

THE EVALUATION OF THE POPLAR BIOMASS GROWTH AFTER TWO YEARS APPLICATION OF THE SEWAGE TREATMENT PLANTS SLUDGE

HODNOCENÍ NÁRŮSTU BIOMASY TOPOLŮ PO DVOULETÉ APLIKACI ČISTÍRENSKÝCH KALŮ

Hýblerová K., Filip J.

Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: kristynahyblerova@volny.cz

ABSTRACT

Agricultural utilization of the sewage treatment plants sludge is nowadays in many countries considered to be both the most rational and cheapest solution for handling with them. It causes to make a use of the sludge fertilization value, nutrients and organic substances recyculation. In this work the sludge's fertilization effect have been used on the plantations of the short rotation energy woody species, in this case poplars. The soil has been enriched with important macrobiogenic elements by using this method. And these nutritious conditions was positively reflected in the height of poplars, which increased by 26,29-98,84 %. Thus we can say, that on the base of two years results the use of stabilised, hygienic nonoffending sewage treatment plants sludges on the plantations of energy wood seems to be worth doing.

Keywords: sludge, energy, poplar, biomass

ABSTRAKT

V současné době je v mnoha zemích zemědělské využití čistírenských kalů pokládáno za nejrationálnější a zároveň nejlevnější řešení, dochází zde k využití hnojivé hodnoty kalu, recyklaci živin a organických látek. V této práci byly hnojivé vlastnosti kalů využity na energetických plantážích dřevin, topolů. Půda byla tímto způsobem obohacena o důležité makrobiogenní prvky. A tento výživný stav se následně pozitivně odrazil v nárůstu výšky topolů o 26,29 – 98,84%. Můžeme tedy říci, že na základě dvouletých výsledků se jeví jako opodstatněné používání stabilizovaných, hygienicky nezávadných čistírenských kalů na plantážích energetických dřevin.

Klíčová slova: čistírenské kaly, energie, topoly, biomasa

ÚVOD

Pěstování topolů intenzivním způsobem je praktika stará téměř dvě století. Touto činností se zabývali především zemědělci ve státech jihozápadní a jižní Evropy, kde byla topolová kultura zařazena do agrotechnických postupů jako zemědělská plodina. V tomto směru jsou snad neznámější

topolové lignikultury v Itálii v Pádské nížině. Zde také vlastně pojem lignikultura vznikl a bylo jím označováno výhradně topolové hospodářství. V poslední době z rozvojem intenzivního pěstování i jiných dřevin je tento pojem používán obecně (Čížek, 1999).

V celém světě vzrůstá snaha o využívání nejrůznějších druhů odpadů a vedlejších produktů z nejrůznějších průmyslových a zemědělských činností a odpadů z domácností. V oblasti kalů z ČOV je velká možnost využívání těchto druhů odpadů nejen v zemědělské výrobě, ale i pro biologické rekultivace (Zimová, 2003).

V zemích EU je v současnosti již využíváno cca 40 – 45% čistírenských kalů, z nichž většina z tohoto množství je využívána v zemědělství. Zbývající část kalů je ukládána na skládky (30 – 35%), 15 – 20% se spaluje a 5 – 10% se využívá jinak (zejména ve stavebnictví) (Michalová, 2003).

Produkce kalů z ČOV v České republice je v příštích letech odhadována na 200 až 300 kt sušiny za rok. Kaly jsou v současné době v největší míře sládkovány (50 – 55%), následuje jejich recyklace s převážným využitím v zemědělství (35 – 40%), spalování (5 – 10%) a jiné využití (1 – 5%). Předpokládá se, že během následujících pěti let se podíl sládkovaných kalů sníží na 35 – 40% a naopak vzroste množství recyklovaných, spalovaných a jinak využívaných kalů (Růžek, Kusá, Hrazdira, 1998).

Víme tedy již, jakým způsobem se dají čistírenské kaly využívat. Ale jaké je vlastně složení kalů? Kal je suspenze pevných a koloidních částic organických a anorganických látek ve vodě. Obsahuje:

- netoxické organické látky, až 60% v sušině a dále sloučeniny dusíku a fosforu;
- toxické látky:
 - těžké kovy: Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg, As, (konc. 1 až 1000 mg/l)
 - PCB, PAU, dioxiny, pesticidy, alkylsulfofenoly, polyfenoly;
- mikroorganismy z čistírenského procesu a jiné včetně patogenních;
- anorganické sloučeniny křemíku, hliníku, železa, vápníku, hořčíku, aj.;
- vodu (Dorhányos, 2004).

U dávek kalů se musí vždy ověřit, zda nejsou překročeny limity pro sledované prvky (vyhl. 382/2001 Sb.).

Cílem této práce bylo využít hnojivých účinků čistírenských kalů na plantážích energetických dřevin, topolů, zlepšit výživný stav půdy a získat tak větší množství biomasy pro energetické využití.

METODIKA

Experiment byl založen formou polního pokusu, a to v roce 2003 na pozemku v katastrálním území Bystřice nad Pernštejnem, část Domanínek (ca 45 km SZ od Brna), Českomoravská vysočina. Nadmořská výška je 560 m. Jedná se o bývalé experimentální plochy ÚKZUZ Brno. Půdu můžeme charakterizovat jako hlinitopísčitou, z hlediska půdního typu jako kyselá kambizem (Trnka, 2003). Agrochemické vlastnosti zeminy před založením pokusu uvádí tab. 1.

Tab.1: Agrochemická charakteristika zeminy v mg.kg^{-1} dle Mehlich III (11.4.2003)

pH/KCl	P	K	Ca	Mg
6,52	122	181	2040	150
slabě kyselá	vysoký	dobrá	dobrá	dobrá

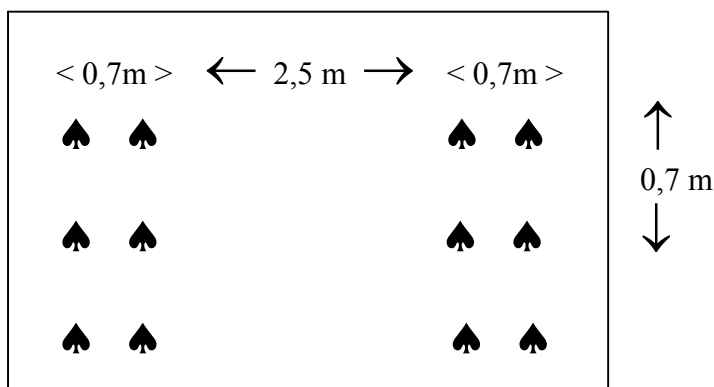
Stanovení pH bylo provedeno potenciometricky. Přístupné živiny v půdě (P, K, Ca, Mg) byly stanoveny extrakčním roztokem Melich III a vlastní stanovení proběhlo pomocí ICP–OES.

Obsah stanovených přístupných živin byl s výjimkou fosforu na úrovni dobré, což znamená, že je nezbytné dále hnojit na úroveň odběrového normativu kultur. Půdní reakce (pH) byla na hranici slabě kyselé až neutrální. Obsah dusíku minerálního v půdě ($N_{\min}$) se pohyboval na úrovni $8,42 \text{ mg.kg}^{-1}$, což odpovídá ca 38 kg N.ha^{-1} . Podle metodiky ÚKZUZ lze tento obsah hodnotit jako nízký.

Na plantáži dvouletých topolů byla vytyčena pokusná plocha, na které byl pokus založen ve třech variantách, a to kontrolní varianta (104 stromů), aplikace kalu 1x ročně (101 stromů) a aplikace kalu 2x ročně (102 stromů). Pokusné schéma a počet pokusných stromů vycházelo z doporučení odborníků Lesnické fakulty MZLU v Brně za pomoci programu G POWER.

Jedná se již 4-leté stromy. Výsadba proběhla v roce 2001, a to ve formě dvojřádky, ve sponu $0,7 \times 0,7 \text{ m}$.

Obr. 1: Tvar výsadby



Vypočtená aplikovaná dávka čerstvých kalů vycházela z jejich chemického složení (obsah sušiny a dusíku, viz. tab.2) a na základě konzultace s odborníky z Ústavu agrochemie a výživy rostlin AF MZLU v Brně byla doporučena dávka $5 \text{ t sušiny . ha}^{-1}$ při $200 \text{ kg N . ha}^{-1}$.

Tab. 2: Chemická analýza čistírenských kalů (v sušině)

	pH	% Na	% K	% Ca	% Mg	% P	% N	mg/kg Cu	mg/kg Zn	mg/kg Cd	mg/kg Ni	mg/kg Pb	mg/kg Cr	mg/kg Hg	mg/kg As	% sušiny
Limitní hodnoty								500	2500	5	100	200	200	4	30	
4.2.2003	7,4	0,15	0,34	1,43	0,38	1,842	3,26	205	1018	2,3	44	72,3	33	3,18	3,05	3,84
9.7.2003	6,9	0,12	0,45	2,72	0,37	1,74	2,82	144	980	2,09	35,4	41,3	33,9	2,69	8,13	5,99

Použité čistírenské kaly byly podrobeny dvakrát ročně analýzám, jejichž výsledky jsou soustředěny v tab. 3 včetně limitních hodnot dle vyhlášky 382/2001 Sb. U žádného z cizorodých prvků (Cd, Pb, Hg,...) nebyl překročen povolený limit dle výše uvedené vyhlášky.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Topoly se vyznačují dlouhou vegetační dobou a hlubším, mohutnějším kořenovým systémem, který zaručuje vyšší účinnost utilizace živin z odpadních produktů (Nielsen, 1994). Podle Moudrého a Strašila (1998) odčerpají rychlerostoucí dřeviny v době vegetace značnou část živin. Plantáže přihnojujeme nejméně jednou za dva roky z jara nebo na podzim. Na základě provedených analýz půdy po aplikaci kalů z podzimu roku 2003 (tab. 3) můžeme konstatovat, že obsah dusíku minerálního v půdě ($N_{\min}$) na kontrolní, kaly nehnojené variantě (var.1), nepatrně poklesl, zatímco u obou variant hnojených kaly (var. 2 a 3) došlo k jeho nárůstu. Můžeme tedy předpokládat, že aplikace kalů výrazně přispěla ke zvýšení obsahu $N_{\min}$ v půdě a topoly byly dostatečně zásobeny tímto rozhodujícím makroelementem. Tento předpoklad zcela koresponduje s poznatky Bieleka (1998), který uvádí silnou korelační závislost mezi průměrným obsahem minerálního dusíku v půdě a hnojením.

Tab. 3 : Průměrný obsah dusíku po aplikaci kalů (mg.kg^{-1})

Živina	Varianta	Obsah živin v půdě na jaro 2003 (mg.kg^{-1})	Dávka živin v kalech po 1. aplikaci (mg.kg^{-1})	Dávka živin v kalech po 2. aplikaci (mg.kg^{-1})	Očekávaný obsah živin v půdě na podzim 2003 (mg.kg^{-1})	Skutečný obsah živin v půdě na podzim 2003 (mg.kg^{-1})
N	1	8,42	-	-	8,42	6,72
	2	8,42	4,27	-	12,69	12,99
	3	8,42	4,35	6,31	19,08	155,05

Obdobným výsledky u dusíku můžeme očekávat i pro rok 2004 (rozbory vzorků nejsou v současnosti v dispozici).

Vzniklý živinný režim půdy se následně pozitivně odrazil na výšce topolů. Se stupňující se aplikovanou dávkou kalů nastal v průběhu vegetace výrazný nárůst biomasy ze 200 cm na 466 cm u kontrolní varianty, ze 226 cm na 586 cm při jedné aplikaci kalů a ze 179 cm na 594 cm při dvojí aplikaci kalů (tab. 6).

Tab.4: Změna výšky topolů během roku 2003

Varianta	Výška topolů (cm)		Změna výšky	
	Jaro 2003	Podzim 2003	cm	rel. %
1	200	318	118	59.00
2	226	374	148	65.49
3	179	312	133	74.30

Tab.5: Změna výšky topolů během roku 2004

Varianta	Výška topolů (cm)		Změna výšky	
	Jaro 2004	Podzim 2004	cm	rel. %
1	326	466	140	42.94
2	401	586	185	46.13
3	369	594	215	60.98

Tab.6: Změna výšky topolů během dvou let (2003 – 2004)

Varianta	Výška topolů (cm)		Změna výšky	
	Jaro 2003	Podzim 2004	cm	rel. %
1	200	466	266	133.00
2	226	586	360	159.29
3	179	594	415	231.84

Uvedený nárůst biomasy koresponduje s výsledky Repshas et al. (1999), který uvádí pozitivní vliv na růst dřevin po aplikaci 45-135 t kalů na hektar. K podobným závěrům dospěl rovněž Tripepi et al. (1996), který zaznamenal po aplikaci 135 t kalů na ha nárůst výšky rostlin až o 40%.

U variant hnojených kaly byly rovněž zřetelné vizuální rozdíly v nárůstu velikosti listů topolů i jejich sytější zelené barvě oproti kontrolní variantě.



Obr.2: Foto listů z 1. 9. 2003 v pořadí Varianta 3, Varianta 1, Varianta 2

U rychlerostoucích dřevin působí fosfor a draslík příznivě na vyzrávání pletiv a dostatek těchto živin zajišťuje kvalitu rostlin. Naopak nadbytek dusíku může vést k nevyzrálости dřeva (Moudrý, Stražil 1998). Po aplikaci kalů do půdy došlo k jejímu obohacení o živiny, přičemž mezi jednotlivými

makrobiogenními prvky (N, P, K, Ca a Mg) byly rozdíly, které vycházely z jejich odlišného obsahu v samotných kalech a z aplikované dávky (var. 2 a 3) (zatím vycházíme z výsledků za rok 2003). K podobným závěrům dospěli Tomášková et al. (1997), kteří uvádí zvýšení obsahu N, P, K, Mg v půdě po aplikaci kalů. Je tedy předpoklad, že půda byla obohacena jak o živiny z aplikovaných kalů, tak o živiny uvolněné v procesu mineralizace organické hmoty. Na základě tohoto zjištění můžeme usuzovat, že kromě vybraných přístupných živin (P, K, Ca, Mg), byla půda po aplikaci kalů rovněž obohacena o mikrobiogenní prvky a organickou hmotu, což se pozitivně odrazilo v nárůstu biomasy topolů.

ZÁVĚR

Na základě dvouletých výsledků se jeví jako opodstatněné používání stabilizovaných, hygienicky nezávadných čistírenských kalů na plantážích energetických dřevin. Jejich aplikace se pozitivně odrazila v obohacení půdy o vybrané makrobiogenní prvky, z nichž dominoval dusík, a stupňované dávky kalů se tak podílely na vyšším vzrůstu topolů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Bielek, P., 1998: Dusík v polnohospodárskych pôdach Slovenska. Výzkumný ústav pôdnej úrodnosti Bratislava, 256 s.
- Dohányos, M., 2004: Strategie nakládání s čistírenskými kaly. In: Sborník z konference „ODPADY – LUHAČOVICE 2004“, Luhačovice, 21. – 23. 9. 2004, s. 160 – 168.
- Michalová, M., 2003: Kaly z ČOV. Odpadové Fórum 09/2003, CEMC, Praha 10, ISSN 1212-7779, s. 28.
- Moudrý, J., Stražil, Z., 1998: Energetické plodiny v ekologickém zemědělství. Spolek poradců v ekologickém zemědělství, Hradec Králové, 1998, 56 s.
- Nielsen KH., 1994: Environmental aspects of using waste water and sludges in energy forest cultivation. Biomass-and-Bioenergy, 6:1-2, 123-132.
- Repshas EA., Gradyatskas AA., Kubertavichene LV., Riepsas EA., Gradeckas AA., 1999: Effects of wastewater sludge fertilizers on the growth of biomass plantations on mineral soils. Lesovedenie, No. 2: 35-41.
- Růžek, P., Kusá, H., Hrazdira, J., 1998: Využití kalů z čistíren odpadních vod. Odpady 3/1998, ročník VIII., ECONOMIA, a.s., Praha 7, ISSN 1210-4922, s.10-11.
- Tomášková, D., Karban, Z., Frank, K., 1997: Zhodnocení zkušebního provozu využití stabilizovaných kalů z ČOV Plzeň v zemědělství. In: Sborník z mezinárodní konference „Kaly a odpady 97“, Brno, 22.-23.10.1997, s. 237-246.
- Tripepi RR., Zhang-XiaoGuang, Campbell AG., Zhang XG., 1996: Use of raw and composted paper sludge as a soil additive or mulch for cottonwood plants. Compost-Science-and-Utilization, 4:2, 26-36.
- Trnka, J., 2003: Obecná Agroekologická charakteristika lokality Domanínek. ZEMSERSVIS zkušební stanice Domanínek s. r. o., Bystřice nad Pernštejnem, 3 s.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

Zimová, M., 2003: Využití čistírenských kalů ve smyslu současné legislativy. Odpady 5/2003, ročník XIII, ECONOMIA,a.s., Praha 7, ISSN 1210-4922, s. 12 – 14.

Výsledky tohoto výzkumu jsou součástí výzkumného záměru MSM 432100001, který řeší AF MZLU v Brně.