

# Ekosystémové služby a cukrová řepa

ECOSYSTEM SERVICES AND SUGAR BEET

Petr Pavlík, Zdeněk Opršal – Univerzita Palackého v Olomouci

Ekosystémové služby jsou v posledních letech jedním z nejvýznamnějších environmentálních konceptů především díky aplikacím a přínosům pro rozhodovací procesy na všech úrovních státní správy i na úrovni soukromých subjektů. Tyto služby lze definovat jako přínosy, které lidé získávají od ekosystémů (1). V souvislosti s touto definicí, je třeba zmínit dva aspekty. Za prvé, jedná se o antropocentrický koncept, což znamená, že hodnocení přínosů ekosystémových služeb má význam jen ve vztahu k člověku. Za druhé, přínosy mají charakter jak peněžní, tak nepeněžní. To konec konců velmi dobře ilustruje typologie ekosystémových služeb, která zahrnuje čtyři kategorie ekosystémových služeb: zásobovací, regulační, podpůrné a kulturní služby. Zásobovací služby lidem poskytují základní suroviny, jako jsou potraviny a voda, nerostné suroviny nebo materiál pro medicínské a farmaceutické využití. Regulační služby zajišťují přírodní procesy, které jsou odpovědné za stabilizaci klimatu, prevenci živelných katastrof nebo jejich zmírnění, ale zajišťují mj. i polinaci nebo kontrolu škůdců či nemocí. Podpůrné služby jsou důležité především z hlediska genetické, druhové a ekosystémové diverzity přírody, zatímco kulturní služby hrají významnou roli např. v náboženství, tradicích a ve fyzickém i psychickém zdraví lidí prostřednictvím turismu a relaxace či sportu v přírodě (2).

Cukrová řepa a jí oseté plochy tvoří dnešní kulturní krajinu, která je utvářena souborem umělých a přírodě blízkých ekosystémů. Cukrovka ovlivňuje tyto ekosystémy, ale i konkrétní ekosystémové služby. Určité ekosystémové služby cukrová řepa také pro dosažení požadovaných vysokých výnosů vyžaduje. Přehled všech kategorií a podkategorií ekosystémových služeb v návaznosti na cukrovou řepu uvádí tab. I.

Pro člověka je cukrová řepa významná především díky své zásobovací službě, která je hlavním důvodem jejího pěstování. Poskytuje důležitou surovinu pro potravinářské i nepotravinářské účely. Kromě cukru, kterého bylo v hospodářském roce 2014/2015 vyrobeno podle údajů Ministerstva zemědělství ČR rekordních 591 440 t (3), nachází cukrová řepa důležité uplatnění jako technická plodina, surovina pro výrobu kvasného lihu, který je dále využíván pro potravinářské a nepotravinářské účely. V současné době je u nás cukrovka dominantní plodinou z hlediska produkce bioetanolu, který je využíván jako příměs do paliv pro motorová vozidla (i v palivu E85). Další energetické využití řepy představuje produkce fermentačního plynu v bioplynových stanicích. Do kategorie zásobovacích služeb cukrové řepy patří také další vedlejší produkty, jako je biomasa ve formě vyluhovaných řízků a sušené pelety využívané jako krmivo pro hospodářská zvířata. Cukrovarská šáma, vznikající při čišťení řepné šťávy působením vápenného mléka a následným vysrážením přebytečného vápna oxidem uhličitým, je cenným vápenným hnojivem, které kromě vápníku obsahuje i hořčík, fosfor a dusík. Anaerobní digesce (fermentace) lihovarnických

výpalků (rozpuštěných pevných látek – zbytků po výrobě ethanolu) umožňuje produkci methanu i hnojiva. Výčet zásobovacích služeb cukrové řepy lze uzavřít využitím jejích produktů ve farmaceutickém průmyslu pro kultivaci mikroorganismů.

V případě regulačních služeb je řepa spíše ve středu spektra alternativních využití půdy, kdy na jednom konci je ponechání půdy divočině a na druhém konci spektra je zastavení půdy. Za výraznější přínos řepy lze považovat sekvestraci uhlíku. Šlechtění a moderní pěstitelské technologie zvýšily stupeň účinnosti fotosyntézy oproti divoce rostoucím rostlinám, čemuž odpovídá větší odběr CO<sub>2</sub> ze vzduchu a vyšší produkce kyslíku ve srovnání s ostatními plodinami pěstovanými v našich podmínkách. Další pozitivní příspěvek regulačním ekosystémovým službám představuje využití řepných produktů jako substitutu fosilních paliv, jmenovitě ropných produktů (v případě bioetanolu) a uhlí či zemního plynu (u fermentačního plynu v bioplynových stanicích). Řepné produkty tak pomáhají omezovat produkci skleníkových plynů z fosilních paliv. Mezi podpůrné ekosystémové služby lze zařadit výsledky fotosyntetického procesu v podobě primární produkce a produkce kyslíku. Cukrová řepa má dobrý potenciál využití jako součást osevních směsí biopásů v rámci agroenvironmentálních opatření. Atraktivita této plodiny pro zvěř usnadňuje její přilákání na biopásy a následný chov a regulaci včetně předcházení škod na okolních zemědělských pozemcích (4). Kulturní služby zahrnují především estetické hledisko vzhledem k tvorbě kulturní krajiny nebo jako inspirace pro kulturu a design. Cukrová řepa se na našem území pěstuje již od 19. století a v řepařských oblastech významným způsobem utvářela nejen krajinu, ale i způsob života tamních obyvatel a bezesporu ovlivnila kulturní stránku těchto oblastí. Jedná se zejména o Polabí, dolní Poodří, Hornomoravský úval či Opavsko (5).

Vedle nepochybně přínosných ekosystémových služeb má pěstování cukrové řepy také některé problematičké aspekty. Jedním z nich je prevence eroze a zachování úrodnosti půd. Tyto ekosystémové služby jsou významné, neboť představují klíčový předpoklad pro zajištění potravinové bezpečnosti a udržitelné zemědělské výroby. Je zřejmé, že cukrová řepa představuje jako širokořádková plodina erozní riziko. Na druhou stranu musí, tak jako další erozně nebezpečné plodiny, splňovat legislativní požadavky na ochranu erozně ohrožených půd. Nařízení vlády č. 479/2009 Sb. řadí cukrovou řepu mezi plodiny, které jsou vyjmuty z pěstování na silně erozně ohrožených půdách. Na mírně erozně ohrožených plochách je jejich pěstování podmíněno použitím půdoochranných technologií.

Významným trendem současnosti je hodnocení ekosystémových služeb, které si klade za cíl poskytnout lepší informace pro rozhodovací procesy prostřednictvím detailní analýzy nákladů a výnosů. V případě cukrové řepy je snadné finančně vyčíslit zásobovací služby, protože existuje trh s cukrovou

řepou. Hodnota této služby je rovna součinu množství produkce cukrovky a obchodované ceny. Kvantifikace zbylých třech kategorií ekosystémových služeb již není takto triviální a vyžaduje užití sofistikovaných a často méně přesných metod. Příkladem může být vyčíslování nákladů spojených s erozí půdy.

Dopady půdní eroze se obvykle rozdělují na přímé a nepřímé (6). Přímé dopady (*on-site effects*) zahrnují přímé dopady na zemědělskou půdu v rámci zemědělského pozemku. Při procesu půdní eroze dochází ke ztrátám organické hmoty a živin obsažených v půdě, postupně se mění chemické a fyzikální vlastnosti půdy, snižuje se její úrodnost a následně také výnosy zemědělských plodin. Nepřímé dopady (*off-site effects*) se projevují mimo zemědělské pozemky postižené erozí, mnohdy v geograficky vzdálených oblastech. Odborná literatura uvádí řadu druhotných efektů půdní eroze, jako je zanášení vodních toků a nádrží, zvýšené riziko povodní (7), znečišťování a eutrofizace povrchových i podzemních vod či narušení biodiverzity vodních ekosystémů (8).

Při samotném vyčíslování nákladů spojených s erozí půdy vychází většina autorů z modelu USLE (resp. revidovaného modelu RUSLE), který umožňuje výpočet potenciální ztráty půdy v důsledku vodní eroze (9). Pro přímé dopady (*on-site effects*) je následně stanovena hodnota ztracených živin na tunu erodované půdy, které je třeba nahradit umělými hnojivy. Nejčastěji se do analýz zahrnují ztráty dusíku, fosforu, draslíku, hořčíku a vápníku (10). Jiný způsob výpočtu kalkuluje se ztrátami způsobenými poklesem výnosů plodin (obvykle klíčových pro daný region) a následným poklesem příjmů postižených zemědělců. Nicméně omezení analýz zaměřených pokles výnosů spočívá ve skutečnosti, že ztráta úrodnosti půdy v důsledku eroze není jedinou proměnnou ovlivňující výnosy zemědělských plodin. Konečně některé studie se snaží o vyčíslení ztrát biologických vlastností půdy (11), které jsou spojeny s procesem eroze. Posledně jmenované ekosystémově orientované analýzy poskytují jen přibližné odhady, neměly by být opomíjeny zejména při snaze o stanovení celkových nákladů spojených s erozí půdy.

Také náklady nepřímých dopadů (*off-site effects*) půdní eroze jsou odhadovány různými postupy. Vzhledem ke skutečnosti, že jeden z hlavních negativních efektů půdní eroze je spojen se sedimentací, zaměřují se analýzy (s využitím modelu USLE) na vyčíslení zvýšených nákladů na výrobu elektrické energie v důsledku sníženého hydroenergetického potenciálu přehrad a zvýšených nákladů na čištění vody v důsledku znečištění vodních toků a nádrží (12). Nepřímé efekty mohou být odhadovány také na základě nákladů vynaložených na odstraňování sedimentů z vodních toků, cest a nádrží od sedimentů (například formou bagrování koryt vodních toků či rybníků). Jiná metoda odvozuje náklady půdní eroze z rostoucích cen zemědělských komodit, které mohou vyústit až v makroekonomickou nestabilitu. Ze studií, které se zaměřují na přímé i nepřímé efekty půdní eroze, vyplývá, že náklady nepřímých dopadů jsou vyšší než přímé náklady vznikající v místě zasaženém půdní erozí. Například výzkum

Tab. 1. Cukrová řepa a ekosystémové služby dle klasifikace TEEB

Ekosystémová služba	Typ služby	Poskytuje	Vyžaduje
Potraviny Nerostné suroviny Sladká voda Léčiva a suroviny pro jejich výrobu	ZÁSOBOVACÍ	ANO — — ANO	— — ANO —
Lokální klima a kvalita ovzduší Sekvestrace a ukládání uhlíku Zmírňování dopadů živelných událostí Ošetření odpadních vod Prevence eroze a zachování úrodnosti půd Opylování Biologická kontrola	REGULAČNÍ	— ANO — — ANO — —	ANO ANO ANO ANO ANO — —
Habitat pro rostliny a živočichy Zachování genetické diversity	PODPŮRNÉ	ANO —	ANO —
Rekreace a psychické i fyzické zdraví Turismus Estetika a inspirace pro kulturu a design Duchovní rozměr a genius loci	KULTURNÍ	— — ANO —	— — — —

PIMENTALA ET AL. (13) odhadl celkové průměrné náklady půdní eroze v USA za rok na 44 mld. USD. Při disagregaci dat zjistíme, horní hranice nákladů přímých dopadů půdní eroze dosahuje 20 mld. USD, zatímco u nepřímých nákladů je to až 37 mld. USD.

Přestože metod zaměřených na evaluaci přímých i nepřímých ztrát zemědělské produkce zapříčiněných erozí půdy je celá řada, jejich relevance pro odhad nákladů půdní eroze spojené s pěstováním cukrové řepy je omezená. To je dáno rozdílnými geografickými oblastmi, měřítka a plodinami, se kterými se ve studiích pracuje. Z dostupných zahraničních studií se na vyčíslení erozních ztrát způsobených pěstováním cukrové řepy (a řepky olejné) zaměřuje pouze výzkum RIKSENA A GRAAFFA z roku 2001 (14), který proběhl ve 4 členských zemích EU. Autoři operují s poklesem zemědělské produktivity v důsledku větrné eroze a docházejí k odhadu ztrát ve výši přibližně 60,36 USD.ha<sup>-1</sup> za rok. Z uvedeného přehledu je zřejmé, že vyčíslení ztrát způsobených erozí a narušením úrodnosti půdy je v případě cukrové řepy v podmínkách České republiky obtížné. Přesné údaje by vyžadovaly nákladný terénní výzkum. Pokud je však naším cílem získat alespoň přibližné údaje o ztrátách vyplývajících z eroze při pěstování cukrovky, je možné vycházet z metodiky vyvinuté Iowa State University (15). Tato metodika umožňuje stanovit jak přímé ztráty dopadající na pěstitele, tak ztráty nepřímé vyplývající pro celou společnost. Přímé náklady jsou vyčísleny jako hodnota ztracených živin na tunu erodované půdy, které jsou odhadovány na 1,05 kg dusíku a 0,45 kg fosforu na 1 t erodované půdy. Omezení pro naše potřeby vyplývá z faktu, že se jedná o geograficky odlišnou lokalitu, nicméně klimatické charakteristiky nejsou výrazně odlišné od podmínek ve střední Evropě. Z uvedeného přehledu vyplývá, že potenciální ztráty vyplývající z nedostatečného do-  
držování půdoochranných technologií mohou být signifikantní.



Jednou z možností posílení ekosystémových služeb cukrové řepy představuje její pěstování v režimu ekologického zemědělství. Počátky ekologického pěstování cukrovky lze vysledovat v Německu a Rakousku, v České republice se experimentálním pěstováním řepy krmné a řepy cukrovky zabývala Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze (16). Přínosem z pohledu životního prostředí je vyloučení aplikace pesticidů a také vyloučení většiny rychle působících průmyslových hnojiv a jejich nahrazení statkovými a organickými hnojivy. Ochrana půdy může být posílena v závislosti na půdním druhu také bezorebními způsoby pěstování (17). Pěstování cukrovky při dodržování přísných pravidel ekologického zemědělství má také problematické stránky v podobě technologicky složité a nákladné likvidace plevelů a zajištění a úpravy osiva pro ekologický způsob pěstování. Přes zmíněné překážky je ekologické zemědělství pro řepářství a cukrovarnictví perspektivní. Příležitost představuje stoupající poptávka po bioproduktech, na kterou již dokázal zareagovat první český výrobce řepného biocukru, firma Moravskoslezské cukrovary, a. s. Přestože není realistické očekávat v České republice masovou produkci biocukrovky, komerční ekologické pěstování cukrové řepy představuje zajímavý a inspirativní doplněk konvenční produkce. Dosud je však veškerá surovina pro výrobu biocukru v České republice dovážena od rakouských pěstitelů.

### Souhrn

Článek se zaměřuje na koncept ekosystémových služeb z pohledu cukrové řepy. V úvodu je představen koncept ekosystémových služeb jako takový a dále je cukrovka hodnocena z hlediska významnosti poskytování nebo vyžadování jednotlivých ekosystémových služeb. V další části je hlouběji analyzována regulační ekosystémová služba, prevence eroze a zachování úrodnosti půd.

**Klíčová slova:** cukrová řepa, ekosystémové služby, eroze, půda.

### Literatura

1. Ekosystémy a kvalita lidského života: Rámec pro hodnocení. *Millennium Ecosystem Assessment*. Praha: MŽP, 2003. 31 s.
2. MACHAR, I.; DROBILOVÁ, L.: *Ochrana přírody a krajiny v České republice; sv. I. a II.* Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, 853 s., ISBN 978-80-244-3041-6.
3. *Situační a výhledová zpráva. Cukr – cukrová řepa 2015.* Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2015. 43 s., ISBN 978-80-7434-237-0.
4. MARADA, P. ET AL.: Řepa cukrová a její využití v rámci agroenvironmentálních opatření. *Listy cukrov. řepář.*, 128, 2012 (9–10), s. 284–287.
5. BUČEK, A.; MACHAR, I.: Application of Landscape Ecology in the Assessment of Anthropogenic Impacts of the Landscape. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, 153 s., ISBN 978-80-244-3093-5.
6. PIMENTEL, D.; KOUNANG, N.: Ecology of Soil Erosion in Ecosystems. *Ecosystems*, 1, 1998, s. 416–426.
7. Machar, I.: *Conservation and Management of Floodplain Forests in the Protected Landscape Area Litovelske Pomoravi (Czech Republic)*. Introduction. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009, s. 7–108, ISBN 978-80-244-2355-5.
8. KILLÁNOVÁ, H. ET AL.: Analysis of the Evolution of the Floodplain Forests in the Alluvium of the Morava River. In *12<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference, SGEM 2012, IV*, 2012, s. 1–8, ISSN 1314-2704.
9. WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D.: *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. Washington: USDA, 1978, 58 s.
10. HAIN, L.: Assessing the costs of land degradation: a case study for the Puentes catchment, southeast Spain. *Land Degradation & Development*, 18, 2007 (6), s. 631–642.
11. CROSSON, P.: Soil erosion estimates and costs. *Science*, 269, 1995, s. 461–464.
12. MACHAR, I.: Changes in Ecological Stability and Biodiversity in a Floodplain Landscape. In *Applying landscape ecology in conservation and management of the floodplain forests (Czech Republic)*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2012, s. 73–87. ISBN 978-80-244-2997-7.
13. PIMENTEL, D. ET AL.: Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267, 1995, s. 1117–1123.
14. RIKSEN, M. J. P. M.; GRAAFF, J.: On-site and off-site effects of wind erosion on European light soils. *Land Degradation and Development*, 12, 2001, s. 1–11.
15. *The Cost of Soil Erosion*. Ames: Iowa State University, 2013, 4 s.
16. PULKRÁBEK, J. ET AL.: Ekologická pěstební technologie řepy cukrové. *Listy cukrov. řepář.*, 126, 2010 (3), s. 84–87.
17. SMRČEK, L., BITTNER, V.: *Eroze půdy a cukrovka: Erozní ohroženost půd a půdoochranné technologie pěstování cukrovky*. Slavkov: Maribo Seed ČR, 2012, 20 s., ISBN 978-80-260-1289-4.

### Pavlík P., Opršal Z.: Ecosystem Services and Sugar Beet

The article focuses on the concept of ecosystem services from the perspective of sugar beet. First, the concept of ecosystem services is introduced and then the sugar beet relevance for particular ecosystem services is analyzed. Second, the regulation ecosystem service, erosion prevention and maintenance of soil fertility, is analyzed in more detail.

**Key words:** sugar beet, ecosystem services, erosion, soil.

### Kontaktní adresa – Contact address:

Mgr. Petr Pavlík, Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra rozvojových studií Přírodovědecké fakulty, 17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc, e-mail: petr.pavlik@upol.cz