

BILANCE P V ROSTLINNÉ PRODUKCI V ČR (The Balance of P in the Crop Production in the CR)

Jan Klír, Jana Wollnerová

Crop Research Institute, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně, Czech Republic,
klir@vurv.cz; wollnerova@vurv.cz

Abstract

The phosphorus balance is an appropriate tool for verifying the correctness of nutrient management in agriculture. With the intentions of the minimum law, the phosphorus content on some parcels with a low supply of accessible P already determines the crop yields. Although the national P balance is balanced or slightly negative with year-on-year fluctuations, phosphorus needs to be replaced in greater quantities than are taken up on more than half of utilized agricultural area.

Key words: phosphorus; nutrient balance; crop production

Nejen dusík (N), ale i fosfor (P) jsou klíčovými prvky pro pěstování rostlin. Trvalý deficit těchto živin může z dlouhodobého hlediska vést k degradaci půdy. Pokud jsou však N a P trvale aplikovány nadměrně, mohou způsobit znečištění povrchových a podzemních vod (včetně pitné vody) i eutrofizaci [1].

Fosfor, na rozdíl od dusíku není součástí globálního ekologického cyklu; značné množství fosforu (řádově v rozsahu odběru P rostlinami) se ztrácí erozí půdy a končí v oceánských sedimentech. K recyklaci z oceánských sedimentů dochází v období milionů let. Globální cyklus fosforu má čtyři hlavní složky:

- i) tektonický vzestup a expozice fosfor obsahujících hornin silám zvětrání,
- ii) fyzikální eroze a chemické zvětrání hornin tvořících půdu a uvolňujících rozpuštěný a partikulární (nerozpuštěný) fosfor do řek,
- iii) říční transport fosforu do jezer a oceánů a
- iv) sedimentace fosforu ve spojení s organickými a minerálními látkami.

Celý globální cyklus znovu začíná vzestupem sedimentů do režimu zvětrávání. Pro zemědělství je důležitý cyklus fosforu v půdě [2]. Hrubá bilance živin (Gross Nutrient Balance) podle metodiky EUROSTAT/OECD poskytuje přehled o souvislostech mezi používáním živin v zemědělství, jejich ztrátami do životního prostředí a udržitelným využíváním živin v půdě, včetně trendů v průběhu času. Sestává z bilance dusíku a bilance fosforu a měla by být ukazatelem potenciální hrozby přebytku nebo nedostatku dvou důležitých půdních a rostlinných živin v zemědělství [1].

Bilance fosforu odhaduje přebytek fosforu, který indikuje celkové potenciální riziko fosforu ze zemědělství pro životní prostředí (vyplavování nebo povrchový smyv do vod) a rovněž akumulaci fosforu v půdě. Přetrvávající deficit fosforu

naznačuje potenciální riziko poklesu úrodnosti půdy. Je důležité si uvědomit, že výsledek bilance fosforu může znamenat pouze potenciální riziko pro životní prostředí. Skutečné riziko vyplavování a povrchového smyvu fosforu do vod nebo změn půdních zásob fosforu závisí na mnoha faktorech, jako jsou povětrnostní podmínky, vlastnosti půdy, postupy zemědělského hospodaření atd. Ne všechny tyto faktory jsou v odhadu bilance fosforu brány v úvahu, proto je vyvíjen doplňkový ukazatel na podporu hodnocení bilance fosforu - zranitelnost vůči vyplavování nebo povrchovému smyvu fosforu [2].

K bilanci fosforu podle metodiky OECD (nově EUROSTAT/OECD) se v roce 2008 kriticky vyjádřili čeští odborníci: vědecky a odborně nepodložené, a tím nereálné propočty jsou klamné, a nevyjadřují skutečný stav v bilanci fosforu v malém koloběhu látek, snadno mohou vést k uspokojení a klamání zemědělců, majitelů pozemků i veřejnosti o skutečném stavu, dají se přirovnat k utopickým představám o „perpetuu mobile“, nahrávají také všem možným naivním, populistickým a neseriózním zprávám o nutnosti omezení hnojení a o jeho škodlivosti, včetně přísunu Cd do půdy [3].

Bilance OECD/EUROSTAT je však i nadále používána, data se například využívají k vytvoření indikátorů bilance živin, a to v následujících sadách [1]:

- agroenvironmentální ukazatele EU,
- kontextové ukazatele společné zemědělské politiky EU,
- evropské ukazatele cílů udržitelného rozvoje,
- ukazatel 7. evropského akčního programu pro životní prostředí.

Navíc, výsledky bilance dusíku a fosforu podle metodiky OECD/EUROSTAT byly zařazeny mezi významné ukazatele pro cíle Zelené dohody, stanovené ve strategii „od zemědělce ke spotřebiteli“ (kontextový ukazatel SZP C.40 Kvalita vody). V oblasti nakládání se živinami jsou to celkem tři ukazatele [4]:

- hrubá bilance dusíku v kilogramech na hektar využívané zemědělské plochy (referenční období 2012–2014),
- podíl monitorovacích stanic podzemních vod, s koncentrací dusičnanů větší než 50 mg.l⁻¹ (referenční období 2012–2015),
- hrubá bilance fosforu (v českém překladu přílohy dokumentu chybně uvedeno opět „dusíku“) v kilogramech na hektar využívané zemědělské plochy (referenční období 2012–2014).

Je totiž důležité si uvědomit, pro jaké účely slouží různé typy výpočtů bilance. Hrubá bilance živin podle metodiky OECD/EUROSTAT je bilancí celostátní nebo regionální. Pro účely hodnocení hospodaření se živinami v zemědělském závodě je používána bilance faremní nebo zjednodušená bilance povrchová [5], kterou lze rovněž použít na úrovni pozemků, pak ale za delší časové období, např. osevní postup. Hlavní rozdíl je v tom, že na celostátní / regionální úrovni se používají vstupy živin ve statkových hnojivech vyjádřené v exkrementech. Tím se eliminuje možný problém s určením podílu technologií ustájení hospodářských zvířat (s použitím slámy ke stlání x bez použití slámy ke stlání), a to u různých druhů a kategorií hospodářských zvířat. Stejně tak neexistuje statistika o sklizni /

zapravení slámy. Při tomto postupu se tedy sláma použitá ke stlaní nehodnotí na straně výstupů ani vstupů, neboť se, stejně jako sláma přímo zapravená na pozemku zase navrácí zpět do půdy. Pokud by se pro určité území odhadly výše uvedené podíly technologií a tato sláma se započítala ve výstupech i vstupech (ve formě hnoje), vstupy i výstupy by se sice zvýšily o několik kg P.ha⁻¹, ale bilanční rozdíl by zůstal stejný.

Důležitá je rovněž interpretace výsledků různých bilancí. Podstatou bilancí je výpočet rozdílu mezi měřitelnými vstupy a výstupy živin do a z půdy. Bilančním rozdílem je buď přebytek, nebo nedostatek. Na rozdíl od dusíku je přebytek fosforu akumulován v půdě, v případě mírného přebytku na úrovni jednotek kg P.ha⁻¹ a na půdách s nižší zásobou přístupného P i bez většího rizika. Bilanční nedostatek však již signalizuje určitý problém – ochuzování půdy o fosfor. Bilance jsou tedy pouze orientační a jejich výsledky nelze, zvláště na úrovni zemědělského závodu nebo pozemku hodnotit bez znalostí o stavu zásob přístupných živin v půdě, jejich poměru, rozdělení v různých vrstvách ornice, účinnosti vstupů apod. [5]. Např. při vysokých zásobách přístupného fosforu nebo draslíku v půdě lze hospodařit i několik let se zápornou bilancí uvedených živin. Velmi vysoký obsah je nadměrný, další zvyšování tohoto obsahu je nevhodné z ekologického hlediska a hnojení příslušnou živinou je nepřijatelné [6]. K tomu je třeba poznamenat, že dlouhodobá akumulace fosforu v půdě představuje větší skutečné riziko pro životní prostředí než množství ročně aplikovaného fosforu nebo hodnota přebytku současné roční bilance [2].

Pokud se pro bilance na různých úrovních používají stejné koeficienty a zdroje dat, nemohou být výsledky v rozporu. Oficiální údaj o spotřebě minerálních hnojiv publikuje MZe v každoroční zprávě o stavu zemědělství ČR („Zelená zpráva“) [7]. Z hlediska spotřeby dusíku a fosforu jsou data předávána prostřednictvím ČSÚ do EUROSTATu, kde jsou využívána k výpočtu bilancí N a P (v přepočtu na využívanou zemědělskou půdu a z oxidu P₂O₅ na prvek P). Další položkou na straně vstupů je produkce fosforu v exkrementech hospodářských zvířat, vypočítaná v bilanci na základě údajů o počtech hospodářských zvířat dle statistiky ČSÚ [8] a koeficientů exkrece fosforu (Pex rate), odvozených z hodnot produkce statkových hnojiv a obsahu fosforu uvedených ve vyhlášce č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv [9]. Tato vyhláška byla v roce 2021 novelizována vyhláškou č. 392/2021 Sb., s účinností změn od 1. listopadu 2021. Jedná se např. o snížení přívodu živin v digestátu a ve statkových hnojivech od prasat, kdy nové koeficienty již zohledňují spotřebu tzv. redukováného krmiva, které snižuje množství dusíku a fosforu v exkrementech prasat. Produkce fosforu do bilance OECD/EUROSTAT – v přepočtu na jeden kus se vypočítá vynásobením množství produkované kejdy „normativním“ obsahem fosforu a následným přepočtem z roční produkce na jednu dobytčí jednotku na produkci na jeden kus. Koeficient pro převod z oxidové formy (P₂O₅) na obsah v prvcích (P) je 0,436. Výsledkem výpočtu je celková produkce fosforu v exkrementech všech druhů a kategorií hospodářských

zvířat v České republice. Avšak pro bilancování na úrovni zemědělského závodu se již použijí údaje o skutečně aplikovaných statkových hnojivech (hnůj, kejda apod.).

Množství dusíku v exkrementech využívaných pro účely produkce kompostů nebo produkce bioplynu je však od celkové produkce fosforu v exkrementech nakonec odečteno. Přívod fosforu do půdy v organických, příp. organominerálních hnojivech (digestát, kompost, výpalky, ...) a v upravených kalech je další položkou bilančních vstupů, která je již stejná pro bilanci na úrovni státu i zemědělského závodu.

Podle metodiky ÚKZÚZ [10] je vhodné pro detailnější posouzení používaných dávek hnojiv a případnou korekci hnojení každoročně zpracovat bilanci přísunu a odběru dusíku, za delší časové období fosforu a draslíku. Bilance živin definuje konkrétně měřitelné zatížení půdy pocházející ze zemědělské výroby. Bilance musí obsahovat minimálně údaje o přísunu živin z hnojiv a upravených kalů a o odběru živin sklizní, vypočteného podle průměrně dosahovaného výnosu. Bilanční přístup je rovněž využitelný při stanovení dávek fosforu, na základě údajů o obsahu přístupného fosforu zjištěných při agrochemickém zkoušení zemědělských půd [6]. Při dobré zásobenosti (kategorie D) se jedná o příznivý obsah přístupného P, jehož udržení je potřeba zajistit nahrazovacím hnojením, tedy dodávat fosfor podle odběrových normativů. Při vyhovující zásobenosti (kategorie VH) je potřeba mírného dosycení (vypočtená dávka + 20–30 %) a v případě nízkého obsahu (kategorie N) je potřeba většího dosycení (vypočtená dávka + 50 %).

Průměrná zásoba přístupného fosforu v orné půdě ČR činí podle výsledků agrochemického zkoušení zemědělských půd 91 mg.kg^{-1} , a stav je od období 2003–2009 poměrně vyrovnaný. V předchozím období zkoušení 1999–2003 byl obsah 97 mg.kg^{-1} [6, 11]. Výsledek bilančního výpočtu (tabulka I) vykazuje ztrátu, tedy nenahrazené odčerpání z půdy ve výši téměř 48 tis. t fosforu, celkem za 20 let (2001–2020). V průměru činí roční pokles $0,7 \text{ kg P.ha}^{-1}$ využívané zemědělské půdy, což za 20 let představuje 14 kg P.ha^{-1} . To by odpovídalo celkovému poklesu obsahu fosforu téměř o 5 mg P.kg^{-1} zeminy. Pokud se tento pokles neprojevuje v obsahu přístupného, převážně minerálního fosforu, dochází zřejmě k poklesu obsahu i organického fosforu [1].

V průměru ČR je bilance P vyrovnaná nebo lehce záporná, s meziročním kolísáním, kdy se mění jak vstupy v minerálních hnojivech (podle ekonomické situace a ceny hnojiv), tak i hodnoty odběru (podle dosahovaných výnosů). Větším problémem zůstává prohlubující se nevyrovnanost mezi regiony i zemědělskými závody. Zemědělská půda s nízkou zásobou fosforu, která potřebuje intenzivní hnojení, představuje více než 25,2 % výměry zemědělské půdy ČR. Vyhovující zásoba, která také potřebuje mírné dosycení touto živinou, zahrnuje dalších 27,4 % výměry. Hnojit a zvýšit obsah fosforu by tedy potřebovalo 52,6 % výměry zemědělské půdy ČR. Podíl orných půd s nízkým obsahem fosforu je zastoupen z 26,7 %. V regionech byl zjištěn největší podíl

ploch s nízkým obsahem fosforu v Plzeňském kraji (40,9 %), Praze (39,7 %) a Karlovarském kraji (35,5 %) [11].

I. Průměrná roční bilance fosforu za ČR, podle metodiky OECD/EUROSTAT

Bilanční položky (kg P.ha ⁻¹ využívané zemědělské půdy)	2001– 2005	2006– 2010	2011– 2015	2016– 2020
Vstupy	13,8	12,6	12,7	14,0
Hnojiva, upravené kaly	6,1	5,6	6,9	8,3
Minerální hnojiva	5,8	5,1	5,4	6,4
Organická hnojiva, upravené kaly	0,3	0,4	1,4	1,9
Vstup v exkrementech hospodářských zvířat	7,4	6,7	5,5	5,4
<i>Produkce P celkem, z toho</i>	7,4	6,8	6,2	6,3
<i>skot</i>	3,5	3,4	3,4	3,5
<i>prasata</i>	2,2	1,7	1,2	1,1
<i>ovce, kozy</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>drůbež</i>	1,6	1,6	1,4	1,5
<i>ostatní</i>	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Odpočet P (výroba organických hnojiv)</i>	0,0	-0,1	-0,7	-0,9
Osivo, sadba	0,3	0,3	0,3	0,3
Výstupy	12,5	13,3	15,2	15,0
Plodiny na orné půdě (hlavní produkt)	8,7	9,6	10,8	10,6
Obilniny	6,4	6,8	7,4	7,3
Luskoviny	0,1	0,1	0,1	0,1
Okopaniny	0,4	0,4	0,4	0,4
Ostatní (olejniny, ovoce, zelenina, ...)	1,8	2,4	2,8	2,8
Pícniny	3,5	3,5	4,1	4,0
Pícniny na standardní orné půdě	2,1	1,9	2,2	2,3
Dočasné a trvalé travní porosty	1,3	1,6	1,9	1,7
Sklizená sláma (mimo stelivové)	0,3	0,3	0,3	0,3
Bilanční přebytek / nedostatek	1,3	-0,7	-2,5	-0,9
Využívaná zemědělská půda (tis. ha)	3 768	3 594	3 517	3 520

Závěr

Situace v hospodaření s fosforem v českém zemědělství není příznivá. Zejména z ekonomických důvodů je spotřeba fosforu v minerálních hnojivech v poměru k dusíku nízká. Prohlubují se rozdíly ve způsobu hospodaření a obsahu přístupného fosforu mezi regiony, zemědělskými závody i pozemky. I když celostátní bilance vychází s meziročními výkyvy jako vyrovnaná, příp. lehce

záporná, je třeba na více než polovině výměry zemědělské půdy navracet fosfor ve větším množství, než je jeho čerpání. Na úrovni zemědělského závodu, příp. farem, středisek či osevních sledů je vhodné každoročně počítat orientační bilanci hlavních živin. V případě fosforu je to důležité nejen k jeho povaze jako živiny, která již na některých pozemcích s nízkou zásobou přístupného P rozhoduje o výnosech, ale i vzhledem k dlouhému, šestiletému cyklu agrochemického zkoušení zemědělských půd.

Poděkování

Výsledek byl zpracován v rámci projektu QK21020155 *Nástroj pro hospodaření se živinami a organickými látkami i za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0418.*

Literatura

- [1] *Gross nutrient balance (Data, Explanatory text)*. EUROSTAT, 2021, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/AEI_PR_GNB/default/table?lang=en
https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/aei_pr_gnb_esms.htm
- [2] A. M. Kremer, *Methodology and Handbook Eurostat/OECD Nutrient Budgets*. 2013, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/aei_pr_gnb_esms_an1.pdf
- [3] V. Vaněk *et al.*, in *Reasonable Use of Fertilizers*, Vol. 14, ČZU, 2008.
- [4] *Doporučení členskými státy ohledně jejich strategického plánu pro společnou zemědělskou politiku (dokument + příloha)*. Evropská komise. 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52020DC0846>
- [5] J. Klír *et J. Wollnerová*. *Bilancování dusíku v roce 2021*. Software, VÚRV, 2021, <https://www.vurv.cz/2021/10/07/bilance-dusiku-za-hospodarsky-rok-2020-2021/>
- [6] V. Klement *et al.*, *Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice*. ÚKZÚZ, 2012.
- [7] *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2020*. MZe, 2021 (*a zprávy za předchozí roky*), <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/zelene-zpravy/>
- [8] *Veřejná databáze ČSÚ*, https://www.czso.cz/csu/czso/zemedelstvi_zem
- [9] *Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv*.
- [10] K. Trávník *et al.*, *Metodický návod pro hnojení plodin*, ÚKZÚZ, 2020.
- [11] *Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2015–2020*, ÚKZÚZ, 2021.