**Možnosti využití odpadních vod pro závlahu**

Hubačíková, V.

**Úvod**

Nedostatek pitné vody v zemědělství, zejména ve střední Evropě a ve středomořských oblastech umožnuje hledat alternativní vodní zdroje a zavlažovací možnosti k udržení produkce potravin. Tento fakt je uveden v rámcové směrnici o evropských vodách (ES, 2000). Příčiny nedostatku vody jsou kombinací několika problémů: neefektivní sítě pro rozvod vody, žádný nouzový plán, který by čelil klesajícím srážkám a základní infrastruktuře, špatné čištění odpadních vod, zhoršování životního prostředí a změnám klimatu (FAO, 2016). Voda je životně důležitým zdrojem, ale ve většině zemí středomořského regionu je její množství velmi omezené. Proto v těchto zemích rychle roste zájem o opětovné využití odpadních vod pro zavlažování. Postupy při zavlažování s vyčištěnými komunálními odpadními vodami jsou považovány za šetrné k životnímu prostředí než přímé vypouštění těchto vody do povrchových nebo podzemních. Mimo to je odpadní voda cenným zdrojem rostlinných živin a organických látek potřebných k udržení úrovně úrodnosti a produktivity půdy. Na druhé straně může odpadní voda obsahovat nežádoucí chemické složky a patogeny, které mají negativní dopad na životní prostředí a zdraví. V důsledku toho by nesprávná závlaha odpadními vodami způsobovala ekologické problémy v ekosystému a především zdravotní problémy lidem. Mnoho vědeckých týmů a pracovišť světa se zabývá problematikou závlah odpadními vodami v různých podmínkách i na různých plodinách a průběžně tak přinášení nové poznatky.

Dlouhodobý vliv zavlažování odpadních vod pícnin na parametry kvality půdy a rostlin

Pro testování dlouhodobého účinku na pícniny a půdu při zavlažování odpadní vodou, byly vybrány a odebírány vzorky, kde toto zavlažování probíhalo po dobu 10, 5 a 2 let. Pro odběr vzorků bylo každé místo rozděleno do tří bloků a z každého bloku byl odebrán kompozitní vzorek půdy z hloubky půdy 0–20, 20–40 a 40–60 cm. Odebrané vzorky půdy byly usušeny na vzduchu, rozemleté a poté proseté, aby prošly sítem 2 mm, poté byly analyzovány na chemické a fyzikální vlastnosti.

Odpadní voda, která by použita na závlahu obsahovala značné množství dusičnanů, fosfátů a draslíku, které jsou považovány za základní živiny pro zlepšení růstu rostlin a úrodnosti půdy. V průměru byla odpadní voda alkalická se hodnotou pH 7,3 a měla střední hodnotu celkových rozpuštěných pevných látek 952 mg.l-1. Na druhé straně byly koncentrace mikroživin a těžkých kovů v odpadních vodách relativně nízké a splňovaly normy pro opětovné použití odpadních vod pro závlahu. Vzhledem k tomu, že při nepřetržitém využívání odpadních vod k závlaze by se tyto kovy mohly akumulovat v půdě a rostlinách, mělo by být jejich pravidelné monitorování důležitou součástí při nakládání s odpadními vodami. Během výzkumu byla sledována sanilita půdy (EC), která se výrazně projevila u vzorku, který by odebrán po 10 letech závlahy odpadní vodou. Dále byl prokázán vyšší výskyt soli v hlubších vrstvách půdy. Protože jsou tyto soli rozpustné ve vodě, mělo by se při zavlažování odpadních vod zvážit jejich vyluhování pod kořenovými systémy s vyluhovatelnou frakcí míry zavlažování. V opačném případě bude mít nepřetržité hromadění solí v ornici nepříznivý vliv na aktivitu půdních mikroorganismů, růst rostlin a produktivitu půdy.

Zavlažování odpadní vodou se tak výrazně zvýšil obsah N, P a K v půdě. Tento nárůst byl nejvyšší v horní půdě (0–20 cm) a po delší dobu aplikace odpadních vod. Nejvyšší hodnota salinity půdy, měřená jako elektrická vodivost, byla pozorována u 10 let zavlažování odpadními vodami s tendencí být vyšší po delší dobou zavlažování. Kromě toho se soli nahromadily více v hlubších vrstvách půdy kvůli vyluhování rozpustných solí do hlubších půd. Organický obsah živin se významně zvýšil aplikací závlahy odpadními vodami a prodloužením doby aplikace, což je přímo přisuzováno obsahu živin a organických sloučenin v použité odpadní vodě.

Reakce stopových prvků (Zn, Fe a Mn) nebyla obecně konzistentní. Bylo možné pozorovat, že tyto mikroživiny, které jsou vázány v půdě, měly sklon se hromadit v ornici. Obsah Cu a Zn v půdě se významně akumuloval v horních (25–30 cm) vrstvách se závlahou odpadní vodou.

Při dlouhodobém zavlažování odpadní vody (80 let) Christina Siebe zjistila, že obsah Cu, Zn, Mn a Fe v půdě byl po 80 letech zvýšen, ve srovnání s půdou zavlažovanou povrchovou vodou. Na druhé straně Mohammad a Mazahreh uvedli, že koncentrace Pb a Cd v půdě nebyly při závlaze odpadními vodami významně ovlivněny. Je třeba zmínit, že špatné řízení závlahy odpadní vodou, zejména při dlouhodobé aplikaci, může vést k problémům s toxicitou těžkých kovů a vysoké úrovni akumulace živin a ke zhoršení parametrů kvality půdy a plodin. Akumulace mikronutrientů a těžkých kovů z aplikace odpadních vod by mohla být způsobena přímo složením odpadních vod nebo nepřímo zvýšením rozpustnosti původních nerozpustných těžkých kovů v půdě v důsledku chelatačního nebo acidifikačního působení použité odpadní vody.

Pšenice zavlažovaná odpadní vodou produkovala vyšší rostliny, více hlav na jednotku plochy, těžší semena, měla vyšší výnosy než pšenice pěstovaná pouze se závlahou povrchové vody. Toto zvýšení se přičítá dusíku a fosforu jako přidané hodnotě v odpadní vodě. Nejvyšší biomasa byla produkována v půdě pod 5 let při roční aplikaci odpadních vod. Delší období aplikace odpadních vod (10 let) však vedlo ke snížení produkce biomasy. Akumulace solí a některých živin a těžkých kovů, kde byly jejich úrovně nejvyšší po 10 letech zavlažování odpadní vodou, mohla také způsobit snížení rostlinné biomasy. Hussain a Al-Saati zjistili, že úroda pšenice a ječmene klesala zavlažováním odpadní vodou.

Parametry kvality půdy a plodin byly významně ovlivněny dlouhodobým zavlažováním odpadními vodami. To je určeno především závlahovým systémem a složením odpadních vod. Kromě toho může kontinuální zavlažování odpadní vodou vést k hromadění solí, rostlinných živin a těžkých kovů nad úroveň tolerance plodin. Proto jsou tyto obavy nezbytnou součástí jakéhokoli managementu při řešení závlahy odpadní vodou. Na druhé straně lze růst rostlin, úrodnost půdy a produktivitu zlepšit řádným řízením závlahy odpadní vodou, a to prostřednictvím zvyšování úrovně živin rostlin a organických látek v půdě. Na základě těchto výsledků lze dospět k závěru, že k zajištění úspěšného, bezpečného a dlouhodobého opětovného použití odpadních vod k zavlažování je nutné pravidelné sledování úrodnosti a kvalitativních parametrů půdy.

Účinky zavlažování odpadních vod na vlastnosti půdy, výnos plodiny a životní prostředí

Experiment byl prováděn po dobu jednoho roku a plodiny byly zavlažovány odpadní vodou a čistou vodou a nechaly se růst až do zralosti. Meteorologie studované oblasti naznačila teplotní rozmezí od 10–28,6 ◦C do 30,7–44,5 ◦C v zimě a v létě s ročními srážkami 1145 mm a vlhkostí od 10 do 88 %. Půda na experimentálním místě měla texturu třídy 57,43 % jílu, 19,25 % bahna, 14,90 % jemného písku a 8,46 % hrubého písku.

Pro experiment byly odebrány čtyři vzorky vody - dva z komunálních odpadních vod Maharajbagu, Nagpur (Indie) další dvě byly odebrány z podzemní vody (studniční voda). Vzorky z komunálních odpadních vod byly během studovaného období v roce 2005 odebrány dvakrát před zásobením a po sklizni polních plodin. Následně byla provedena analýza v laboratoři na jejich fyzikálně-chemické parametry.

Z hlediska vzorkování bylo odebráno sedm vzorků půdy. Před začátkem terénního experimentu byly odebrány dva vzorky z kompozitního půdního povrchu (0-15 cm) a dalších pět vzorků půdy bylo odebráno po sklizni plodin. Shromážděné vzorky půdy byly sušeny na vzduchu, rozemleté tak, aby prošly sítem 2 mm a před analýzou byly uloženy v plastových lahvích.

Experimentální půda se značným množství smektitových jílových minerálů, byla zařazena do třídy textur jílu. Obsah uhličitanu vápenatého v půdě byl mírně vápnitý (3,34 %). Zavlažování splaškovými odpadními vodami nemělo žádný významný účinek na hlinitou půdu z hlediska fyzikálních vlastností půdy. Bylo zjištěno, že pH půdy před výsevem je 7,6, což je v zemědělské půdě nejžádanější. Na poli zavlažované odpadní vodou bylo zjištěno, že hodnota pH půdního extraktu před výsevem mírně klesla, ze 7,9 na rozmezí 7,52–7,63 po sklizni.

Organický uhlík v závlaze odpadní vodou se zvýšil z 5,0 g kg-1 na 5,59–5,90. To ukazuje, že zavlažování odpadními vodami pomáhá zlepšit úrodnost půdy po sklizni plodin. Obsah organického uhlíku v rostlinách zavlažovaných odpadními vodami jako je pšenice, byl zvýšený více než u rostlin zavlažovaných studniční vodou.

Použití odpadních vod k závlaze příznivě ovlivnilo rostlinnou výrobu. Mezi plodinami zaznamenala pšenice nejvyšší výnos obilí (17,37 q ha − 1) při závlaze odpadní vodou než výnos (13,18 q ha − 1) při závlaze vodou ze studní.

Použití odpadní vody k zavlažování získalo velký význam po celém světě kvůli omezeným vodním zdrojům a nákladnému čištění odpadních vod před vypouštěním do vod povrchových či podpovrchových. Pokud je k dispozici půda s vhodnou topografií, charakteristikami půdy a drenážemi, může být odpadní voda dobře využita jako zdroj závlahové vody a živin. Odpadní voda obsahuje velké množství organických látek, živin a některých těžkých kovů, které jsou toxické pro rostliny nad určitou hranici. Různé studie potvrzují, že screening odpadních vod se ukázal jako nejlepší pro fyzikální úpravu redukce těžkých kovů (Panicker,1995). Aplikace odpadní vody zvýšila výnos plodin ve srovnání se závlahou studniční vodou; zvyšuje také celkový obsah N, P, K a organického uhlíku v půdě. Na druhé straně může dlouhodobé používání závlahy odpadní vodou pro rostlinnou výrobu vést ke koncentracím, které se mohou stát fytotoxickými (Ghafoor,1999). Většina druhů plodin a zeleniny pěstovaných v půdách znečištěnými kovy je nepoužitelná, protože by mohlo docházet ke vstřebávání těchto kovů. Půda může hromadit kovy v takovém množství, že může způsobit klinické problémy jak pro zvířata, tak pro lidi, kteří konzumují tyto rostliny.

**Literatura:**

ARAR, A., 1994, *Water management and conservation measures under semi-arid and arid conditions*, in: Optimization of Water in Agriculture, Proceedings of the Regional Seminar; Amman, Jordan, 21–24 Nov., p. 177.

MOHAMMAD, M. J., HINNAWI, S., ROUSAN, L., 2007, *Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters,* [Desalination](https://www.sciencedirect.com/science/journal/00119164), Elsevier, Volume 215, Issues 1–3, 143-152, https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.10.032

SINGH, P.K., DESHBHATAR, P.B., RAMTEKE, D.S., 2012, *Effects of sewage wastewater irrigation on soil properties, crop yield and environment* Agricultural Water Management, Elsevier, 103, pp 100– 104

MOHAMMAD, M. J., MAZAHREH, N., 2003*, Changes in soil fertility parameters in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater,* Comm. Soil Sci. Plant Anal., 34, pp 1281–1294.

WEBER, B., AVINMELECH, Y., JUANICO, M., 1996, *Salt enrichment of municipal sewage — new prevention approaches in Israel*, Environ. Manag., 20, pp 487–495.

PAPADOPOULOS, I., 1995, Wastewater management for agriculture protection in the Near East Region, Technical Bulletin, FAO, Regional Office for the Near East, Cairo, Egypt.

MOHAMMAD, M. J., AVADI, M., 2004, Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater, J. Pl. Nutr., 27, pp 351–365.

GARCIA, C., HERNANDEZ, I., 1996, Influence of salinity on the biological and biochemical activity of a calciorthird soil, Plant Soil., 178, pp 255–263.

LAWES, S.,1993, Analysis of heavy metal-contaminated soil and anaerobically digested sewage sludge, B.Sc. Thesis, Department of Agricultural Chemistry and Soil Science, University of Sydney.

HUSSAIN, G., AL-SAATI, A.J., 1999, *Wastewater quality and its reuse in agriculture in Saudi Arabia, Desalination*, 123, pp 241–251.

Panicker, P.V.R.C., 1995. Recycling of human waste in agriculture. In: Tandon, H.L.S. (Ed.), Recycling of waste in agriculture. Fert. Dev Consultation organization, New Delhi India, pp. 68–90.

GHAFOOR, A., AHMED, S., QADIR, M., HUSSAIN, S.I., MURTAZ, G., 1999. Formation and leachingof lead species from a sandy loam alluvial soil as related to pH and Cl:SO4 ratio of leachates. J. Agric. Res. 30, 391–401.

**Klíčová slova:** salinita, mikronutrienty, živiny**,** organické látky

**Zpracovala:** Věra Hubačíková, Mendelova univerzita v Brně, verah@mendelu.cz