

## 3 Emise skleníkových plynů

### 3.1 Metody měření emisí

#### 3.1.1 Úvod, rozdělení metod

Emise skleníkových plynů z půd se obecně měří obtížně, protože jsou značně variabilní a heterogenní v čase i prostoru. Je to především kvůli proměnlivým meteorologickým podmínkám (např. změny teploty, vlhkosti a tlaku, proudění vzduchu), rozmanitým půdním vlastnostem (pestré složení matečných hornin, vliv půdní textury a struktury, změny pórovitosti, dynamický chemismus včetně změn pH), různému způsobu zemědělského a lesnického obhospodařování půdy (např. způsob nakládání s posklizňovými či dřevními zbytky, způsob kultivace půdy včetně orby, zavlažování, aplikace hnojiv, popř. jiných látek pro ovlivnění půdních vlastností) aj. Všechny tyto faktory spolu více či méně interagují, navzájem se narušují nebo se synergicky zesilují, přičemž jejich vliv na charakter a intenzitu biologických procesů v půdě, a tím i na produkci plynů a následné emise z půdy, je stále nedostatečně poznaný a kvantifikovaný. Důsledkem je mj. i výrazná nejistota v rámci inventarizace národních i globálních emisí skleníkových plynů ze zemědělských půd (**kap. 3.3**).

Přes značnou pozornost, která se kvantifikaci emisí bezesporu věnuje již několik desetiletí, nebyla dosud vyvinuta a přijata žádná široce akceptovaná a standardizovaná metodika; teprve v poslední době se připravuje metodika pro měření emisí skleníkových plynů a  $\text{NH}_3$  v rámci ISO TC 190 Kvalita půdy. V současnosti je k dispozici více metod, jejichž přehled nabízí následující text. Výčet metod jistě není vyčerpávající, nicméně pokrývá hlavní metodologické přístupy, s nimiž se při měření emisí skleníkových plynů můžeme setkat. Kromě kvantifikace emisí se neustále vylepšují i jiné metodické přístupy, například využití stabilních izotopů pro studium produkce i spotřeby plynů (viz **příl. 7.6**). Každá skupina metod i každá konkrétní metoda mají jisté výhody i nevýhody. Metody stanovení emisí lze rozdělit do dvou základních skupin:

- metody založené na „komorách“ nebo „tunelech“, kterými se zakryje určitá definovaná plocha půdy (nebo skládka, živočich apod.) a ve stanovených intervalech se odebírají vzorky vzduchu z vnitřního prostoru, jež se následně analyzují, a to buď ještě na stanovišti, nebo v laboratoři (případně se koncentrace plynů měří kontinuálně);
- nepřímé metody, které stanovují emise na základě měření koncentrace plynů ve vzduchu spolu s mikrometeorologickými parametry v určité vzdálenosti od jejich zdroje, a jsou tak neinvazivní, obvykle integrují emisní údaje z mnohem větší plochy než první skupina metod.

### 3.1.2 Komory a větrné tunely (*chambers and wind tunnels*)

#### Statické komory a komory s dynamickým tokem plynů

Nejstarší metody k měření toku  $\text{CO}_2$  z půdy do atmosféry využívaly (podle dnešní terminologie, viz dále) **statické komory** s jímáním  $\text{CO}_2$ . Podle Jensena a kol. (1996) je zavedl Henrik Lundegårdh před téměř sto lety. Tyto komory mají jednoduchý princip: v původním provedení se  $\text{CO}_2$  uvolňovaný z půdy kontinuálně jímá v roztoku nebo granulích vhodné alkálie a v ní se poté stanoví. Přes určitou archaičnost je tento jednoduchý princip použitelný i v dnešní éře sofistikovaných přístrojů, zvláště pokud se využijí pokročilé analytické postupy, např. automatizovaná koncová analýza apod., a metoda může poskytnout výsledky srovnatelné s moderními (a mnohem nákladnějšími) metodami, jak uvádějí Keith a Wong (2006).

**Pasivní statické komory** doplněné moderní analytickou technikou, jako je např. plynová chromatografie, představují i dnes použitelnou, relativně dobře dostupnou a levnou variantu pro studium emisí skleníkových plynů z půd. Tyto metody se obvykle využívají pro měření emisí z plochy půdy menší než  $1 \text{ m}^2$ . Technika měření spočívá v přiklopení komory na povrch půdy nebo na spodní část komory (trvale) instalovanou do půdy. Plyny emitující z půdy jsou zachycovány v komoře, kde se hromadí a odkud jsou posléze odebírány vzorky vzduchu na analýzu, a to i opakovaně. Toto uspořádání tedy umožňuje zjistit změny koncentrace jednotlivých složek vzduchu v komoře a odhadnout velikost emisí z půdy, nebo naopak spotřebu složek atmosférického vzduchu v půdě. Limit detekce závisí na poměru mezi objemem komory a plochou půdy, kterou komora pokrývá, a na rychlosti emisí. Minimální čas nutný pro spolehlivé stanovení změn v koncentracích studovaných plynů a pro následný odhad emisí (tj. doba zakrytí povrchu půdy komorou) bývá podle intenzity emisí od několika minut po několik hodin a neměl by být delší, než je nezbytně nutné. Dynamika emisí z povrchu půdy do ovzduší je totiž ovlivněna i tím, že se s přiklopením (uzavřením) komory mění poměry v půdě i nad ní, a tak s narůstající dobou uzavření komory narůstá i míra nežádoucího ovlivnění. Jinak řečeno, emise do komory se mohou i značně lišit od emisí do volné atmosféry. Vhodným uspořádáním se dají tyto nežádoucí efekty omezit na přijatelnou úroveň. Tato metoda je jednou z nejběžnějších a nejlevnějších a je schopná zaznamenat jak pozitivní, tak negativní toky skleníkových plynů (tj. emise i pohlcování skleníkových plynů půdou).

**Komory** mají různou velikost, jsou zhotoveny z různého materiálu a mají v zásadě dvojí konstrukci: buď tvoří komoru pouze „poklop“, ve skutečnosti nádoba obrácená dnem vzhůru, který se jednoduše položí na povrch půdy nebo zatlačí do půdy, anebo se „poklop“ nasazuje na spodní část dřívě zapuštěnou do půdy, případně se spodní část pouze zakrývá víkem (**obr. 3.1**). V odborné literatuře jsou popsány desítky



**Obr. 3.1 Statické komory různé konstrukce.** A. Nejjednodušší verze komory: plechový kbelík o objemu cca 16 dm<sup>3</sup> připravený k instalaci. Pomocí robustního kovového vrtáku (vlevo; viz také obr. 3.2) se do půdy vyřízne cca 5 cm hluboká rýha o průměru shodném s průměrem širší, otevřené strany kbelíku. Do rýhy se poté nasadí kbelík. B. Komora je připravena k měření, zbývá do otvoru ve stěně zatlačit pryžové septum umožňující odběr plynů z komory. C. Tentýž kbelík připravený k nasazení na bázi komory (vpravo) předem zapravenou do půdy. Dvojitý lem na bázi se naplní vodou, která utěsní spojení mezi bází a vrchní částí komory (kbelíkem). D. Komora připravená k měření. E. Komoru tvoří stejná báze jako v případě C–D, ale místo kbelíku se nasazuje plechové víko (vlevo od báze). To umožní podstatně zmenšit vnitřní objem komory a učinit měření emisí citlivější. F. Skleněné komory tvořené lahvemi o objemu cca 0,6 dm<sup>3</sup> s upraveným dnem (je vidět vpravo). Láhev se zatlačí do půdy (vlevo) a plyny se odebírají přes pryžovou zátku (foto Miloslav Šimek)



**Obr. 3.2** Fyzicky namáhavá práce s půdním vrtákem při usazování komor do půdy. Stejným způsobem se mohou dostatečně dlouho před měřením usadit do půdy spodní části komor, na něž se pouze na dobu měření nasazuje svrchní část komory (foto Miloslav Šimek)

konstrukčních variant komor. Mohou být skleněné, kovové nebo plastové, mít objem v řádu  $\text{cm}^3$  až  $\text{m}^3$ , umožňovat průnik světla nebo mu bránit, mohou být izolované, aby se nepřehřívaly, vybavené odvětráním k vyrovnávání vnitřního tlaku s vnějším barometrickým, doplněny ventilátorem, aby se zachycený vzduch míchal, zavírání a otevírání komor i odběry plynných vzorků mohou být automatizované apod. Dobrou orientaci v této problematice poskytují kromě stovek původních vědeckých prací i různá *review*, např. Mosier (1990), Livingston a Hutchinson (1995) nebo z novějších de Klein a Harvey (2015). Komory specifické konstrukce se využívají i při studiu toků plynů dřevinami (viz **příl. 7.3**).

Statické komory využívají jednoduchý princip **hromadění plynů v komoře** po jejím uzavření. Vzorky vnitřního vzduchu odebrané z komor se mohou měřit přímo v terénu (např.  $\text{CO}_2$  s využitím infračerveného analyzátoru nebo i jiné plyny s využitím přenosného plynového chromatografu aj.) nebo se postupně odebírají, uschovávají ve zkumavkách či jiných vhodných nádobkách a později analyzují v laboratoři.