

KOLOBĚH UHLÍKU V AGROEKOSYSTÉMU A MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ JEHO UKLÁDÁNÍ V BIOMASE POLNÍCH PLODIN

Miroslav Jůzl
Tomáš Středa
Jaroslav Rožnovský

Summary:

The carbon cycle in the agroecosystem and possibility of increasing of its fixation in biomass of field crops

This paper includes the results achieved by solving of the CzechCarbo project – work group Agroecosystems. The goal of this study is monitoring of carbon transport in agroecosystem and the assessment of the carbon balance. The suggestion of agroecosystem management will be developed in the base of this data to increase the role of agroecosystem as a sink of CO₂. The balance of the consume of CO₂ and cycles of CO₂ were processed with using of long time period of yield data of chosen crops which are planted in defined conditions and in the base of consume of CO₂ for the production of 1 kg dry matter. In the frame of one species the minimal differences in cycle of carbon between the production areas were assessed. The minimal distinctions were also assess with using of another agricultural engineering. The significant differences were also found out in interspecies comparison.

Keywords: carbon cycle, carbon balance, fixation of carbon dioxide, carbon dioxide

Abstrakt:

Práce zahrnuje výsledky dosažené při řešení projektu CzechCarbo – pracovní skupina Agroekosystémy. Cílem studie je sledování toku uhlíku v agroekosystému a stanovení uhlíkové bilance. Na základě těchto podkladů potom vypracovat i návrh managementu agroekosystému, s cílem zvýšit jeho roli jako sinku CO₂. S využitím dlouhodobých výnosových řad vybraných polních plodin pěstovaných v definovaných podmínkách a na základě údajů o spotřebě CO₂ na produkci 1 kg sušiny biomasy, byly zpracovány bilance spotřeby CO₂ a koloběhy uhlíku. V rámci jednoho druhu byly zjištěny minimální rozdíly v koloběhu uhlíku mezi pěstitelskými oblastmi. Stejně tak byly shledány minimální rozdíly při použití odlišné agrotechniky. Citelné rozdíly byly zjištěny při mezidruhovém srovnání.

Klíčová slova: koloběh uhlíku, uhlíková bilance, fixace uhlíku, oxid uhličitý

ÚVOD

Na intenzitu skleníkového efektu má podstatný vliv obsah oxidu uhličitého v atmosféře, který se zvyšuje především spalováním fosilních paliv. Méně známé je, že na růstu koncentrace CO₂ v atmosféře se podílí také obdělávání půdy a způsob hospodaření v zemědělství. V posledních dvou desetiletích se stalo studium obsahu CO₂ v atmosféře

předmětem celosvětového výzkumu, protože jeho rostoucí koncentrace zesiluje skleníkový efekt. Takto dochází k projevům oteplování a klimatologové hovoří o možné změně klimatu a dopadech na všechny složky lidské činnosti, včetně zemědělství (BRÁZDIL, ROŽNOVSKÝ et al. 1996).

Ke stanovení postupů snižování koncentrace CO₂ je nutné poznat podrobně oběh uhlíku.

Zatímco měření koncentrace uhlíku v atmosféře je poměrně přesné, zjišťování, kolik uhlíku je v půdách a kolik v oceánu, je zatíženo velkými nejistotami. Jedním ze způsobů jak snížit množství skleníkových plynů, které unikají do atmosféry je zvýšení obsahu půdní organické hmoty (FAVOINO, HOGG, 2002). Tato přeměna oxidu uhličitého na stabilní uhlík v půdě je označována jako sekvestrace uhlíku nebo "propady uhlíku" ("carbon sinks"). Odhaduje se, že většina organického uhlíku Země (30×10^{11} tun) je vázána právě v půdní organické hmotě, zatímco v atmosféře je uhlíku ve formě CO_2 "pouze" 7×10^{11} tun (KOZÁK, 2003). V přepočtu na 1 ha jsou v půdách obsaženy desítky až stovky tun organického uhlíku. Bylo spočteno, kolik CO_2 by bylo do atmosféry emitováno mineralizací půdní organické hmoty při poklesu o 1% (z celkové hmotnosti orné půdy) na celém území ČR. Toto číslo činí 236 mil tun CO_2 , což je bezmála tolik, co Česká republika vyprodukovala celkem za poslední dva roky. Za posledních padesát let se v půdách mírného pásu v důsledku kultivace snížil obsah uhlíku v organických látkách o 20 až 40 % (KUTÍLEK, 2001).

WEST, POST (2002) vyhodnocením dlouhodobých experimentů s přechodem od konvenčního k bezorebnému způsobu hospodaření zjistili zvýšení obsahu uhlíku o 570 kg \pm 140 kg na hektar a rok. K dosažení maximálního obsahu uhlíku v půdě by dochází 5. – 10. rok od přechodu na bezorebný systém a rovnovážný stav nastává 15 – 20 let po změně hospodaření. ANONYM (in Monsanto) uvádí redukci uvolňování CO_2 do atmosféry při bezorebném systému hospodaření dokonce na úroveň 4,55 t.ha⁻¹ (tj. 1,24 t.ha⁻¹ uhlíku) ročně.

CÍL

Cílem práce je zjistit množství uhlíku fixovaného v biomase nejvýznamnějších polních plodin. Na základě těchto výpočtů stanovit bilance uhlíku (vstupy versus výstupy uhlíku) u jednotlivých plodin. Navrhnout technologie zpracování půdy a pěstebních postupů s ohledem na bilanci uhlíku s cílem vázat atmosférický CO_2 v rostlinné biomase. Navrhnout konkrétní opatření ke zvýšení množství uhlíku vázaného v rostlinné biomase v modelovém území.

VÝSLEDKY

Absorpce CO_2 u jednotlivých plodin

Na základě koeficientů fixace CO_2 při tvorbě biomasy u sledovaných plodin - pšenice a ječmen 1,62, řepka 1,40 (GREEF a kol., 1993), kukuřice 2,0 (PROCHÁZKA, 1998) a průměrné hodnoty 1,75 pro ostatní plodiny (SCHWEIGER, 1998; SLADKÝ a TRNOBRANSKÝ, 2004; Anonym, 2003) a s použitím experimentálně zjištěných dlouhodobých výnosových řad u hlavních plodin bylo zjištěno, jaké přibližné množství uhlíku je porost určité plodiny schopen za vegetaci akumulovat do biomasy. K výpočtům byly použity výnosové výsledky z dlouhodobých pokusů prováděných MZLU v Brně (pšenice ozimá, ječmen jarní, řepa cukrová, luční porost), odrůdových pokusů ÚKZÚZ (řepka ozimá, vojtěška setá, jetel luční), VÚB v Havlíčkově Brodě (brambory) a ČSÚ (kukuřice) v rozdílných agroekologických podmínkách a při použití rozdílných technologií.

Ke stanovení množství posklizňových zbytků, které nebývá standardní součástí polních pokusů byly použity střední hodnoty uváděné MÁLKEM a PROCHÁZKOVOU (2004) v kombinaci s průměrnými poměry hlavního a vedlejšího produktu (ČZU, 2004) a průměrným množstvím posklizňových zbytků v orniční vrstvě FORCHTSAM, PRCHAL (1960). Hodnoty byly přepočteny na stoprocentní sušinu podle průměrného obsahu sušiny při sklizni (obilniny 84 %, řepa cukrová 24 %, brambory 23 % atd.).

Srovnání průměrné absorpce CO_2 u jednotlivých plodin je uvedeno v Grafu 1.

Schéma koloběhu uhlíku

Použitím produkčních databází sledovaných plodin, chemického složení rostlinných částí a fyziologických parametrů (koeficientů) byla vypracována schémata koloběhu uhlíku. Jako příklad jsou uvedeny koloběhy uhlíku u pšenice ozimé a vojtěšky seté v řepařské výrobní oblasti a koloběh uhlíku lučního porostu ve dvou variantách – hnojené a nehnojené.

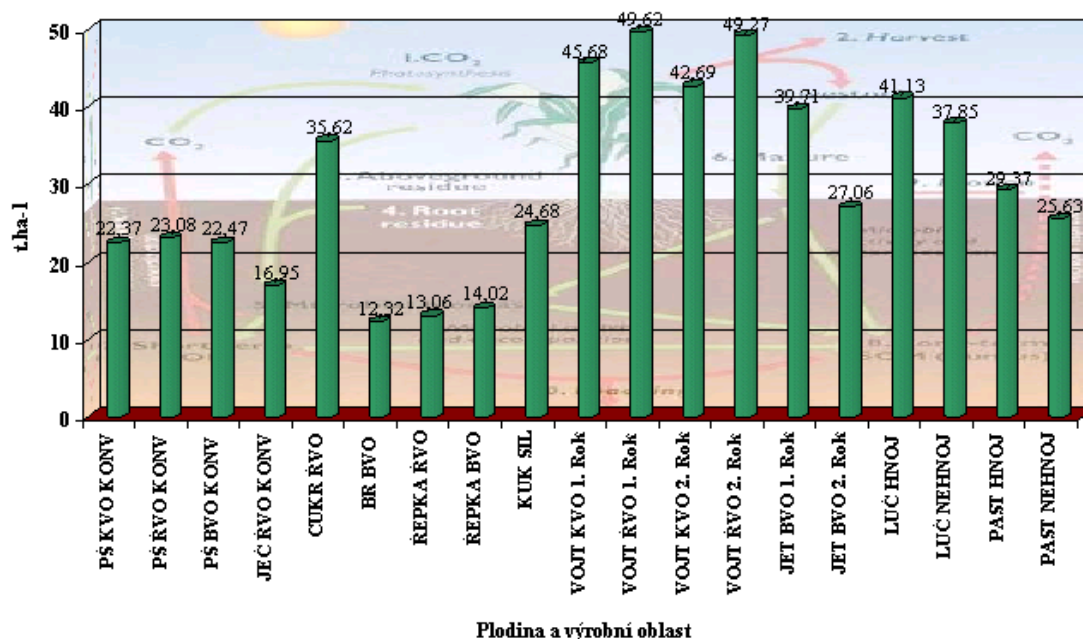
Pšenice ozimá (schéma 1 a 2)

Při sledování koloběhu uhlíku u pšenice ozimé, byly použity výnosové výsledky z klasické (konvenční) metody zpracování půdy (orba do hloubky 22 cm) a metody mi-

nimalizační (setí do nezpracované půdy). Z důvodu zanedbatelných rozdílů v bilanci uhlíku mezi klasickým a minimálním zpracováním půdy jsou uvedena pouze schémata, zachycující stav u klasického zpracování

půdy. Koloběh uhlíku je bilancován pro varianty hospodaření se slámou, kdy je sláma ponechána na pozemku a zapravena do půdy (schéma 1) a také kdy je sláma z pozemku odvezena (schéma 2).

Graf 1: Absorpce CO₂ v biomase vybraných plodin



Legenda:	
PŠ KVO KONV – pšenice ozimá, kukuřičná výrobní oblast, konvenční způsob	VOJT ŘVO 1. rok – vojtěška, řepařská výrobní oblast, 1. užitkový rok
PŠ ŘVO KONV – pšenice ozimá, řepařská výrobní oblast, konvenční způsob	VOJT KVO 2. rok – vojtěška, kukuřičná výrobní oblast, 2. užitkový rok
PŠ BVO KONV – pšenice ozimá, bramborářská výrobní oblast, konvenční způsob	VOJT ŘVO 2. rok – vojtěška, řepařská výrobní oblast, 1. užitkový rok
JEČ ŘVO KONV – ječmen jarní, řepařská výrobní oblast, konvenční způsob	JETEL BVO 1. rok – jetel luční bramborářská výrobní oblast, 1. užitkový rok
CUKR ŘVO – řepa cukrová, řepařská výrobní oblast	JETEL BVO 2. rok – jetel luční bramborářská výrobní oblast, 2. užitkový rok
BR BVO – brambory bramborářská oblast	LUC HNOJ – luční porost, hnojeno
ŘEPKA ŘVO – řepka ozimá, řepařská výrobní oblast	LUC NEHNOJ – luční porost, nehnojeno
ŘEPKA BVO – řepka ozimá, bramborářská výrobní oblast	PAST HNOJ – pastvina, hnojeno
KUK SIL – kukuřice na siláž	PAST NEHNOJ – pastvina, nehnojeno
VOJT KVO 1. rok – vojtěška, kukuřičná výrobní oblast, 1. užitkový rok	

Vojtěška setá (schéma 3 a 4)

Vojtěška setá je pícnina, pěstovaná zpravidla ve dvou užitkových letech. Výpočty a schémata koloběhu uhlíku u vojtěšky tak byly zpracovány pro první (schéma 3) i pro druhý užitkový rok (schéma 4).

TTP – luční porost (schéma 5 a 6)

Dalším modelovým příkladem je bilance u TTP – konkrétně u lučního porostu pěstovaného ve dvou variantách – s a bez použití minerálních hnojiv v pícninařské výrobní oblasti. Botanické složení lučního společenstva je ovlivněno hnojením i ročníkem, nejčastěji se vyskytujícími druhy byla: psárka

luční, bojínek luční, kostřava červená, lipnice luční, krvavec toten, rdesno hadí kořen a pampeliška lékařská. Varianty: a) nehnojeno b) hnojeno NPK (90+30+60).

Postup výpočtů:

Vstupy C: - přepočtem veškerého množství CO₂ fixovaného v suché biomase na C + množství C, které je rostlinou prodýcháno zpět do atmosféry (udávané literaturou).

Pohyb a výstupy C: - množství C uvolňované do atmosféry dýcháním rostliny (koeficient dle literatury),

- množství C fixované v produktu, odvezeném z pole (dle výnosu, sušiny a chemického složení produktu),
- množství C fixované v posklizňových zbytcích a zapravené do půdy (dle množství zbytků, sušiny a jejich chemického složení),

- množství C uvolněné do atmosféry rozkladnou činností mikroorganismů a dýcháním kořenů (koeficient dle literatury).

Schéma 1: Koloběh uhlíku ($t \cdot ha^{-1} C$) u porostu pšenice. Řepařská výrobní oblast. Konvenční zpracování půdy. Vedlejší produkt zaorán.

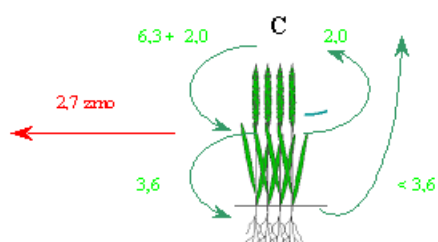


Schéma 2: Koloběh uhlíku ($t \cdot ha^{-1} C$) u porostu pšenice. Řepařská výrobní oblast. Konvenční zpracování půdy. Vedlejší produkt odvezen.

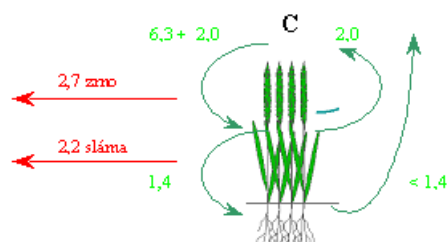


Schéma 3: Koloběh uhlíku ($t \cdot ha^{-1} C$) u porostu vojtešky. 1. užitkový rok. Řepařská výrobní oblast.

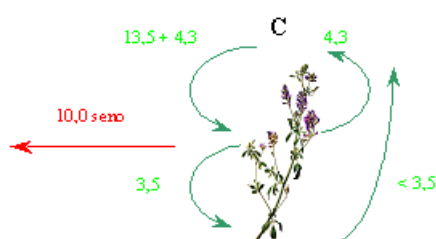


Schéma 4: Koloběh uhlíku ($t \cdot ha^{-1} C$) u porostu vojtešky. 2. užitkový rok. Řepařská výrobní oblast.

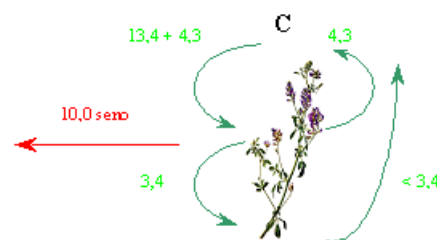


Schéma 5: Koloběh uhlíku ($t \cdot ha^{-1} C$) u TTP – luční porost. Pícninářská výrobní oblast. Konvenční varianta (hnojeno).

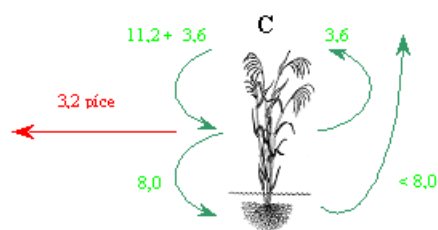
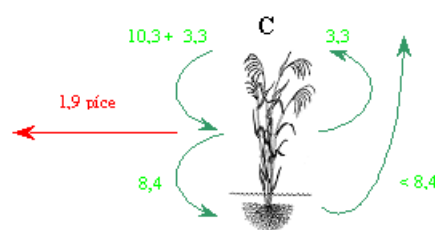


Schéma 6: Koloběh uhlíku ($t \cdot ha^{-1} C$) u TTP – luční porost. Pícninářská výrobní oblast. Ekologická varianta (nehnojeno).



ZÁVĚR

- V rámci jednoho druhu byly zjištěny minimální rozdíly v koloběhu uhlíku mezi pěstitelskými oblastmi.
- Z hlediska uhlíkové bilance byly také u jednotlivých plodin shledány minimální rozdíly při použití odlišné agrotechniky.

- Citelné rozdíly byly zjištěny při mezidruhovém srovnání.
- Nejvíce uhlíku je prostřednictvím podzemní biomasy do půdy dočasně fixováno lučním porostem ($8,0$ resp. $8,4 t \text{ uhlíku} \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$).

Literatura

- ANONYM in Primární produkce rostlin a rostlinných společenstev [on line]. Dostupné z: <http://botany.natur.cuni.cz/EkologieRostlin/Produkce.ppt> . Katedra botaniky PpF UK, 2003.
- ANONYM in Monsanto [on line]. Dostupné z: http://www.monsanto.com/monsanto/us_ag/layout/con_till/benefits/environmental.asp . Monsanto, 2004.
- BOEHM, M. Kyoto Protocol and Agriculture [on line]. Dostupné z http://www.mandakerotill.org/book25/06_Marie%20Boehm%20Presentation.htm . Manitoba – North Dakota Zero Tillage Farmers Association, 2003.
- BRÁZDIL, R et al. Impacts of a Potential Climate Change on Agriculture of the Czech Republic - Country Study of Climate Change for the Czech Republic, Element 2. Národní klimatický program ČR, svazek 21, Praha, Český hydrometeorologický ústav 1996, 146 s. ISBN 80-85813-31-9
- Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra agrochemie a výživy rostlin. Tabulky pro vypracování projektu hnojení [on line]. Dostupné z: <http://www.af.czu.cz/kavr/natural/tabule.doc> . ČZU, 2004.
- Český statistický úřad. Vývoj ploch a sklizní zemědělských plodin [on line]. Dostupné z: www.czso.cz . ČSÚ, 2005.
- FAVOINO, E., HOGG, D. Composting and Climate Change: a preliminary assessment” Proc. EC (European Commission) Conference “Biological Treatment of Biodegradable Waste: Technical Aspects” Brussels . April 2002.
- FORCHTSAM, V. et al. Zemědělská výroba v kostce. SZN Praha, 1961. 1144 s.
- GREEF, J.M.G. et al. Fixation of radiation, energy and carbon dioxide in field crops. Results and modelling. Berichte über Landwirtschaft, Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, 1993, vol. 71, no. 4, s. 554-566, 25 ref.
- HEJDUK, S. Vliv extenzivního obhospodařování pastevních porostů ve vztahu k porostovým a hydropedologickým parametrům. Dizertační práce. Ústav pícninářství, MZLU v Brně, 2000. 167 s.
- HEJDUK, S., HRABĚ, F. Influence of Different Systems of Grazing, Type of Swards and Fertilizing on Underground Phytomass of Pastures. Plant, Soil and Environment, roč. 49, č. 1, s. 18 – 23. ISSN 1214-1178.
- KOZÁK, J. Přednáška: Úpravy půdních režimů, ČZU, 10.4.2003 .
- KUTÍLEK, M. Půda a bilance CO₂ v ovzduší. Rezervoár organického uhlíku. Vesmír: přírodovědecký časopis, březen 2001, roč. 80, č. 3, s. 153-155.
- MÁLEK, J., PROCHÁZKOVÁ, B. Výsledky z polních pokusů. Interní materiál Ústavu obecné produkce rostlinné MZLU v Brně, 2004.
- PROCHÁZKA, S. et al. Fyziologie rostlin. Academia, Praha, 1998. 484 s.
- SCHWEIGER, P. CO₂-Bindung und O₂-Freisetzung durch pflanzliches Wachstum [on line]. Dostupné z: http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/-s/eyhr78zp3pgu4hb69a18tpard1f4mukg/show/1115350/lap_CO2-Bindung%20durch%20Pflanzenwachstum.pdf . Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, 3/1998.
- SLADKÝ, V., TRNOBRANSKÝ, K. Energie biomasy [on line]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/library/infolisty/biomasa.php3> . EkoWATT, 2004.
- STRAKA, J. Vývoj travních porostů ve vztahu k ekologickým charakteristikám. Dizertační práce. Ústav pícninářství, MZLU v Brně, 1999. 137 s.
- WEST, T.O., POST, W.M. Soil Organic Carbon Sequestration Rates by Tillage and Crop Rotation: A Global Data Analysis. Soil Science Society of America Journal, 2002, vol. 66, s. 1930-1946. Dostupné z: http://soil.scijournals.org/cgi/content/full/66/6/1930?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=post&andorexactfulltext=and&searchid=1098693113159_126&stored_search=&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourceype=1&journalcode=soilsci

Kontakt na autory:

Doc. Ing. Miroslav Jůzl, CSc., Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno. Tel.: 545 133 129. E-mail: juzl@mendelu.cz .

Ing. Tomáš Středa, Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67, Brno. Tel.: 541 421 028. E-mail: tomas.streda@chmi.cz .

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc., Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67, Brno. Tel.: 541 421 020. E-mail: roznovsky@chmi.cz .

Příspěvek je součástí projektu MŽP ČR „CzechCarbo – studium cyklu uhlíku v terestrických ekosystémech ČR v souvislostech Evropského projektu CARBOEUROPE“ č. SM/640/18/03 (VaV/640/18/03).

