

# Biopaliva nebo potraviny?

**Nadpis tohoto příspěvku jsem si vypůjčil z obálky letošního 1. čísla zpravodaje světoznámé zemědělské univerzity ve Wageningenu (Nizozemí). Podobná spojení jsou však dnes velmi četná v mnoha dalších vědeckých i popularizujících článcích. Vzhledem k tomu, že intenzivní formy rostlinné produkce vyžadují vysoké dávky dodatkové energie, lze si jen obtížně představit, že při klesající dostupnosti fosilních paliv bude možno zajistit nejen další nezbytný růst rostlinné produkce, ale ještě odnímat nemalý podíl biomasy na produkci biopaliv.**

## Petrochemické zemědělství

Během 2. poloviny 20. stol. se podařilo zabezpečit růst produkce potravin rychlostí srovnatelnou s rychlostí růstu lidské populace. Vysokých výnosů polních plodin se však dlouhodobě dosahuje jen proto, že se podporují výraznými dávkami dodatkové energie, tedy obecně agrochemikáliemi (hnojiva, herbicidy, pesticidy) a mechanizací přípravy půdy, ošetřováním porostu, sklizně a posklizňových úprav. Zdrojem této dodatkové energie jsou téměř výhradně fosilní paliva. Kolik energie z fosilních paliv je třeba? Ve sklizeném produktu rostlin se fixuje určité množství prakticky jen sluneční energie. V intenzivním zemědělství – a jiné není a nebude schopno uživit lidstvo – je poměr sklizené sluneční energie k vkládané fosilní asi 2 : 1, přičemž ani u obilnin není výjimkou 1 : 1. To znamená, že vysokých výnosů vyjádřených např. množstvím fixované energie slunečního záření se dosahuje tak, že téměř srovnatelné množství energie z fosilních paliv se musí dodat.

Tato energeticky velmi náročná forma je charakteristická pro intenzivní formy současného „petrochemického zemědělství“. Naopak vysoká účinnost využití dodatkové fosilní energie je charakteristická pro primitivní zemědělství s nízkými vstupy, které však má jedinou nevýhodu – nízké výnosy.

Nyní tedy moje triviální úvaha. Stávající spíše nedostatečná globální produkce potravin vyžaduje velké energetické vstupy zajišťované fosilními palivy. Protože ropy a zemního plynu jsme už možná vyčerpali téměř polovinu dostupných zásob, nebudou časem k dispozici ani pro zajištění produkce polních plodin. Ale v plánech už počítáme s odnímáním další biomasy rostlin, abychom jimi nahradili část ubývající fosilních paliv. Není v takovém plánu zásadní logická chyba nezávisle na biologických či energetických podrobnostech?

## Biopaliva z biomasy rostlin

V r. 2000 činil podíl biomasy asi 7 % celkové světové spotřeby energie, přičemž ta ve formě dřeva představuje nejvýznamnější zdroj energie v mnoha rozvojových zemích. Ve vyspělých zemích jsou v sou-

časnosti hlavními formami biopaliv etanol a bionafta.

Obecně lze jako biopaliva a bioenergie charakterizovat všechny formy, které využívají nefosilní biologickou hmotu. Jde tedy o široké spektrum od palivového dříví přes etanol z kukuřice nebo cukrové třtiny až po metan ze skládek odpadu. V budoucnu by to mohl být také vodík produkovaný řasami nebo sinicemi při fotosyntetické fixaci sluneční energie.

Celková primární produkce rostlin na Zemi odpovídá asi 114 miliardám tun uhlíku s celkem srovnatelným podílem pevnin a oceánů. Z toho roční produkce zemědělských plodin činí asi 7 miliard tun, tedy o něco méně, než odpovídá roční produkci uhlíku ze spalování fosilních paliv (7,7 miliardy tun C). Také srovnatelnost emisí z fosilních paliv s fixací zemědělskými plodinami sama o sobě naznačuje obtížnost možné náhrady části fosilních paliv biopalivy.

C. B. Field a kol. (2007) to ilustrují na příkladu produkce etanolu z kukuřice. Podle jejich údajů by využití stávající celkové produkce kukuřice (asi 700 milionů tun) na produkci etanolu dnešními technologiemi nahradilo pouhých 6 % paliv potřebných na pohon dopravních prostředků. Ale nejen to: 80–90 % energie z takto získaného etanolu by se muselo použít na samotné vypěstování a sklizeň kukuřice i jejího následného zpracování na etanol. Autoři sarkasticky poznamenávají, že využití kukuřice k produkci etanolu de facto znamená pohánět automobily uhlím a zemním plynem.

Mnohem výhodnější je energetická bilance při výrobě etanolu z cukrové třtiny, kdy jsou zdrojem tepla pro destilaci všechny nadzemní části rostlin. Přesto by však využití doslova veškeré produkce kukuřice, cukrové třtiny, sóji a palmy olejové na produkci kapalných paliv poskytlo energii odpovídající asi 3 % energie získávané dnes z fosilních paliv. Tento podíl se snížil na 1,2 % po odečtení energie potřebné na vypěstování a zpracování uvedené biomasy.

Otázka z nadpisu tohoto příspěvku má ovšem mnoho aspektů. Jedním z nich je ovlivnění cen potravin a následně pak další tlak na odlesňování. Již stávající možnost využití některých potravin (kukuřice,

sója) k subvencované produkci biopaliv zvyšuje ceny potravin, což se projevuje na světovém trhu, takže autoři upozorňují na negativní dopad především na chudé tohoto světa.

Jistě nelze opomíjet možnost rozšiřování ploch energetických plodin do méně vhodných lokalit. Např. rozloha degradovaných půd se odhaduje na 500 milionů hektarů. Možná primární produkce biomasy na takové ploše by mohla zajistit výrobu etanolu odpovídající 2–35 % globální potřeby energie. Široký rozsah tohoto odhadu upozorňuje na mnohé nevyjasněné otázky začínající např. vyšší produkce biomasy na takových pozemcích a konče technologickým i znalostním zázemím. Roční produkce biomasy na 1 hektaru se pohybuje v rozmezí 2–25 tun C. Ty nejvyšší hodnoty jsou odvozeny většinou jen z polních pokusů za optimálních podmínek výživy, zásobení vodou apod. Za předpokladu, že výnosy plodin v průběhu dalších 30 let dále porostou, mohly by dosáhnout průměrné roční hodnoty dosažované přírodními ekosystémy, tedy kolem 6,1 t C na 1 hektar. Jenže takový scénář zákonitě musí počítat s asi pětinašobným nárůstem zavlažovaných ploch. Také aplikace minerálních hnojiv by se musely zvýšit přibližně o 35 %. A znovu nemůžeme pominout ani energetickou nákladnost výroby samotných minerálních hnojiv, ani další potřeby již dnes nedostatkové vody.

Globálně činí roční primární produkce biomasy na území dostupném pro energetické plodiny asi 1,2 milionu tun uhlíku. Z toho lze předpokládat, že asi polovinu činí nadzemní, a tedy pro sklizeň dostupná biomasa, jejíž energetická hodnota odpovídá 20 kJ na 1 g suché hmotnosti. Pak by potenciálně veškerá využitelná energie v této biomase činila 27 EJ (E, exa = 10<sup>18</sup>), což odpovídá asi 5 % z 483 EJ globální spotřeby energie v r. 2005.

## Biopaliva z reziduí plodin

V řadě případů se počítá také s využíváním těch částí rostlin, které nejsou předmětem hlavního hospodářského produktu, tedy tzv. odpadu či reziduí. Roční produkce reziduí polních plodin se odhaduje na 4 miliardy tun (4 Pg neboli 4 × 10<sup>15</sup> g), přičemž více než polovinu tvoří sláma obilnin (Lal 2006). Průměrná produkce etanolu z rostlinných zbytků činí 0,3 litru na 1 kg. To znamená, že z uvedeného množství rostlinného odpadu by se mohlo získat více než 1 bilion litrů biopaliva. V takto jednoduchém a nereálném přepočtu dostaneme úctyhodné číslo podporující představu o nadějném způsobu náhrady fosilních paliv. Ale zase je třeba vzít na vědomí, že především označení odpad naprosto neodpovídá významu oněch reziduí.

Odpad, tedy ty části rostlin, které nepředstavují hlavní hospodářský výnos, byl využíván doslova od doby, kdy lidé začali rostliny cílevědomě pěstovat. Slámu, větve, suché listy, vymlácené klasy atp. používali k topení i jako konstrukční materiál. Dodnes se odhaduje, že asi pro 2,5 miliardy lidí je hlavním zdrojem energie v domácnosti biomasa.

Ponechání zbytků rostlin po sklizni hlavního produktu na poli má mnohočetné pozitivní účinky na fyzikální (struktura,

propustnost, infiltrace vody), chemické (iontová výměnná kapacita, menší ztráty živin aj.) i biologické (vyšší obsah organické hmoty, větší biodiverzita) vlastnosti půdy (Lal 2006).

Pokud nechceme, aby se původní úrodná půda změnila jen v substrát mechanicky zajišťující upevnění pěstovaných rostlin, obdobně jako v případech různých forem zahradnických hydroponií (písek, keramzit apod.), pak musí na poli zůstat nebo se na ně vracet nemalé množství rostlinných reziduí, protože činnost půdních organismů potřebuje zdroje energie a látek.

### Využití biopaliv a emise CO<sub>2</sub>

Je obecně známo, že spálením rostlinné biomasy se do ovzduší uvolní přesně tolik CO<sub>2</sub>, kolik se tohoto plynu pohltilo při růstu rostliny, tedy při tvorbě biomasy. Ale to neznamená, že by přechod na biopaliva adekvátně snížil veškerou produkci CO<sub>2</sub>, která je dnes spojena s využíváním fosilních paliv. Jsou pro to alespoň dva důvody. Produkce plodin vyžaduje fosilní energii dodávanou ve formě minerálních hnojiv, mechanizace apod. V mnoha případech se předpokládá pěstování energetických plodin v nových oblastech, kde likvidace porostu a pravděpodobný pokles uhlíku v půdě znamená další produkci CO<sub>2</sub>.

Právě snížení emisí oxidu uhličitého je jedním z argumentů pro náhradu části fosilních paliv biopalivy. Z podrobného rozboru J. Fargioneho a kol. (2008) však vyplývá, že zavedení kultivace energetických paliv může způsobit, že po řadu desetiletí budou emise CO<sub>2</sub> spojené s takovým pře-

chodem vyšší než snížení emisí z ušetřených fosilních paliv. Je to další podstatný prvek, který by se měl brát v úvahu.

### Trvalé změny potravní pyramidy?

Rostliny po mnoho milionů let využívaly sluneční energii pro tvorbu energeticky bohatých látek, a to nejen pro svou vlastní potřebu, ale prakticky pro všechny heterotrofní organismy na Zemi. Navíc ještě v dlouhém geologickém období se „nespotřebované“ přebytky ukládaly a ve formě fosilních paliv se staly nenahraditelnou podmínkou rozvoje lidských civilizací. Mezi ostatními heterotrofními organismy se rostlinnou biomasou – přímo nebo zprostředkovaně v ulovených zvířatech – živily také miliony lidí. Teprve když se z milionů staly miliardy, lidstvo začalo z přírody odnímat mnohem více, než odpovídá nejvyšší trofické úrovni všežravců na vrcholu potravní pyramidy. Toto odnímání, které dnes dosahuje asi plnou třetinu primární rostlinné produkce na Zemi (Haberl a kol. 2007), má mnoho forem: od potravin a krmiv přes zdroje surovin až k přeměně velkých ploch pevnin. Je snad zcela triviální poznatek, že takové změny se zákonitě musejí promítnout v celém fungování přírody.

Ale uvedu ještě jiný zcela konkrétní příklad, který je nám geograficky i ekonomikou hodně blízký. Velmi podrobnou analýzu publikovali totiž M. Giampietro a S. Ulgiati (2005) a závěry aplikovali na podmínky Itálie, kde roční spotřeba energie vztažená na jednoho obyvatele činí 121 GJ. Pokud by tato energie měla pocházet z bio-

masy, bylo by třeba 470 milionů hektarů půdy, což asi 31× přesahuje výměru orné půdy v Itálii. Dále by se muselo brát v úvahu i to, že Itálie je dnes dovozcem masa a obilí, takže si nestačí sama vyprodukovat ani tyto potraviny. Takový závěr platí nejen pro polní plodiny, ale také pro několikasetleté lesní plantáže, kde je čistá výťažnost ještě nižší. Práce italských autorů zdaleka není proklamativní, ale poskytuje velmi přesné kvantitativní výpočty. S trochou nadsázky bych doporučil, aby se s touto či podobnou analýzou povinně seznámil každý, kdo se podílí na rozhodování o podílu biopaliv na zajištění budoucích potřeb energie.

Většina prací věnovaných biopalivům považuje tuto alternativu získávání energie za možnou a potřebnou. Mohou se tak decentralizovaně zajistit energetické zdroje na odlehlých lokalitách nebo na území dosud málo zemědělsky využívaném. Z rozborů však téměř jednoznačně zaznívá varování před škodlivými důsledky nereálně stanovených a slibovaných možností energetických plodin.

Shrnutí: Odčerpávání biomasy rostlin jediným druhem – člověkem – už nyní ohrožuje další fungování ekosystémů. Přitom současná produkce plodin je dosažitelná jen s vysokými vklady fosilních paliv. Více cílené produkce plodin s postupně se snižující podporou fosilních paliv a naopak se zvýšeným odběrem biomasy pro biopaliva při současné vyšší produkci potravin se vymyká představě většiny autorů, kteří rostlinám a jejich skutečnému významu pro lidstvo rozumějí.