

TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ PRO SIMULACE KLIMATICKÝCH ZMĚN V DLOUHODOBÝCH EXPERIMENTECH NA ROSTLINÁCH

Dalibor Janouš

Ústav ekologie krajiny Akademie věd České republiky, Brno

ÚVOD

V blízké budoucnosti bude vegetace atakována mimo jiné přirozenými a antropogenními změnami klimatu. Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře je jeden z předpovídaných faktorů, který bude mít přímý a nepřímý vliv na produktivitu zemědělských plodin a porostů lesních dřevin a možná i na výběr pěstovaných druhů.

Přehled o historii sledování vlivu vzduchu obohaceného CO₂ podává WITTEW (1986). Vliv na výnosové plodiny souhrnně popsali např. CURE a ACOCK (1986), vliv na planě rostoucí rostliny FIELD a kol. (1992) a na lesní dřeviny EAMUS a JARVIS (1989). Vcelku aktuální přehled celé řady těchto studií byl podán na symposiu "CO₂ a Biosféra", Wageningen, Nizozemí. Publikován byl ve speciálním dvojčísle (104/105) časopisu Vegetatio (1993). Vlivem očekávaných klimatických změn na lesní dřeviny se zabývala konference IUFRO "Ekofyziologie a genetika stromů a lesů v měnícím se prostředí", Viterbo, Itálie, příspěvky byly publikovány v Tree Physiology 14, čísla 7 až 9 (1994).

Poznání pravděpodobného dopadu očekávaných faktorů klimatických změn na rostliny vyžaduje speciální technická zařízení pro vytvoření alespoň částečně řízených růstových podmínek. Detailní popisy technických aspektů řízeného prostředí růstu jsou uvedeny v četných publikacích (např. TIBBITTS, KOZLOWSKI 1979). Polní zařízení pro expozice rostlin podrobně popisují ALLEN a kol. (1992).

Tento příspěvek si klade za cíl ve stručné formě seznámit čtenáře se základními typy zařízení používaných v laboratorních i polních podmínkách pro simulování klimatických změn v růstovém prostředí rostlin, a to na základě publikovaných informací a poznatků z pracoviště autora a zahraničních pracovišť.

RŮSTOVÉ KOMORY

Zhruba do roku 1980 vycházela většina studií o vlivu zvýšené koncentrace CO₂ na rostliny z experimentů používajících komůrky na listy, růstové komory pro celé rostliny nebo skleníky. Růstové komory jsou uzavřené prostory, kde jsou řízeny nebo monitorovány všechny nebo pouze některé z následujících parametrů: kvalita a kvantita světla včetně fotoriod, teplota vzduchu a půdy včetně termoperiod, koncentrace plynů v atmosféře (včetně vodních par a CO₂), obsah živin v půdě, struktura půdy, obsah vody v půdě a pohyb vzduchu.

Vyšším stupněm růstových komor jsou fytotrony, Ty jsou tvořeny větším počtem řízených růstových zařízení, což umožňuje současně vytvořit celou matici proměnlivosti prostředí, např. několika úrovní koncentrace CO₂, teplot a jejich kombinací atp.

Výhodou růstových komor a fytotronů je to, že růstové podmínky v nich jsou dostatečně přesně specifikovány. Nevýhodou je jejich značná finanční pořizovací, ale i provozní náročnost. Růstové prostory těchto komor jsou značně omezené, což je problematické zejména u dřevin, musí se pracovat hlavně se sazenicemi, tudíž s velice mladým a neaklimovaným materiálem. Růstové komory umožňují pouze malý kořenový prostor, což může vést k restrikci alokace karbohydrátů do kořenů. Růstové podmínky v komorách nejsou přirozené, naopak

jsou zcela umělé.

Komůrky uzavírající část rostliny nebo pouze jednotlivé listy jsou používány pro měření výměny plynů mezi listem a prostředím. Existuje celá řada konstrukčních řešení těchto komůrek. Hlavní konstrukční problémy jsou totožné jako u růstových komor pro celé rostliny, zejména jak řídit kvalitu prostředí v okolí listu. Vlastní komůrky jsou pouze částí celého systému na řízení složení vzduchu v okolí listu, měření různých fyzikálních parametrů, sběru a zpracování dat. Tím, že je působeno pouze na část rostliny, mohou být tyto komůrky použity pouze na sledování přímých účinků faktorů klimatické změny. Většinou se jedná o krátkodobé pokusy, především účinku na fotosyntetické procesy.

Podle modifikací konstrukčního řešení je možné detailnější rozčlenění používaných růstových komor. Co je pro ně však společné, je uzavřenost komor, t.zn., že růstový prostor je oddělen od vnějšího prostředí stěnami. Tyto mohou být transparentní kvůli využití slunečního záření.

VENTILOVANÉ KOMORY S OTEVŘENÝM VRCHEM

Kompromisem mezi volným prostředím a uzavřenou růstovou komorou jsou ventilované komory s otevřeným vrchem. Principem udržování řízené atmosféry uvnitř komory je neustálý přísun požadované kvality vzduchu a jeho volné unikání otevřeným vrchem. Odlišnou modifikací těchto otevřených komor jsou např. proudové tunely, kde pohyb vháněného vzduchu je horizontální, na jednom konci je vzduch vháněn a druhým koncem uniká.

U otevřených komor současně funguje dvojí typ oddělení růstového prostoru od vnější atmosféry. Jednak je to stěna komory, která musí být průchodná pro sluneční radiaci, a jednak je to vzduchová vrstva neustále unikajícího vzduchu z komory. Přetlak uvnitř komory musí být dostatečný, aby nedocházelo k průniku okolní atmosféry do komory vlivem větru. Tento přetlak je možné zvýšit zúžením horního otvoru nádstavbou komory tzv. frustem. Míra uzavření komory však současně vyjadřuje míru oddálení se od přirozených růstových podmínek ve volném prostoru.

Ventilované komory s otevřeným vrchem jsou v polních podmínkách nejčastěji používaným zařízením. Doposud znamenají optimální řešení z hlediska požadavků na přirozenost růstového prostředí, finančních možností pro pořízení a provoz těchto zařízení a úroveň simulace požadovaných podmínek. Provoz komor je však náročnější na množství aplikované látky (CO₂, než je tomu u uzavřených komor, protože dodávaná látka neustále uniká do ovzduší.

SYSTEMY OBOHACOVÁNÍ CO₂ VE VOLNÉM OVZDUŠÍ

Aby se vyloučily veškeré rušivé vlivy rozdílu růstového prostředí v zařízeních na zvýšení koncentrace CO₂ a ve volném (přirozeném) prostředí a aby mohl být sledován vliv změny prostředí až na úrovni společenství rostlin nebo celého ekosystému, byl vypracován systém obohacování CO₂ ve volném ovzduší (HENDREY G.R. a kol., 1993). Principem je vhodná injektáž CO₂ do ovzduší, aby se v zájmové lokalitě dosáhlo požadované koncentrace CO₂, a to bez jakýchkoli ochranných stěn.

I když jsou tyto systémy extrémně finančně náročné na pořízení i na provoz, jedná se v současné době o jediné reálné zařízení pro sledování dopadu klimatických změn na rostliny, které není zatíženo vlivy nepřirozeného prostředí komor. To znamená, že tato zařízení v zásadě eliminují komorové efekty, jako jsou: redukce sluneční radiace (včetně změny poměru přímé a difuzní radiace a značné redukce UV-B složky), nepřirozený tok vzduchu, turbulence, změny teploty, vlhkosti, toku tepla a zavlažování.

PŘÍRODNÍ ZDROJE CO₂

Elegantním způsobem studia klimatických změn na ekosystémy je na rozdíl od používání důmyslných, velice složitých technických zařízení využití lokalit s přírodním vývěrem CO₂. Zde se jedná opravdu o dlouhodobou expozici rostlin, kdy se populace rostlin vyvíjely po staletí ve zvýšené koncentraci CO₂. Zmapováním vhodných lokalit pro tyto výzkumy se zabývalo pracovní setkání "Vývěry CO₂ a jejich použití v biologickém výzkumu" (San Miniato, říjen 1993).

ZÁVĚR

Z obsahu příspěvku vyplývá, že existuje řada strategií a technických zařízení pro sledování vlivu klimatických změn na rostliny. Ve výběru vhodného zařízení se musí zvažovat hledisko finanční, a to jak na pořízení tak na provoz, společně s hlediskem co největší přirozenosti vytvořeného růstového prostředí. Obecně je možno ve výzkumech tohoto typu spatřovat tendenci přecházet od umělých podmínek k přirozeným a od studia na úrovni jedince k úrovni populace až celého ekosystému.

LITERATURA

- ALLEN L.H.Jr., DRAKE B.G., ROGERS H.H., SHINN J.H. (1992). Field techniques for exposure of plants and ecosystems to elevated CO₂ and other trace gases. *Critical Reviews in Plant Sciences* 11: 85-119.
- CURE J.D., ACOCK B. (1986) Crop responses to CO₂ doubling: a literature survey. *Agricultural and Forest Meteorology*, 38: 127-145.
- EAMUS D., JARVIS P.G. (1989): The direct effects of increase in the global atmospheric CO₂ concentration on natural and commercial temperate trees and forests. *Advances in Ecological Research*, 19: 1-55.
- FIELD C.B., CHAPIN III F.S., MATSON P.A., MOONEY H.A. (1992): Responses of terrestrial ecosystems to the changing atmosphere: A resource-based approach. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23: 201-235.
- HENDREY G.R., LEWIN K.F., NAGY J. (1993): Free air carbon dioxide enrichment: development, progress, results. *Vegetatio* 104/105: 17-31.
- TIBBITTS T., KOZLOWSKI T.T. (ed.) (1979): *Controlled Environment Guidelines for Plant Research*. Academic Press, New York.
- WITTEWER S.H. (1986): Worldwide status and history of CO₂ enrichment - An overview. In: Enoch H.Z., Kimball B.A. (ed.): *Carbon dioxide enrichment of greenhouse crops*. CRC Press, Boca Raton, Florida, s.3 - 15.

SUMMARY

TECHNICAL DEVICES FOR SIMULATION OF CLIMAT CHANGES IN LONG-TERM EXPERIMENTS ON PLANTS

This paper reviews the basic techniques used to examine the likely effects of elevated CO₂ and other trace gases in atmosphere on plant. Function, applicability, advantages and disadvantages of the growth chambers, leaf cuvettes, open-top ventilated field chambers, free air CO₂ enrichment systems and CO₂ springs are mentioned. Trend of used techniques is directed from less natural ecosystems (closed chambers, etc.) to more natural ecosystems (open top chambers, etc.), and from the individual plant level to the community level.