

# Біовугіль – стеблина надії

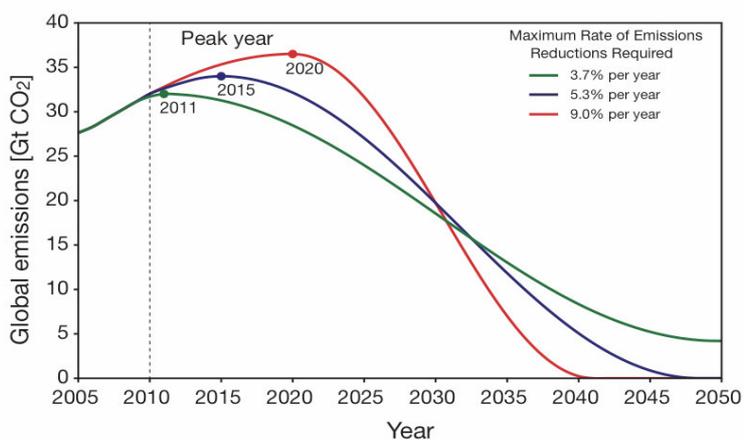
Войтех Клусак, Ян Голлан

## Вступ

Клімат місцями й глобально змінюється швидше, ніж ми могли б сподіватися, темп підвищення рівня води піднімається, зменшення льоду у **Гренландії й Антарктиді пришвидшується**. Ростуть також емісії парникових газів, зокрема **вуглекислого газу**, концентрація якого в атмосфері **стабільно збільшується**. Можливо, що збільшується швидкість **випущення метану**, іншого парникового газу, з пермафросту суші та мілкого дна Північного льодовитого океану. Площа товстого багатолітнього льоду моря в Арктиці значно зменшилась, і тому можна очікувати, що протягом десяти років наприкінці літа замість білого льоду буде тільки темний океан – потепління Арктики, на сьогодні вже дуже велике, тим більше пришвидшиться, і безсумнівно збільшаться емісії метану. Вищі температура й засуха призводять до пожеж і відмирання хвойних лісів, що має за наслідок подальше випускання вуглекислого газу в атмосферу.

Однак і під час кризової ситуації *людство випускає десять гіга тон окисненого вуглецю щорічно*. Хоча емісії з територій країн Європейського союзу знижуються приблизно за зобов'язаннями Кіотського протоколу, емісії з країн, що розвиваються, швидко піднімаються, крім іншого, через зростаючий експорт до країн Європейського союзу... Ці країни зовсім правильно вимагають, щоб розвинені країни, котрі мають достатньо грошей, радикально розпочали вирішувати питання убування емісій. Не тільки тому, що мають набагато більше емісій на особу та рік, але також тому, що їхній добробут заснований на величезній сумі емісій за останню чверть тисячоліття.

За актуальними науковими роботами, підсумки яких зробив напр. Джеймс Хансен ([James Hansen](#)), керівник інституту Goddard Institute for Space Studies (НАСА), вже *сьогоднішні концентрації вуглекислого газу в атмосфері більші, ніж такі, які ще могли б бути безпечними*, відповідати образу планети у часи голоцену (епоха від кінця льодовикового періоду до кінця XVIII століття, на жаль, від цього часу ми живемо **в атропогені**, у якому вже має своє відповідне місце людина). Отже з образом, до якого пристосувалася природа, і в якому розвинулася цивілізація з густою населеністю в областях з довгостроково сприятливим, значно стабільним кліматом. Тому концентрація вуглекислого газу в атмосфері *не може збільшуватися, але навпаки, мусить знижуватися*. Як швидке убування буде потрібно для того, щоб клімат не став зовсім небезпечним для людини та сьогоднішнім екосистемам, ще точно не знаємо. Можливо, щоб швидкість убування була такою, як сьогоднішній ріст.



Картина 1: Щоб концентрації могли знизитися, потрібно значно знизити емісії. Картина, котра наводить глобальні емісії, спричинені людською діяльністю, у мільярдах тонн вуглекислого газу за рік, показує, що емісії мусять знизитися, щоб загальний ріст середньої глобальної температури в порівнянні з кінцем XIX століття не перевищив 2 °C для того, щоб імовірність була принаймні 2/3. Убування глобальних емісій мусить бути принаймні на 4 відсотки щорічно, у розвинених країнах ще значно швидше (*джерело: [Копенгагенський діагноз](#)*)

Таке завдання – знизить концентрацію нижче колишнього рівня – здається неможливо реалізувати. Навіть, якщо перестанемо використовувати викопні палива, вирубувати ліс, і знищувати ґрунт, випущений вуглекислий газ з природного кругообігу не може нікуди зникнути так швидко і надовго. Тимчасово його поглинає швидко ростуча біомаса лісів, але це поглинання має своє обмеження. Ліси (північні й тропічні), в яких через більшу концентрацію вуглекислого газу в атмосфері на цей час дерева швидше доростають до своєї максимальної висоти, у майбутньому замість тих, хто поглинає вуглекислий газ, можуть стати його джерелом, внаслідок відмирання дерев, що швидко вирости і окислення їхньої біомаси. Під впливом стресу з літньої недостачі води чи високої температури може настати такий стан у деяких місцях відносно скоро, також під впливом напр. частіших і більших експансій комах, які очікуються в результаті тепліших, м'яких зим.

З іншого боку, головне поглинання вуглекислого газу залишиться, тобто розчинення CO<sub>2</sub> в океанах. Якщо емісії CO<sub>2</sub> знизяться б до нуля, то його з атмосфери дійсно убувало б. Але, по-перше, не достатньо швидко, по-друге, саме розчинення CO<sub>2</sub> у воді є проблемою само по собі, тому що це призводить до підкислення. Падіння рН океанів значить стрес для організмів з [карбонатною](#), зокрема арагонітовою оболонкою або скелетом. Це очевидно разом з температурою води, котра постійно піднімається, одна з причин відмирання коралових рифів. Для захисту океанів необхідно знизити концентрації вуглекислого газу так швидко, щоб він не тільки не встиг розчинитися в океанах, але щоб міг знов повернутися в атмосферу, отже, *щоб кислотність океанів знов знизилась до рівня, у якому знаходилася протягом останніх ста тисяч років.*

Для довгострокового, надійного видалення вуглекислого газу з атмосфери, існує тільки один можливий метод: *знизити темп, яким цей газ з мертвої або зібраної біомаси впливом мікробіального розкладу (але також диханням тварин і спалюванням) потрапляє назад до атмосфери.* Щорічно таким чином підлягає окисленню майже шістьдесят гіга тон вуглецю – самовільно в природі, але частково також таким способом, які вибере людина. Більшість прямо у вуглекислий газ, хоч менша частина органічного вуглецю спочатку перетвориться у [набагато шкідливіший метан](#), який протягом наступних десятиріч окислюється аж в атмосфері.

## ЦЦС

Яким чином тоді знизити темп повертання вуглецю в атмосферу? Шлях, про який сьогодні часто говорять – поповнення процесів спалювання технологіями, завдяки яким вуглекислий газ уловлюється, транспортується і потім відкладається у пористий осад, наприклад у добути родовища природного газу (метану). Відповідний спосіб має скорочення ЦЦС, Carbon Capture and Storage, отже [Уловлення і відкладення вуглецю](#). Очевидно його будуть використовувати у вугільних електростанціях і в стаціонарних двигунах, які спалюють природний газ, але в цьому випадку йдеться тільки про зниження емісій. Якщо але була б паливом біомаса, котра все таки скоро піддалась би в природі окисленню, то означало б, що частина вуглецю, який відкладається у біомасу завдяки фотосинтезу, не потрапила б в атмосферу. ЦЦС можливо без всяких сумнівів використати у великих установках, які спалюють біомасу або продукти, зроблені з неї – тому розвиток метод ЦЦС є дуже важливим, хоча у випадку вугілля використання ЦЦС не являється найкращим рішенням. Бажано зовсім перестати використовувати вугілля. Застосування ЦЦС у всіх таких установках є важким, тому що не вистачає можливості транспортування вуглекислого газу з місця накопичення до місця відкладення. (У далекому майбутньому така можливість вже пропонується, йдеться про зміну функції сьогоденішнього трубопроводу, за допомогою якого транспортується природний газ з місць видобутку до місць споживання, про «просте» повернення течії в ньому).

Невигодою ЦЦС є необхідність приєднати до нинішніх заводів, які спалюють вугілля, газ або біомасу, подальші, технічно і логістично вимогливі технології, котрі крім корисного видалення

вуглецю з атмосфери мають тільки невигоди – подальше споживання енергії, і цим підвищення витрат.

## **Вугіль, як спосіб уловлювання вуглецю з атмосфери**

На щастя існує ще інший, легший спосіб, який не вимагає транспортування та відкладення CO<sub>2</sub> у глибокі осади. Він полягає в обвугленні біомаси, тобто вона не перетворюється на попіл. Подібним способом виготовляється деревне вугілля. Різниця тільки в тому, що кінцевий продукт – вугіль – не використовується як паливо (не відбудеться його швидке окислення), але у дрібнозернистому вигляді покладеться у землю. У цьому випадку його називаємо біовугіль (з англ. *biochar*). Це тому, що йдеться про вугіль з біомаси, котрий залишається в землі, як «інтенсивній» біосфері. Вугіль у землі потім має живучість століття аж тисячоліття, на два розряди вище ніж є живучість вуглецю з біомаси, у котрої не відбувся процес звуглення – цим земля стає надійним місцем для зберігання вуглецю.

Насправді, до землі потрапляють обвуглені залишки біомаси вже з давніх часів. Як непродажна, занадто роздрібнена складова частина з виробництва деревного вугілля (має бути шматками) та передусім, як *продукт пожеж*, лісових і степових. Власне тільки частина біомаси згорить повністю, «на попіл». Від частини теплом звільняться леткі речовини, але якщо вона не залишиться гарячою, то обвуглені залишки не окисляться. Вуглець у вуглю з пожеж становить всесвітньо декілька відсотків органічного вуглецю, який міститься в землі (у верхніх шарах чорноземлі становить аж 10 %).

Про це, що з пожеж виникає також дрібнозернистий вугіль, знає кожний на прикладі вогнища. І якщо його не угасять водою, то все таки після його охолодження якийсь вугіль залишиться. Чорні шари, ним «пофарбовані», відкривають у ґрунтовому профілі давні людські заселення, навіть після десятки тисяч років. *Таким чином, стабілізація вуглецю з біомаси її звугленням дуже добре перевірена.* Тому безперечно, що відкладання вуглецю у землю можна використати для довгострокового усунування частини вуглецю з швидкого природного кругообігу, а тим також з атмосфери.

Оброблення землі протягом багатьох років і століть призвело до погіршення її якості, через оранку та висушування убувало з землі органічного вуглецю, погіршувалася здатність землі швидко поглинати воду, земля стала більш насиченою. Знецінювання землі залишається і надалі важливим джерелом вуглекислого газу в атмосфері. Розвиток виробництва та застосування біовугіля у сільському та лісовому господарствах по цілому світі дає можливість повернути цей процес, навіть швидше, ніж вуглець впливом людської діяльності з землі убубав, почати знов повертати його у землю. Таким способом можливо вплинути на вміст вуглецю в атмосфері. Це помітно також з цього, що в землі міститься приблизно в чотири рази більше вуглецю, ніж в атмосфері. Приблизні визначення темпу поглинання вуглецю землею у вигляді біовугля поки що значно сумнівні, але вважається, що це могло б становити близько однієї гига тони щорічно, див. червневє свідчення Йоганнеса Лехмана (Johanne Lehmanna) перед відповідним комітетом Конгресу (чеський переклад [www.veronica.cz/uhel](http://www.veronica.cz/uhel)); можна «тільки» половину, але мабуть у два рази більше. Хоча це менший темп, ніж становлять сучасні емісії, але він подає надію, що будемо мати безпечний, безпроблемний, і з цього погляду корисний засіб, як ще протягом цього століття почати виправляти атмосферу Землі.

## **Підвищення урожайності**

Додавати до землі вугіль – не зовсім нова думка. У різних культурах його умисно додавали вже тисячу літ тому. Не для захисту клімату, але для підвищення урожайності землі. Зокрема у вогких тропіках виникли чорні землі, котрі постійно урожайні, протягом декілька років після вирубки лісу їх не вичерпують. Найбільше їх знаходиться в Амазонії, де називаються Terra preta de índio. Їхній вік перевищує тисячу років та про це, як їх люди створювали, існують лише здогади. Головним принципом очевидно була зміна біомаси у вугіль. Така вже давно створена земля

містить в собі стільки біовугля та з ним пов'язаних живильних речовин, що навіть декілька років після вирубки лісу не показує вичерпність, та вона постійно родюча. Саме існування кількості захоплюючих місць з «чорною землею», за колись записаними усними переказами індіанців зробленою їхніми пращурами, було причиною того, що після забутого «наукового відкриття» цих переказів наприкінці XIX століття та їхнього повторного відкриття у половині XX століття розпочалися дослідження у цій галузі.

Однак, незалежно від того, у тропіках існують землероби, котрі додають вугілля до землі і сьогодні, тому що таку успішну технологію успадкували від пращурів. Про удобрення вуглем існують історичні згадки також в країнах помірної пояси; спад його використання був спричинений появою штучних добрив. Під впливом розвитку академічного дослідження у цій багатогалузевій області його знов почали використовувати в кількох країнах ([в Японії вже майже чверть століття](#)). Вугілля як складова частина землі здається надійною і поза територією тропіків, власне для цілого світу. Як науковці, так і нефахівці (аматори), з ним проводять експерименти у зростаючій кількості місць.

Завдяки вугіллю *можливо поліпшити властивості* землі відразу в декількох напрямках. Наприклад завдяки своїй пористості підвищує спроможність землі утримувати вологу й одночасно піддаватися аерації. Разом з водою утримує також живильні речовини, котрі в ній розчиняються. Мінеральні речовини може зв'язувати і хімічно, та таким чином створювати комплекси подібні до тих, які створює гумус. Його величезна внутрішня поверхня являється субстратом для багатого мікробіального заселення землі. А нарешті, сам вугілля містить усі живильні речовини, котрі містила в собі первісна біомаса. На відміну від попелу, в якому залишаються тільки лужні елементи (калій, кальцій, магній), вугілля містить також фосфор і сірку. Кількість азоту буває половинною, ніж у первісній біомасі. Фосфор й азот закріплюються у вугіल्ली настільки добре, що вони не можуть бути винесені водою та не сприяють евтрофікації вод.

### **Умови для стабільного біовугільного господарства**

Може виникнути питання, *де взяти біомасу для виробництва вугілля*. Не йдеться про небезпечну конкуренцію для сучасних способів використання зібраної біомаси? Це значить, використання її, як продуктів харчування, корму, будівельних, і текстильних матеріалів, та палива. А також залишення частини біомаси на місці для захисту землі від ерозії. А нарешті і для використання залишків біомаси, як добрива: компосту, гною, бруду з біогазових реакторів.

Детальніший погляд щодо сучасних течій біомаси, утвореними людьми, показує, що завжди можна знайти випадки, коли *частина невикористаної біомаси залишається*, напр. без користі спалюється або просто згниє. В обох випадках великий жаль, що вуглець, відкладений у неї завдяки фотосинтезу, не тільки що ніяким способом не використовується, але навіть *виникає й метан* – більш ефективний парниковий газ, ніж вуглекислий газ. Крім того існує *біомаса, котру сьогодні зовсім не збирають*, тому що її неможливо економічно використати – як напр. вегетація, котра росте на залишених перелогах ґрунтах. А нарешті, традиційне використання біомаси, як палива, іноді буває дуже мало ефективним, і можна досягти того, що з меншою кількістю сировини досягнемо однакового паливного ефекту та ще залишиться вугілля, як корисна добавка до ґрунту.

*Компост, гній та висушений бруд з виробництва біогазу – добра сировина для виробництва біовугілля*, причому убуток азоту в порівнянні з первісною сировиною в багатьох випадках вважається бажаним (надлишок азоту в землі являється важливою екологічною проблемою). Суміш компосту або гною з вуглем, виробленим з них, може стати оптимальним добривом з довгостроковою діяльністю, котре мінімізує забруднення проникаючої води та забруднення атмосфери вуглекислим газом. Застосування класичних і штучних добрив разом з вуглем збільшується, тому «жертвувати» частиною біомаси для вугілля є для землеробів і лісників вигідним. Підхожою сировиною можуть бути також зелені відходи, від яких можливо позбутися

надлишкової води наприклад процесом часткового компостування у відповідному теплоізолюваному компостеру. Позитивний досвід маємо з удобрюванням обвугленим послідом (першим таким реактором займається Джошуа Фрай ([Joshua Frye](#)) на своїй фермі, де розводить сотні тисяч курчат і відпрацьоване тепло з виробництва біовугля використовує для опалення залів з свійською птицею).

## **Виробництво біовугля та рідких біопалив**

Поки що ми не зачепили тема, яким способом здобувати вугіль. Тисячолітній спосіб – екзотермічний процес т. зв. [газифікації](#), або *часткове спалювання біомаси з обмеженим доступом повітря* – для виготовлення деревного вугілля у вогнищах і для виробництва вугля, як добрива, у купах будь-якої біомаси, котру після запалення треба перекрити глиною. Невигода такого способу полягає в тому, що горючі леткі продукти, котрі забруднюють атмосферу отруйними речовинами, погано використані, та після закінчення процесу з первісної біомаси залишиться занадто мало вуглецю. Це значить, що надмірно велика частина спалиться на попіл.

Технічно більш вимогливим, але з усіх боків кращим, являється виробництво, при якому біомасу нагрівають без доступу повітря. Зазначений процес називається [піроліз](#). Крім початкового етапу процесу, джерелом тепла може бути тільки спалювання рідких продуктів розкладу (для цього достатня тільки меншість з них) при достатньої кількості повітря. Це вимагає металічного або керамічного реактора. Якщо метою є здобуття біовугля, то піроліз біомаси здійснюється при температурі в межах від 300 до 600 °C

Леткі речовини, звільнені при процесу піролізу, сприймаються як «справжні гази», тобто такі, які залишаються у цьому самому стані навіть після можливого охолодження, та й такі, котрі після охолодження конденсують у різні рідини. Відповідно до встановлених умов процесу, передусім температури та тиску, на частки вугілля, суміші горючих газів і рідкого конденсату, можливо вплинути таким способом, щоб якнайкраще відповідали попиту. Ці горючі гази знаємо з історії під назвою *змішаний газ*, складовими частинами якого передусім є метан, монооксид вуглецю та водень. Конденсат (раніше його використовували для виробництва коломазі) – суміш води та органічних речовин, сировина (можна її називати *біонафта*) для виробництва рідкого палива для двигунів, і джерело хімічних речовин. Його можна застосувати тільки, як паливо для опалення.

Піролізні реактори з надійною теплоізоляцією уможливають досконале енергетичне використання біомаси з мінімальними емісіями шкідливих речовин. Газоподібні продукти можуть служити для приводу двигунів, які виробляють електрику, можливе також їхнє додавання до трубопроводної мережі, де були б аналогією до колишнього світильного газу. Рідкі продукти легко зберігаються та транспортуються. У випадку т.зв. швидкого піролізу (котрий відбувається протягом секунд у «рідкому ліжку») може стати рідкою більша частина загального виходу. Отже, рідкі продукти можуть бути найбільш прибутковою складовою частиною біовугільного господарства. При максимальному зусиллі до отримання енергетичних прибутків залишиться з біомаси можна тільки одна п'ята вуглецю у вигляді вугілля, однак навпаки, якщо головною метою є продукція щонайбільшої кількості біовугля, можливо фіксувати аж половину первісного вмісту вуглецю. Водночас можна надати в сім разів більше енергії для іншого застосування, ніж скільки її було витрачено для вирощування та виробництва. Це менше, ніж спалити увесь вуглець, однак це ще достатньо для того, щоб комбінація вітер-сонце-біомаса змогла постачати енергію нашій цивілізації після того, коли закінчиться доба зростаючого марнування. Крім того можна сподіватися, що завдяки удобрюванню біовуглем в комбінації з іншими добривами вдасться настільки збільшити продукцію біомаси (в тому числі харчових продуктів) та настільки знизити витрати штучних добрив (виробництво яких є енергетично дуже вимогливим), що і з точки зору чеського енергетичного балансу це може бути більш вигідним. Уже не говорячи про суттєвий внесок у глобальний і місцевий клімат.

Майбутнє очевидно належить дедикованим піролізним реакторам, важливо звернути увагу на те, що і багато сучасних установок для спалювання може продукувати вугіль, але треба його заздалегідь забрати з решіток, ще перед його окисленням.

Великий потенціал мають маленькі газифікаційні установки, котрі в першу чергу служать для приготування їжі, зокрема в країнах, які розвиваються. У таких країнах буває витрата палива для приготування їжі (напр. на трьох каменях) дуже значною через малий ефект використаних процесів разом з великою продукцією отруйних речовин (будинки заражені димом, який спричиняє очні та легеневі захворювання). Більш дотепна технологія може знизити витрату палива та продукцію шкідливих речовин, а крім того ще надати краще добриво, ніж простий попіл. Для готування або опалення можливо використовувати ще й таку біомасу, котру за нормальних умов застосувати неможливо.



Картина 2: Два зразки газифікаційних плиток – на них готують так само, як на газовій плиті. Потужність великої, з нержавіючої сталі, можна регулювати маленьким вентилятором  
(джерело: <http://www.bioenergylists.org>)

Інші маленькі установки могли б використовувати також чеські садівники. як доповнення або кінцевий етап компостування, і для оброблення інших відходів (гілок), навіть без застосування надлишку тепла. Це можливо також у лісному господарстві (звуглення відходів з видобутків на місці). Розуміється, що якщо відбувається зосередження біомаси або є рентабельне зосереджувати біомасу, то набагато краще її використати в більших реакторах, і надлишком тепла з повністю спалюваних рідких продуктів піролізу опалювати будівлі або зігрівати воду, якщо частину рідких продуктів неможливо використати іншим способом.

У біомасі, котра містить значну кількість азоту (трава, садові та кухонні відходи), завдяки піролізу на вугіль при температурі від 300 до 600 °C значною мірою елімінуються проблеми з емісіями азоткислого газу, котрі настали б під час її спалювання.

Зусилля енергетично використати біомасу більш вигідно, ніж дотепер, тобто отримати від неї рідкі продукти піролізу, а також необхідність розширення чистіших і більш ефективних способів готування, ніж просто «на вогні», стає дальшою сильною мотивацією для розвитку технологій, при яких утворюється вугіль, як певний продукт.

### ***Удобрюєте вуглем? Тоді ви заслуговуєте отримати гроші!***

За продукцію та застосування здобутого біовугля до землі було б правильним і необхідним людям, які цим займаються, платити. Це могла б бути ефективна допомога жителям країн, які розвиваються, забезпечення потоку грошей від багатих країн з великими минулими емісіями, при якому не виникає потреби продукувати та транспортувати жодний фізичний товар. Оплата за біовугіль, відкладений у землю, полегшена можливістю надійної перевірки, тому що вугіль у

грунті можемо хімічно розпізнати від інших форм біомаси, і якщо його туди хтось додав, то одна п'ята частина його не могла окислитися. Його могла тільки понести вода або вітер.

## **Інші кліматичні переваги**

Внесок для захисту клімату навіть ще більший, ніж тільки неокиснений вуглець, відкладений у землю. Інші способи оброблення відходів ведуть не тільки до виникнення емісій вуглекислого газу, але також метану й оксиду азоту. Це стосується навіть компостування – зрідка це буває так досконало аеробний процес, щоб не утворився метан, який в порівнянні з вуглекислим газом на один атом вуглецю має більший вплив на парниковий ефект, а це у розмірі одного-двох розрядів. Від гною та розведення тварин звільняється оксид азоту, ще на один розряд шкідливіший. Своєчасним перетворенням таких відходів у біовугіль можливо емісії обох, набагато ефективних парникових газів, майже елімінувати. Крім цього метан і оксид азоту звільняються від ґрунту (у випадку  $N_2O$  це здебільшого наслідком інших способів удобрення). Застосуванням біовугля можна виділити емісії метану з ґрунту та в багатьох випадках значно знизити емісії оксиду азоту.

Якщо плити, що продукують біовугіль, замінять традиційні способи готування, то також знизять продукцію саж (вони після вуглекислого газу являються другим найбільш важливим фактором потепління, ще перед метаном) і скоротять вирубку лісів, завдяки меншим витратам палива та можливості використати будь-яку суху біомасу, не тільки дерева.

Внесок для місцевий клімат полягає в покращенні ретенції води в землі, отже, і в зниженні максимального стоку води, та цим у покращенні ситуації під час сухої погоди. Вже не йдеться про послаблення змін клімату, але про один з бажаних адаптаційних заходів щодо змін, які вже відбуваються і будуть збільшуватися.

## **Як у практиці**

Сьогодні можливо вважати обґрунтованим, що біовугіль корисний для росту та урожаю сільськогосподарських культур, і є багатонадійним матеріалом для застосування у сільському господарстві. Однак мінливість ефекту біовугля значна і поки що не зрозуміло, як точно залежить від ґрунтових умов, від рослинних різновидів, і клімату. Бракує певних загальних правил і зразків. Різні типи землі реагують на біовугіль по-різному в залежності від обмежень (недоліків) відповідного ґрунтового типу. У деяких родючих ґрунтах або при достатньо великих порціях добрив добавка біовугля взагалі не повинна вести до помітного покращення. Однак може допомогти знизити витрати добрива при сучасному збереженні урожаю. Досить багато знаємо про зниження кислотності землі, підвищення здатності збереження води, покращення середовища для ґрунтових мікроорганізмів, здатність збереження живильних речовин. Мало чого відомо щодо впливу на пасовища, на корисні кущі та дерева, у тому числі фруктові. Значна частина досліджень проводилася також у тропіках. Для сухих областей і для помірної поясу інформація спорадична.

Якщо йдеться про спосіб додавання, у біовугля можна очікувати подібне поведіння, як у класичних засобів для покращення землі (напр. компост, гній або мінеральні добрива). Відомо, що їхня діяльність, ефективність значно відрізняються в залежності від того, чи вони заорані або їх додають поверхнево, у поясах або їх сіють. Щоб біовугіль міг позитивно впливати на землю, на здатність збереження живильних речовин, на мікробіальні популяції та мікоризні гриби, потрібно дістати його до глибини, де знаходяться корені рослини. Ідеально ґрунт з біовуглем досконало змішати. При визначенні оптимальної порції необхідно взяти до уваги також властивості відповідного біовугля. Вага на один метр квадратний рухається від декілька грамів (напр. у біовугля з кісткового борошна або гною, котрий містить велику кількість мінеральних речовин) до декілька кілограмів (напр. у біовугля з дерева). Баланс треба здійснити також тоді, коли вирішуєте, чи біовугіль купити або виробити. Чи придбання та додання біовугля здійснити одноразово, зрідка (однаково як зелене добриво) або прийняти виробництво біовугля, наприклад, як регулярну форму оброблення та використання садових відходів. Важливими факторами також

є площа земельної ділянки, доступні джерела біовугля або сировини для його виробництва, виробнича потужність, та економічні можливості.

Якщо говоримо про садки, то додавання біовугля не представляє жодне велике економічне навантаження. Навпаки, для землеробів, які вирощують сільськогосподарські культури з малими прибутками, вибір що найдешевшого способу застосування разом з щонайкращим результатом може являтися головним. Для знайдення мінімальної кількості біовугля, котрий надасть максимальну ефективність (максимальне повернення інвестицій), є найбільш достовірним шлях здійснення серії правильно запропонованих експериментів на встановленій території з відповідним ґрунтом і біовуглем. Або діяти відповідно до вже закінчених ґрунтових експериментів, які працювали з цим самим або подібним ґрунтом у цій самій або подібній області. З цією метою нещодавно міжнародна біовугільна ініціатива (international biochar initiative, IBI) написала інструкцію для ґрунтових експериментів з біовуглем. Текст можна прочитати на англійській мові на сайті <http://www.biochar-international.org/extension>, „Guide to Conducting Biochar Trials“, чеський переклад інструкції див. [www.veronica.cz/uhel](http://www.veronica.cz/uhel).

## **Висновок**

Розвиток біовугільних процесів ще на своєму початку. Однак існують області, де над інвестиціями до піролізних одиниць, певним продуктом яких є саме біовугіль, не треба вагатися. Це стосується усіх відходів біологічного походження, котрих досі неправильно використовували або з якими виникали різні проблеми. Такий стабільний підхід до продукції біовугля значно відрізняється від ідеї застосування харчової сировини (сім'я з великою кількістю крохмалю або олії), як палива, або для виробництва пальних речовин. Йдеться про розумну ідею, якщо говоримо про надлишки, котрі неможливо використати, як харчові продукти або корм. Наявна також інша початкова мотивація: біовугіль історично та доісторично застосовувався для підвищення урожайності ґрунтів. Така ж сама була причина для його дослідження. Ідеї, що вугіль можна виробляти процесом піролізу замість газифікації та на підставі цього заснувати важливу частину майбутнього постачання паливом, теплом та електрикою, та що можливо завдяки виробництву та застосуванню біовугля до землі зменшувати зміну клімату - з'явилися значно пізніше.

Розуміється, що піроліз біомаси на біовугіль замість її спалювання значить, що дану біомасу не зможемо використати енергетично до останньої краплі. Скільки біовуглю треба буде продукувати та з якою часткою енергетичного вмісту біомаси будемо вимушені обійтися, залежить від того, скільки вугілля (але також нафти та горючого корисного метану) ще спалимо.... Від того, на скільки більше ми тим часом встигнемо «парниково заборгуватися». Біовугіль дає шанс ці борги сплатити. Але не треба, щоб вони досягли такого розміру, котрий вже сплатити буде неможливо.

## **Інші джерела:**

<http://amper.ped.muni.cz/gw/uhel/>

<http://amper.ped.muni.cz/gw/diagnosis/>

<http://www.biochar-international.org>

<http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/biochar.pdf>

Biochar and climate change, <http://www.parliament.uk/commons/lib/research/briefings/snsc-05144.pdf>

[http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI\\_LetterParliament\\_10-23-09.pdf](http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_LetterParliament_10-23-09.pdf)

[http://139.191.1.96/Esdb\\_Archive/eusoiils\\_docs/other/EUR24099.pdf](http://139.191.1.96/Esdb_Archive/eusoiils_docs/other/EUR24099.pdf)

*Семінари відбуваються з рамках проекту “Участь місцевих партнерств в плануванні сталого розвитку сільських місцевостей, досвід Чеської республіки для України” за підтримки Міністерства закордонних справ Чехії в рамках Програми трансформаційної співпраці Чехії:*