Nové výsledky výzkumu závlah odpadními vodami lihovarů a drožďáren

663.551.6
663.55

II. část

Ing. KAREL STEHLÍK, CSc., Výzkumný ústav závlahového hospodářství Bratislava, Výzkumná báze Šmolovy

Klíčová slova: *drožďárna, odpadní voda, hořčice bílá, pěstování, výnos, vegetace, klíčivost, živiny, dusík, sodík, deficitní živina*

c) **Drožďárny.** Výsledky výzkumu závlahy odpadními vodami drožďárny Kolín shrnují *tab. 4, 5, 10* až *13* a *obr. 4b* a *5b* (Kvas. prům. 1986, č. 12) a *6. Tabulka 4* uvádí průměrné složení smíšených odpadních vod drožďárny Kolín. V porovnání s údaji zjištěnými jinde u nás a v PLR je podstatněji odlišné pouze vyšším obsahem K_2O, a to i v dílčích vodách. Jde o vody s několikanásobně menší koncentrací rozpuštěných látek než u odpadních vod průmyslových lihovarů. Přesto jsou to vody s převažujícím hnojivým účinkem, především obsahem draslu, méně již obsahem dusíku a zejména fosforu. Příznivý je nižší obsah síranů a některých specifických látek, což se projevuje menšími inhibičními účinky na organismy a rostliny v biologických testech (*tab. 5* a *10*). Ty se u smíšených vod projevují až při ředění menším (1 : 2) u dílčích vod 1 : 5.

Podobně příznivější účinky odpadních vod drožďárny Kolín se zjistily v porovnání s odpadními vodami lihovaru (a zejména výpalky) ve vegetačních nádobových pokusech s hořčicí bílou. Relativně největší výnos zelené hmoty (ZH) byl dosažen (při závlahovém množství $M_z = 20 - 120$ mm) v průměru při ředění 1 : 2 (*tab. 11*), v pokusu I a II při ředění 1 : 5, v pokusu III (následném na půdě po pokusu II) při ředění 1 : 2, v pokusu IV dokonce u varianty s neředěnou odpadní vodou. Podobně tomu bylo u výnosu suché hmoty (SH) v průměru při ředění 1 : 5 (*tab. 11*), v pokusech I až IV při ředění 1 : 5, 1 : 10, 1 : 2 a 1 : 5. Výsledky pokusu V s nejvyšším závlahovým množstvím M_z 120 mm nebyly jednoznačné, mj. i proto, že část porostu byla poškozena škůdci. Většinou (kromě pokusu V) se pozitivně ve vegetačních

Tabulka 10. Testy klíčivosti na hořčici bílé (Sinapis alba) — Přerovské s dílčími různě ředěnými odpadními vodami drožďárny Kolín (1982—83).

Ředění (datum testu)	Druh vody	$h + k$ (mm)	$h : k$	Energie klíčení (%)	Klíčivost (%)
Koncentrovaná (7.—14. 12. 82)	Kontrola	14,6	0,315	93,3	97,5
	Odseparovaná zápara	1,0	—	10,8	15,8
	1. prací voda	0,4	—	1,6	2,5
	2. prací voda	0,8	—	5,0	6,6
	3. prací voda	0,7	—	7,5	9,2
	Výpalky	0	—	0	0
Ředěná 1 : 1 (3.—10. 1. 83)	Kontrola	12,0	0,424	94,2	97,5
	Odseparovaná zápara	1,2	—	14,2	15,8
	1. prací voda	2,2	0,364	15,8	17,1
	2. prací voda	1,9	0,424	15,8	18,3
	3. prací voda	1,6	0,431	16,6	19,2
	Výpalky	1,8	0,446	14,2	16,7
Ředěná 1 : 5 25. 1.—1. 2. 83)	Kontrola	23,7	0,500	98,3	96,6
	Odseparovaná zápara	3,0	0,513	61,7	67,5
	1. prací voda	3,3	0,524	61,6	69,2
	2. prací voda	3,1	0,545	67,5	74,2
	3. prací voda	2,6	0,509	60,0	62,5
	Výpalky	2,1	0,514	63,3	66,6

Pozn.: 1) Ø ze 4 opakování, 2) h — délka hypokotylu, k — délka kořínku

Tabulka 11. Vliv závlahy odpadní vodou drožďárny Kolín na výnosy hořčice bílé (Sinapis alba) — Přerovské (Vegetační nádobové pokusy VÚZH, VP Šmolovy 1981—83).

Varianta		Závlahové množství M_z (mm) celkem	ČV	OV	n (počet závlahových dávek M_d)	Výška porostu (cm)	Výnos ZH g na nádobu	Výnos SH g na nádobu	Sušina (%)
Kontrola (0)	—	56	56	0	2—12	56,7	125,1	20,0	16,1
	Index	—	—	—	—	100,0	100,0	100,0	100,0
Smíšená koncentrovaná	—	56	0	56	2—12	62,3	133,0	21,1	15,8
	Index	—	—	—	—	109,9	106,3	105,6	98,1
Smíšená ředěná 1 : 2	—	56	28	28	2—12	62,6	138,5	22,3	16,1
	Index	—	—	—	—	110,5	110,7	111,5	100,0
Smíšená ředěná 1 : 5	—	56	44,8	11,2	2—12	62,1	137,3	22,5	16,2
	Index	—	—	—	—	109,6	109,8	112,4	100,7
Smíšená ředěná 1 : 10	—	56	50,4	5,6	2—12	61,8	129,3	21,8	16,8
	Index	—	—	—	—	109,0	103,4	109,1	104,3
Smíšená ředěná 1 : 25	—	56	53,76	2,24	2—12	60,2	125,7	21,0	16,6
	Index	—	—	—	—	106,2	100,5	105,0	103,1
Smíšená ředěná 1 : 50	—	56	54,88	1,12	2—12	64,0	130,2	20,9	16,1
	Index	—	—	—	—	112,9	104,1	104,5	100,0

Pozn.: 1) Průměr z pokusu I až V.

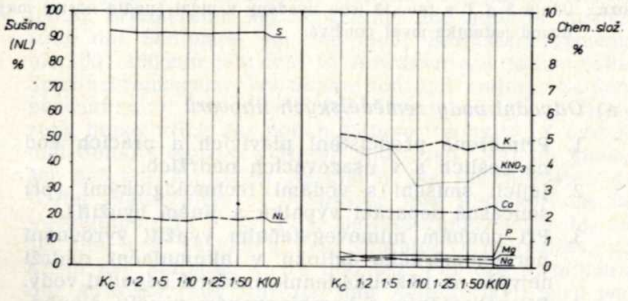
nádobových pokusech projevila v porovnání s kontrolou i koncentrovaná drožďárenská odpadní voda. Z *tab. 12* je zřejmé, že ve výnosu zelené a suché hmoty hořčice bílé se projevila i zřetelná závislost na závlahovém množství s optimem M_z 40—50 mm a zvýšeným výnosem v porovnání s kontrolou u více ředěných variant při M_z 120 mm.

Podstatně příznivější složení z hlediska závlah potvrdilo u odpadní vody drožďáren v porovnání s odpadní vodou průmyslových lihovarů i zhodnocení jejího vlivu na rostliny a půdu použitou při těchto vegetačních nádobových pokusech. Sušina rostlin, obsah dusíkatých látek, P, Ca a Mg se podstatněji nemění. Při vyšších koncentracích (malém ředění) mírně vzrůstá obsah K, výrazně obsah KNO_3 a Na (*obr. 6*). Vliv velikosti závlahového množství se však v použitých mezích 20—120 mm jen málo projevil. Vliv na půdu (*tab. 13, obr. 6, 4b* a *5b*

Tabulka 12. Výnosy hořčice bílé (Sinapis alba) — Přerovské ve vegetačním nádobovém pokusu v závislosti na závlahovém množství drožďárenské odpadní vody (VÚZH, VP Šmolovy 1981—83).

Pokus č.	Varianta	M_z odpadní vody (mm)	Výška (cm)	Výnos ZH g na nádobu	Výnos SH g na nádobu	Sušina (%)
IV	Čistá voda	—	59,0	126,3	25,8	20,4
	Odpadní voda[1])	20	68,8	141,8	27,6	19,5
	Index %	—	116,6	112,3	107,0	95,6
I	Čistá voda	—	76,8	165,5	21,5	13,0
	Odpadní voda[1])	40	77,3	175,5	26,0	14,9
	Index %	—	100,7	106,0	120,9	114,6
II	Čistá voda	—	54,0	117,8	23,8	20,1
	Odpadní voda[1])	50	65,1	125,4	25,6	20,5
	Index %	—	120,6	106,5	107,6	102,0
III	Čistá voda	—	47,8	98,3	13,8	14,1
	Odpadní voda[1])	50	51,2	114,4	15,2	13,3
	Index %	—	107,1	116,4	110,1	94,3
V	Čistá voda	—	45,8	117,8	15,3	13,0
	Odpadní voda[1])	120	48,5	104,5	13,7	13,2
	Index %	—	105,9	88,7	89,5	101,5

Pozn.: 1) Průměr variant s různým ředěním (koncentrace 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 25 a 1 : 50).
2) Průměry ze 4 opakování.
3) ZH — zelená hmota, SH — suchá hmota.
4) Index ve vztahu ke kontrole (100 %).
5) Písčitohlinité půdy.



Obr. 6. Vliv závlahy různě ředěnou odpadní vodou drožďárny Kolín na sušinu (S), obsah dusíkatých látek (NL) a chemické složení hořčice bílé (Průměr vegetačních nádobových pokusů I až V 1981—83; M_z = 20 až 120 mm; VÚZH, VP Šmolovy).

v č. 12/86) je u odpadních vod drožďáren zřetelně menší než u odpadních vod lihovarů: zřetelné, avšak podstatně mírnější zvýšení obsahu $K_{přij.}$ a Na u koncentrovaných a málo ředěných (1 : 2) odpadních vod, mírné zvýšení obsahu humusu při ředění větším (1 : 2), nevýrazné změny pH, v celkovém obsahu N a ve stupni sorpčního nasycení V, mírné snížení obsahu $P_{přij.}$ a $Mg_{přij.}$ bez zřetelné jednoznačné závislosti na stupni ředění odpadní vody a závlahovém množství.

Dosažené výsledky jsou v souladu s výzkumem IMUZ* Wroclav [1] a potvrzují použitelnost odpadních vod drožďáren k závlaze bez mimořádně náročných podmínek velkého ředění a bez většího nebezpečí nepříznivých vlivů na jakost plodin a půdu při dodržování přiměřených závlahových množství.

IMUZ — Instytut Melioracji i Użytków Zielonych

ZÁVĚR

Testy klíčivosti a vegetační nádobové pokusy s hořčicí bílou (Sinapis alba) — Přerovskou jsou (mj. pro své metodické výhody) všeobecně uznávaným a osvědčeným způsobem ověřování různých druhů vod (i odpadních vod) z hlediska jejich závlahového využití. Přestože dosažené výsledky budou vyžadovat ještě další hlubší a podrobnější ověření u širšího výběru plodin a v polních podmínkách, dávají dostatečnou představu o použitelnosti odpadních vod lihovarů a drožďáren k závlaze. Na základě uvedených šetření a s přihlédnutím k československým a zahraničním výzkumům a praktickým zkušenostem s obdobnými odpadními vodami lze proto dosažené výsledky shrnout takto:

Tabulka 13. Vliv závlahy odpadní vodou drožďárny Kolín na některé půdní charakteristiky při vegetačních nádobových pokusech s hořčicí bílou (VÚŽH, VP Šmolovy 1982—83).

Varianta		C_{ox} (%)	Humus (%)	pH/KCl	N_t (%)	$P_{přij.}$ (mg.kg^{-1})	$K_{přij.}$ (mg.kg^{-1})	$Mg_{přij.}$ (mg.kg^{-1})	Na/H_2O (mg.kg^{-1})	S mval . .100 g^{-1}	T mval . .100 g^{-1}	V (%)
Kontrola (0)	Ø	4,05	6,97	7,10	0,34	358,0	707,0	222,0	76	27,1	29,9	90,5
	Index	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Smíšená koncentrovaná	Ø	3,97	6,76	7,23	0,34	313,0	1271,3	215,3	136	29,6	31,8	92,6
	Index	98,0	97,0	101,8	100,0	87,4	179,8	97,0	178,8	109,2	106,4	102,3
Smíšená ředěná 1 : 2	Ø	4,04	6,97	7,18	0,35	356,0	1036,8	215,3	99	31,3	31,6	91,1
	Index	99,8	100,0	101,1	102,9	99,4	146,6	97,0	130,3	115,5	105,7	100,7
Smíšená ředěná 1 : 5	Ø	4,42	7,61	7,13	0,34	334,5	799,0	214,0	78	28,5	31,6	90,0
	Index	109,1	109,2	100,4	100,0	93,4	113,0	96,4	103,0	105,2	105,7	99,4
Smíšená ředěná 1 : 10	Ø	4,23	7,30	7,13	0,34	301,3	656,5	210,5	60	27,5	30,6	90,2
	Index	104,4	104,7	100,4	100,0	84,1	92,9	94,8	78,8	101,5	102,3	99,7
Smíšená ředěná 1 : 25	Ø	4,07	7,01	7,05	0,34	323,3	655,0	215,3	53	27,4	29,8	92,1
	Index	100,5	100,6	99,3	100,0	90,3	92,6	97,0	69,7	101,1	99,7	101,8
Smíšená ředěná 1 : 50	Ø	4,19	7,31	7,03	0,33	320,0	631,0	216,3	55	27,1	30,4	89,1
	Index	103,5	104,9	99,0	97,1	89,4	89,3	97,4	72,7	100,0	101,7	98,4

Pozn.: 1) Průměr z pokusu I až V.

C_{ox} je oxidovatelný uhlík, N_t — veškerý dusík, S — sušina, T — technologická odpadní voda, V — výpalky.

Pozn.: Údaje S a T v tab. 13 jsou uvedeny v mval (podle normy mají být v mmol) vzhledem k tomu, že v pedologické literatuře se dosud jednotka mval používá.

a) *Odpadní vody zemědělských lihovarů*

1. Přiměřené předčištění plavících a pracích vod na česlích a v usazovacích nádržích.
2. Jejich smíšení s vodami technologickými (při současné separaci výpalků a jiném využití).
3. Při pouhém mimovegetačním využití vyrovnání nerovnoměrného odtoku v akumulační nádrži nejvýše na několikadenní množství odpadní vody.
4. Při vegetačním a kombinovaném využití dlouhodobá akumulace ve stabilizační nádrži rybničního typu, nejlépe pro celoroční produkci odpadní vody.
5. Zajištění doplňkového zdroje čisté ředicí vody.
6. Závlahový režim mimovegetační, vegetační nebo kombinovaný s převažujícím hnojivým účinkem. Závlahová množství stanovená podle obsahu K by neměla při zavedené recirkulaci plavicích, pracích a chladicích vod překročit 100—150 mm za rok.

b) *Odpadní vody průmyslových lihovarů*

1. Separace a samostatné využití výpalků.
2. Dostatečné, asi 10násobné zředění smíšených odpadních vod (v oblastech s větší potřebou závlahy) nebo jejich částečné biologické vyčištění (ve vyšších polohách a oblastech humidnějších).
3. Přiměřené zatížení a opatrné dávkování půd odpadní vodou, úměrné obsahu živin (zejména K a N) i některých dalších látek (zejména Na), které by mohly nepříznivě ovlivnit jakost plodin a zasolovat půdy.
4. Dostatečná výměra pozemků, optimalizovaná vhodnou výpočetní metodou na základě převažujícího hnojivého nebo vláhového účinku a porovnání potřeby směrodatné živiny pro rostliny a jejího obsahu v odpadní vodě.
5. Zajištění zdroje ředicí a doplňkové závlahové vody.

c) *Odpadní vody drožďáren*

Testy klíčivosti a vegetačními nádobovými pokusy s hořčicí bílou (Sinapis alba) — Přerovskou byla potvrzena použitelnost smíšených drožďárenských odpadních vod k závlaze při ředění 1 : 2 až 1 : 5 a v závlahovém množství M_z do 100 mm bez zvláštních technických a jiných opatření. Pro efektivní využití těchto vod je však mj. žádoucí:

1. Dlouhodobá akumulace ve stabilizační nádrži rybničního typu pro část odpadních vod produkovaných v mimovegetačním období k využití ve vegetační době.
2. Přiměřené zatížení a opatrné dávkování zavlažovaných plodin a půd, úměrné obsahu živin, s vyrovnáním poměru deficitního P, Ca, a Mg.
3. Dostatečná výměra pozemků, optimalizovaná vhodnou výpočetní metodou na základě množství odpadních vod a převažujícího hnojivého účinku K v odpadní vodě v porovnání s jeho potřebou a využitelností rostlinami.
4. Zajištění zdroje ředicí a doplňkové závlahové vody.

Literatura

[1] KUTERA, J.: Wykorzystanie ścieków w rolnictwie. Warszawa 1978, s. 295—403

[2] MEINCK, F. -STOOF H. - KOHLSCHÜTTER, H.: Industrieabwässer, Stuttgart, 1968

[3] RÖTTGER, F. - BERTELMANN, A.: Wasser und Boden **12**, 1960, 9, s. 318

[4] SNAGLEWSKA-TOMCZYŃSKA J.: Pr. Inst. i Lab. Przem. Spoż., 1962, s. 1

[5] STEHLÍK, K.: Ověřování použitelnosti odpadních vod lihovaru s přidruženou výrobou suché bramborové kaše k závlaze. Studijní zpráva VÚZH Bratislava, 1980

[6] STEHLÍK, K. et al.: Závlahy průmyslovými a znečištěnými vodami. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu. VÚZH Bratislava, 1985

[7] STEHLÍK, K.: Zneškodňování a využití odpadních vod lihovarů a drožďáren závlahou. Kvas. prům. **27**, 1981, 11, s. 253

[8] SZEBELLÉDY, L.: Gegenwärtige Stand der Abwasserbewässerung in Ungarn. In: Abwasserbewässerungstagung Budapest, 1963, Vortr. 5/c, s. 1

[9] SZEBELLEDY L. - VERMES L.: Sostojanie naučno-issledovatelskich rabot i praktičeskoe primenenie orošenija stočnymi vodami v Vengerskoj narodnoj respublike. Mater. VI. meždunarodn. soveščanija, učonych soc. stran po ispolzovaniu stočnych vod v selskom chozjajstve, Moskva, 1972

[10] UGYRČINSKIJ, S. - JANETOV, D. - BRATOVANOV, B.: Sborník dokladov VI. meždunarodnogo soveščanija po ispolzovaniju stočnych vod v selskom chozjajstve. Kiev, 1970, s. 167

[11] GIESECKE, F.: Der Vegetationsversuch. 2. Der Gefässversuch und seine Technik Methodenbuch, Bd. IX, Radebeul und Berlin, 1954

[12] HOFMAN, P. et. al.: Jednotné metody chemických rozborů vod. SNTL, Praha, 1965

[13] HRAŠKO, J. et al.: Rozbory pôd, SVPL Bratislava, 1962

[14] MARVAN, P.: Výzkum přípustného zatížení toků (Toxicita nových látek). Závěrečná zpráva VÚV Brno, 1960

[15] SLÁDEČEK, V.: Vod. hosp. **11**, 1961, 9, s. 415

Lektoroval Ing. Jiří Uher, CSc.

Stehlík, K.: Nové výsledky výzkumu závlah odpadními vodami lihovarů a drožďáren. Kvas. prům. **32** a **33**, 1986—7, č. 12 a 1, s. 316—321, 11—13.

Testy klíčivosti a vegetačními nádobovými pokusy byla prokázána použitelnost k závlaze: a) smíšených odpadních vod zemědělských lihovarů při separaci a jiném využití výpalků, jakož i závlahovém množství do 100—150 mm ročně; b) odpadních vod průmyslových lihovarů při separaci a jiném využití výpalků, asi 10násobném ředění a dávkování uměrně vysokém obsahu živin (K a N) i některých dalších látek (Na) v odpadní vodě při současném vyrovnání poměru deficitních živin; c) odpadních vod drožďáren při ředění 1 : 2 až 1 : 5, závlahovém množství M_z do 100 mm a vyrovnání poměru živin, zejména deficitního P, Ca a Mg. Pro využití odpadních vod lihovarů a drožďáren je dále žádoucí zejména dlouhodobá akumulace části těchto vod produkovaných v zimním období a dostatečná výměra pozemků.

Стеглик, К.: Новые результаты исследования орошения сточной водой спиртовой и дрожжевой промышленности.
Kvas. prům., **32—33**, 1986—87, 12—1, s. 316—321, 11—13.

Испытание всхожести и вегетационные эксперименты (в сосудах) доказали применимость в целях орошения а) смешанных сточных вод сельскохозяйственных спиртозаводов при отделении и другом использовании барды, и также поливном количестве до 100—150 мм в год; б) сточных вод промышленных спиртозаводов при отделении и другом использовании барды, приблизительном десятикратном разбавлении и дозировании пропорционально высокому содержанию питательных веществ (калий, азот) и некоторых других веществ (натрий) в сточной воде при одновременном выравнивании соотношения дефицитных питательных веществ; в) сточных вод дрожжевых заводов при разбавлении 1 : 2 до 1 : 5, поливном количестве Мз до 100 мм и выравнивании соотношения питательных веществ, особенно дефицитного фосфора, кальция и магния. Для использования сточных вод спиртовых и дрожжевых заводов далее является требуемой особенно долговременное накопление части этих вод, полученной в зимний период, и достаточная площадь участков.

Stehlík, K.: New Results in Research of Irrigation by Waste Waters from Distilleries and Yeast Factories. Kvas. prům. **32—33**, 1986—87, No. 12—1, pp 316—321, 11—13.

Results of germination tests and growth experiments proved a possibility of the following applications of waste waters for the irrigation: a) mixed waste waters from agricultural distilleries after separation and other utilisation of distillery slops in an annual quantity up to 100—150 mm; b) waste waters from industrial distilleries after separation and other utilization of distillery slops at about ten times dilution (with respect to high content of K, N and Na); c) waste waters from yeast factories in the dilution of 1 : 2 or 1 : 5 in a quantity of M_z up to 100 mm (with respect to the deficiency of P, Ca and Mg). To make possible the utilization of these waste waters, it is necessary to have the long-time accumulation of a portion of these waters produced during a winter-period and a adequate field area.

Stehlík, K.: Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Bewässerung durch Abwässer aus Spiritus- und Hefefabriken. Kvas. prům. **32—33**, 1986—87, Nr. 12—1, S. 316—321, 11—13.

Durch Keimfähigkeitsteste und Vegetations-Gefäß-Versuche wurde die Anwendbarkeit zu Bewässerungszwecken bestätigt für: a) vermischte Abwässer aus landwirtschaftlichen Brennereien bei Separation und anderer Ausnützung der Schlempe und bei einer Bewässerungsmenge bis 100—150 mm jährlich; b) Abwässer aus industriellen Spiritusbrennereien bei Separation und anderer Schlempeausnützung, bei ca 10maliger Verdünnung und Dosierung hinsichtlich des hohen Nährstoffgehalts (K und N) und Gehalts einiger weiteren Substazen (Na) im Abwasser bei gleichzeitigem Ausgleich des Verhältnisses defiziter Nährstoffe; c) Abwässer aus Hefefabriken bei Verdünnung 1 : 2 bis 1 : 5, Bewässerungsmenge M_z bis 100 mm und Ausgleich des Nährstoffverhältnisses, vor allem der defiziten P, Ca und Mg. Für die Ausnützung der Abwässer aus Spiritus- und Hefefabriken wird weiter eine langfristige Akkumulation des in den Wintermonaten produzierten Teils dieser Abwässer sowie auch die Sicherung genügender Grundstückflächen empfohlen.