливо відзначити такі аспекти:

- сьогодні відчутними на Землі стали не стільки самі інтегральні зміни (скажімо, температури), а перш за все – розбалансованість окремих підсистем біосфери, яка стала наслідком змін клімату. Це концентрація опадів в окремих регіонах і майже повна їх відсутність в інших (хоча в середньому різних змін немає), це збільшення кількості та інтенсивності ураганів, смерчів в тих регіонах, де їх раніше майже не бачили, це суттєві зміни термодинаміки океанів та ін.;

- основною причиною зміни клімату є збільшення антропогенного навантаження на біосферу, і насамперед – збільшення викидів в атмосферу газів, які створюють так званий «парниковий ефект»;

- основними джерелами викидів парникових газів (ПГ) є енергетика, транспорт і сільське господарство;

- людство розуміє проблеми зміни клімату та її незворотні наслідки і об'єднує зусилля передових держав на створення системи дій, спрямованих на

зменшення навантаження на біосферу. Прикладом цього є підписання в 1992 році в Ріо-де-Жанейро 155-ма країнами Рамкової конвенції ООН про зміну клімату.

Сільськогосподарське виробництво суттєво впливає на клімат планети. Зокрема, на долю сільського господарства в Україні припадає понад 20% сукупного виділення парникових газів. Лише у рослинництві мікробіологічне окислення вуглецю в ґрунті призводить до створення вуглекислого газу CO₂, який поступово (в процесі руйнування поверхневого шару ґрунту та через різницю його концентрації в атмосфері і в ґрунті) переходить в атмосферу. На вуглекислий газ припадає майже 50% парникового ефекту [5].

Відомо [8], що окислення 1 тонни вуглецю дає 3,7 тонни CO₂, а спалення в процесі сільгоспвиробництва 1 тонни дизпалива дає 3,02 тонни CO₂. З іншого боку, 1 грам вуглецю в ґрунті поступово перетворюється на 1,724 грама гумусу, що є основою родючості ґрунтів. Слід зауважити, що різні парникові гази мають різні потенціали глобального потепління:

Парниковий газ	Коефіцієнти здатності поглинання тепла
Двоокис вуглецю (CO ₂)	1
Метан (CH ₄)	21
Закис азоту (N ₂ O)	310
Гідрофторвуглеці (HFCs)	150-11700
Перфторвуглеці (PFCs)	6500-9200
Гексафторд сірки (SF ₆)	23900

В процесі сільгоспвиробництва в атмосферу виділяються три парникові гази, а саме: двоокис вуглецю CO₂, метан CH₄, закис азоту N₂O.

Зрозуміло, що створення, через оптимізацію впливу на поверхневий шар ґрунту, умов для затримання вуглецю в ґрунті (тобто секвестрація в ґрунті CO₂) буде сприяти зменшенню його викидів в атмосферу з одночасним відтворенням природного біологічного потенціалу родючості ґрунтів.

М. Руденко [6] писав, що вуглець – це енергія росту, і ґрунти повинні збільшувати, а не втрачати цю енергію. Збільшити вміст вуглецю, а отже, й органіки в ґрунтах – важливе завдання сільгоспвиробників та екологів.

Саме секвестрація вуглекислого газу в ґрунті (а це можливо лише за мінімізації обробітку ґрунту або (що краще) – при зведенні цього обробітку до нуля) покращує фізико-хімічні та агрофізичні характеристики ґрунтів, особливо в поверхневому їх шарі, поступово створюючи в ньому органічні горизонти, подібні до природних екосистем.

До розв'язання проблем, пов'язаних зі зміною клімату, долучились понад 150 країн світу. Так, після підписання Рамкової конвенції ООН про зміни клімату вже в 1997 році в Кіото (Японія) був прийнятий Кіотський протокол до цієї конвенції, відповідно до якого передбачалось середнє скорочення викидів ПГ на 5% по відношенню до їх рівня в атмосфері в 1990 році. Термін дії Кіотського протоколу встановлювався на 2008-2012 рр.

Потім відбулась ціла низка міжнародних системних заходів, спрямованих на зменшення викидів ПГ.

Останнім важливим моментом був з'їзд країн-учасників Рамкової конвенції ООН, який відбувся в грудні 2012 р. в Катарі. З'їзд продовжив дію всіх попередніх угод та заходів до 2024 року, і це було підтверджено новим протоколом, який отримав назву «Киото-2».

Україна активно долучилась до реалізації ініціативи збереження біосфери через зменшення викидів ПГ в атмосферу. В 2004 році Верховна Рада України ратифікувала Киотський протокол, який набув чинності в Україні 16 лютого 2005 року. Після цього Кабінет Міністрів України видав ряд постанов щодо реалізації зобов'язань, що їх взяла на себе Україна.

Так, 22 лютого 2008 року була видана Постанова КМУ №221 «Про затвердження Порядку розгляду, схвалення та реалізації проектів цільових екологічних (зелених) інвестицій у період зобов'язань сторонами Киотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату». 17 квітня 2008 року видана Постанова КМУ №392 «Про забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України за Рамковою конвенцією ООН про зміну клімату та Киотським протоколом до неї».

20 серпня 2008 року видана Постанова КМУ №718 «Про затвердження Порядку підготовки, розгляду, схвалення та реалізації проектів, спрямованих на скорочення обсягу антропогенних викидів парникових газів». В цей же час окремою Постановою КМУ було створено спеціальний орган «Національна агенція екологічних інвестицій» (нині – Державна агенція екологічних інвестицій), на яку були покладені завдання щодо реалізації цих постанов.

Не залишились осторонь цієї проблеми й інші державні структури. Так, Національна академія аграрних наук України на своєму річному засіданні в 2008 році головним питанням Порядку денного розглянула проблему технологій обробітку ґрунту в плані мінімізації антропогенного впливу на ґрунт та зменшення викидів ПГ.

Міністерство аграрної політики та продовольства України провело кілька нарад і конференцій та своїм наказом №768 від 20 листопада 2008 року визначило головну організацію з вирішення проблем, пов'язаних зі зміною клімату. Цією організацією було призначено УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Саме ця установа протягом останніх п'яти років веде системні дослідження з порівняння різних технологій обробітку ґрунтів з точки зору мінімізації впливу цих технологій на ґрунтову екосистему та зменшення викидів ПГ.

Велику організаційну та просвітницьку роботу веде НТУ «Біомаса». Тут на практиці реалізовано проекти, спрямовані на зменшення викидів ПГ у відповідності до вимог Киотського протоколу.

Не залишаються осторонь і сільгоспвиробники. Так, в 2010 році ПрАТ «Агро-Союз» (м. Дніпропетровськ), а потім компанія «Агропромтехніка» (м. Хмельницький) отримали лист-підтримку на проекти, які дозволили зменшити викиди CO₂ в атмосферу через зміну методів користування землями сільгосппризначення, а саме – через системне використання технології No-Till в сільгоспвиробництві.

В процесі фотосинтезу рослини, поглинаючи CO₂ з атмосфери, розкладають його на кисень (O₂), який повертається в атмосферу, та вуглець С, який фіксується в їх клітинах, особливо в кореневій системі. В

процесі розкладу біомаси мікроорганізмами ґрунту вуглець та його сполуки накопичуються в ґрунті і слугують основою для утворення гумусу.

Під час глибокої оранки плуг вивертає назвні накопичений вуглець, який, взаємодіючи з атмосферним киснем, окислюється, утворюючи вуглекислий газ CO₂. Висновок: для зменшення причин глобального потепління необхідно мінімізувати руйнування поверхневого шару ґрунту, тобто змінювати та вдосконалювати технології обробітку ґрунту та технології вирощування сільгоспкультур.

Але для впровадження більш агроєкофільних технологій потрібні додаткові витрати, насамперед, фінансові. І як відповідь на цю потребу можна назвати ті можливості та переваги, які дають механізми Киотського протоколу для залучення додаткових інвестицій в сільськогосподарське виробництво.

Саме п. 4 статті 3 Киотського протоколу акцентує увагу на можливих резервах скорочення викидів ПГ через управління землями сільгосппризначення.

Реалізація можливостей цієї статті Киотського протоколу може здійснюватись як через реалізацію політичних та технологічних заходів у відповідності з національними зобов'язаннями, так і через використання «гнучких механізмів» Киотського протоколу (рис. 1), а саме:

- торгівлю викидами (ТВ);
- спільне впровадження (СВ) проектів;
- механізм чистого розвитку (МЧР).

Країни Додатка 1 – це ті країни, які повністю приєднались до умов скорочення викидів ПГ, обумовлених Киотським протоколом. Україна також входить до цього додатка.

Сьогодні найбільш привабливими для сільгоспвиробників України є проекти спільного впровадження (СВ), реалізація яких дозволяє залучити додаткові інвестиції у виробництво.

На рис. 2 наведено алгоритм розроблення та реалізації проектів спільного впровадження. Такі проекти

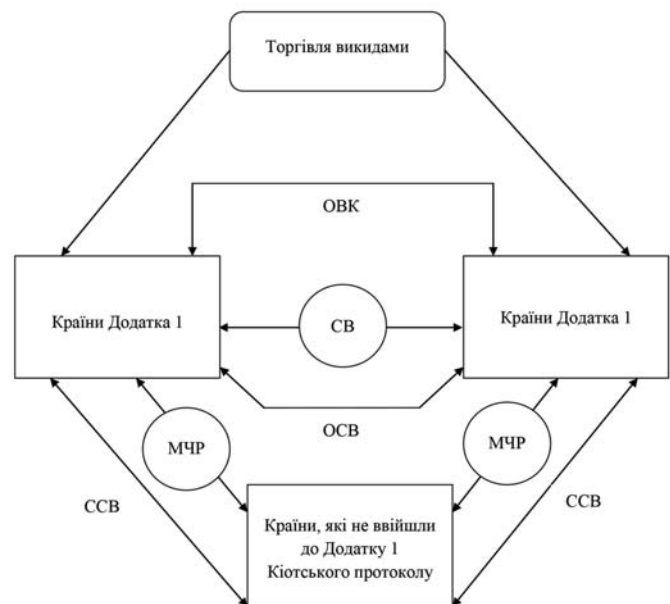


Рис. 1 – «Гнучкі механізми» Киотського протоколу: ОВК – одиниці встановленої кількості ПГ; ОСВ – одиниці скорочення викидів ПГ; ССВ – сертифіковані скорочення викидів ПГ; МЧР – механізм чистого розвитку



Рис. 2 – Алгоритм розроблення та реалізації проектів спільного впровадження

СВ необхідно оформляти відповідно до вимог міжнародної процедури за «TRAC-2».

Оформляти матеріали проектів необхідно згідно з вимогами існуючої нормативної бази, яка включає:

- Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 01 червня 2006 р. №273 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо підготовки та подання на розгляд проектів спільного впровадження юридичними особами»;

- Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 17 липня 2006 р. №341 «Про затвердження Вимог до документів, у яких обґрунтовуються обсяги антропогенних викидів та абсорбції парникових газів, для отримання листа-підтримки власником джерела викидів, на якому планується реалізація проекту спільного впровадження»;

- Наказ Національної агенції екологічних інвестицій від 25 червня 2008 р. №33 «Про затвердження Вимог до підготовки проектів спільного впровадження».

Проект спільного впровадження, розроблений в Україні у відповідності до вимог міжнародної процедури, розміщено на сайті ООН [9].

Необхідно зазначити, що Україна є однією з небагатьох держав світу, яка веде системні спостереження за вмістом вуглецю в ґрунті (з 1965 року). Відповідні структури Міністерства охорони навколишнього середовища, Академії аграрних наук України та Міністерства аграрної політики України спільно з вузівською наукою ведуть системні дослідження, результатом яких є Постанова Кабінету Міністрів України за №206 та Накази Міністерства аграрної політики України за №№341 та 342, які становлять сьогодні правову базу для розширення досліджень в рамках проектів спільного впровадження [10]. Разом з тим, якщо Постанова Кабінету Міністрів України за №24 дає бачення та обґрунтування шляхів оцінки об'ємів вуглецю в лісовому господарстві України, то в землекористуванні ні Постанова Кабінету Міністрів України за №206 від 22.02.2006 року, ні накази за №№ 341 та 342 не дають відповіді на питання щодо оцінювання динаміки секвестрації вуглецю в ґрунті.

В практиці землекористування застосовують кілька технологій обробки ґрунту, які по-різному впливають на викиди вуглецю. Це, зокрема: традиційна технологія на базі оранки; технологія безпліцевого основного обробітку; технологія мінімального обробітку ґрунту і так званий нульовий обробіток.

Найбільш сприятливою з точки зору положень Кіотського протоколу буде та технологія, яка мінімізує вплив та руйнування поверхневого шару ґрунту. Як

відомо, деякі країни, зокрема, Іспанія, Канада, Данія, Португалія вже включили (в 2007 році) до своїх протоколів розділ про додаткове зв'язування CO₂ в ґрунті за рахунок мінімізації його обробітку. Сьогодні є можливість реалізувати цей підхід і в Україні через низку заходів, серед яких:

- 1) порівняльна оцінка, аналіз та адаптація різних технологій з відповідними засобами механізації обробітку ґрунту на предмет визначення динаміки накопичення вуглецю в процесі реалізації цих агротехнологій;

- 2) визначення оптимальних агротехнологій та комплексів машин для кожної ґрунтово-кліматичної зони України з точки зору мінімізації емісії вуглецю;

- 3) розроблення вихідних вимог до сільськогосподарських машин на підставі отриманих результатів досліджень;

- 4) формування практичних рекомендацій з системного впровадження сучасних агробіотехнологій в Україні з мінімальними викидами вуглецю.

Вирішення цих завдань передбачає:

- вибір та обґрунтування методики оцінювання вмісту залишкової кількості вуглецю в ґрунті (за базовою може бути прийнята методика TIER-3, узгоджена з секретаріатом Кіотського протоколу, а також з Харківським інститутом землеробства та інститутом агроєкології);

- проведення експериментальних досліджень агротехнологій та комплексів машин у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України;

- розроблення рекомендацій щодо практичної реалізації в Україні агротехнологій та відповідних засобів механізації з мінімальною емісією вуглецю;

- створення навчальних посібників для аграрних вузів з акцентом на дотримання вимог Кіотського протоколу;

- проведення науково-практичних конференцій та семінарів з тематикою, присвяченою мінімізації емісії вуглецю з ґрунту;

- впровадження результатів досліджень в різних ґрунтово-кліматичних зонах, науково-методичний супровід та їх оптимізація.

Результати досліджень свідчать, що:

- зменшення кількості технологічних операцій, об'єднання кількох технологічних процедур дозволяє суттєво знизити витрати пального – з 0,124 до 0,022 т на гектар і, як наслідок, зменшити кількість викидів вуглекислого газу;

- зменшення руйнування верхніх прошарків ґрунту та зниження загрози його ерозії;

- суттєве зменшення емісії вуглецю з ґрунту завдяки зниженню інтенсивності обробітку;

- застосування оптимально підібраних агротехнологій з відповідними засобами механізації, сільсько-господарських культур та сівозміни дозволяє не лише зменшити емісію вуглецю з ґрунту, але й накопичувати його в ґрунті.

Вихідними результатами досліджень будуть: агротехнології з мінімальними викидами CO₂, адаптовані до ґрунтово-кліматичних зон України; вихідні вимоги до сільськогосподарських машин; навчальні посібники для агровузів; національна методика оцінювання вмісту вуглецю в ґрунті та динаміки зміни вмісту вуглецю в інших природних середовищах.

Такі дослідження повністю відповідають вимогам до науково-дослідних робіт, які потенційно фінансуватимуться за схемою цільових екологічних інвестицій згідно зі статтею 17 Киотського протоколу, його реалізація надасть можливість Україні включити до свого протоколу розділ про додаткове зв'язування CO₂ в ґрунті за рахунок широкого впровадження оптимальних схем його обробітку.

Список літератури

1. Малишенко Н.З., Соколов О.А., Брайсон Т., Черников В.А., Устойчивое развитие агроландшафтов. В 2-х тт.. Т.1. – Пуцено ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. – 316 с.
2. Трофимов Н.А., Яковлева Е.А. Стратегия и тактика сменного природопроизводства // Аграрная наука. – 2001. – №3. – С. 9-10.
3. Гродзинский М.Д., Шищенко П.Г. Ландшафтно-экологический анализ в меморативном природопользовании. – К.: Лыбидь, 1993. – 225 с.
4. Можайко Г.А. О принципах построения и экс-

плуатации экологически сбалансированных и высокопродуктивных агростандартов. // Вісник аграрної науки. – 1997. – №4. – С. 21-38.

5. Інвентаризація викидів та поглиначів парникових газів в Україні: 1990ч1998 рр. – 1999. – 240 с.

6. Руденко М. Энергия роста. – К.: Наукова думка, 2003. – 324 с.

7. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату // В.Я. Шевчук, І.В. Трофимова. – К.: УІНЦіР, 2001. – 96 с.

8. Еколого-техногенна безпека України // Е.Г. Дегодюк, С.Е. Дегодюк. – К.: Вид-во ЕКМО, 2006. – 306 с.

9. http://ji.unfccc.int/JI_Projects/DB/WUYJ19KHZ435L6D9FZYNDNNQTV0BL/PublicPDD/ZOLG5YEUQNC4B5ZVW48GHFB2GIEU8T/view.html

10. Павлишин М.М., Гусар В.Г. Про доцільність адаптації енергоощадних агротехнологій на основі інформації про секвестрацію вуглецю в ґрунті // Збірник доповідей 1-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції з екології. – Васильків, 2008.

Аннотация. Рассмотрен вопрос адаптации современных энергосберегающих агротехнологий с учетом информации о секвестрации углерода в почве и пути практической реализации положений Киотского протокола.

Summary. The question of adapting modern energy-saving agricultural technologies based on information on carbon sequestration in the soil and the practical implementation of the provisions of the Kyoto Protocol.

Стаття надійшла до редакції 7 травня 2013 р.