

СВЕТЛА МАРИНОВА, ЕВЛОГИ МАРКОВ
Институт по почвознание "Н. Пушкиров", София

**Агрономична и екологична оценка на торене с утайка от ПСОВ
на Балканфарма - Разград АД, обработена с варова субстанция**

***Agronomic and Ecological Evaluation of Fertilization
with Sludge from WWTP of Balkanpharma - Razgrad Co.,
Bulgaria, Treated with Lime Substance***

S. Marinova, E. Markov
N. Poushkarov Institute of Soil Science, Sofia, Bulgaria

Abstract

In recent years, seriously affect the balance of organic matter and fundamental macronutrients and micronutrients in agricultural soils. Simultaneously, accumulations of sludge in the landfill of wastewater treatment plants (WWTP), leads to severely compromise the ecological balance in adjacent areas. Preliminary analysis made, indicate that these sediments have high organic matter content and basic macronutrients and micronutrients. An attempt was made through the use of sludge from wastewater treatment plant to address two pressing issues - the first to reduce the amount of accumulated sediment in the area of wastewater treatment plant of antibiotics - Razgrad (*Balkanpharma - Razgrad Co. Bulgaria*) and second - to restore the disturbed soil fertility of agricultural land adjacent.

Key words: sludge from WWTP, fertilization, balance of organic matter, ecological balance in adjacent areas

През последните години сериозно се наруши балансът на органичното вещество и основните макро- и микроелементи в земеделските земи.

Едновременно с това натрупаните количества утайки в депата на пречиствателните станции за отпадни води (ПСОВ), сериозно нарушават екологичното равновесие в прилежащите райони. Направените предварителни анализи показват, че тези утайки имат високо съдържание на органична материя и на основни макро- и микроелементи.

Направен е опит чрез използването на утайка от пречиствателна станция да се решат два актуални проблема - да се редуцира количеството на натрупаната утайка и да се възстанови нарушеното почвено плодородие на прилежащите земеделски земи.

Промените в посока на утвърждаваща се световна глобализация създадоха причини за мащабно преструктуриране на икономиката и

производствената дейност, поради което проблемът за оптимизацията на взаимоотношението между човека и природата става

все по-актуален и неговото решение има все по-голямо значение за запазване и подобряване на околната среда.

В последните години небалансираното минерално торене, необоснованото палене на стърнищата и недостатъчното внасяне в почвата на органични торове, доведоха до свръхминерализация и до загуба на хумуса - основен белег на почвеното плодородие.

В пречиствателните станции за отпадни битови и промишлени води след механичното, химичното и биологично пречистване се получава годишно около 10 000 m³ утайка, която е с високо органично съдържание (Маринова и кол., 1996).

В получения отпадъчен продукт концентрацията на основните макробиогенни и микробиогенни елементи го правят потенциално ценен като заместител на минералните торове или като мелиорант и рекултивант на почви с нарушено плодородие (Chaney, 1993; Косатиков, 1996).

Таблица 1. Анализ на първична, обезводнена, обработена с вар утайка от ПСОВ
Table 1. Analysis of the primary, dehydrated, treated with lime sludge from WWTP

№	Показател	Мярка	Стойност
1.	А.С.В.	%	41,452
2.	П.В при АСС	%	86,186
3.	Амонячен N	%	0,016
4.	Общ N	%	0,378
5.	Общ P	%	0,245
6.	Общ K	%	0,186
7.	Na	%	0,070
8.	Mg	%	0,112
9.	Ca	%	2,230
10.	Zn	ppm	2660,89
11.	Cu	ppm	14,70
12.	Mn	ppm	91,74
13.	Fe	ppm	886,94
14.	Cd	ppm	17,13
15.	Cr	ppm	0,00
16.	Pb	ppm	0,00
17.	Co	ppm	0,00
18.	Ni	ppm	0,00
19.	pH		12,63

При използването на утайки от ПСОВ за торене, които се получават при непрекъснато променящи се на вход битови и промишлени води, е необходим прецизен химичен, физикохимичен и биологичен анализ (Маринова и съавт., 1996).

Вегетационните опити са проведени с първична, обезводнена, обработена с вар утайка от пречиствателната станция на завода за производство на пеницилин в гр. Разград.

Материал и методи

Отчитайки предварителните аналитични данни, че утайката е с високо рН поради обработката с варов материал, беше избрана Сива горска почва, която се характеризира със силно кисела реакция - рН във водна суспензия в орницата е 4,5-4,6. Избраната почва се определя като слабо хумусна със средно съдържание на хумус от 1,29 до 2,00%.

Вегетационните опити са проведени с 3 култури - царевица, райграс и овес в продължение на 90 дни, в 4 повторения. Трите култури са добри индикатори на торенето. Данните за добива са дадени в свежо и в сухо състояние. При залагане на вегетационните опити са взети средни проби утайка, които са анализирани за органично вещество, пепелни вещества, за основните макро- и микроелементи и за някои тежки метали.

Резултатите от анализите са дадени в таблица 1. Установено е, че тези утайки имат високо съдържание на абсолютно сухо вещество - около 41%. Освен това съдържанието на пепелни вещества също е много високо - 86%, а на органично вещество - 14%. Това показва, че тази утайка съдържа много минерални примеси, което е характерно за необработената първична утайка. Съотношението между основните хранителни вещества - N: P: K е 1: 0,64: 0,49. Това съотношение е сравнително благоприятно, но стойностите на основните хранителни елементи са много ниски и се намират във вид на сложни органични и минерални съединения. За това говори и фактът, че амонячният азот е само 4,2% от общото му съдържание. Това обстоятелство ще се отрази върху ефективността на утайката при използването ѝ за торене на селскостопанските култури.

Резултати и обсъждане

От химичната и агрохимична характеристика на обезводнената утайка са характерни още няколко момента. Тя има високи стойности на калций - 2,2%, и pH = 12. Това е лесно обяснимо като се има предвид, че утайката е обработена с калциеве съединения. Вторият момент е много високото съдържание на цинк - 2660 mg/kg в утайката, при съдържание на сухото вещество 41%. Това най-вероятно се дължи на първичната суровинна база и спецификата на технологичните процеси при производството на продуктовата листа на завода. Високото цинково съдържание в случая е рисково при използването на утайката като средство за торене, тъй като почвите са със слабо до средно кисела реакция. При тези условия е възможно значителна част от цинка да премине в усвояема форма и да окаже токсично влияние върху развитието на културите.

Изхождайки от съдържанието на основните биогенни елементи (табл. 2) сме изчислили количеството на NPK в kg почва/вегетационен съд. Към горните елементи даваме и стойността на цинка, внесен с утайката без да се има предвид неговото съдържание в почвата. Средни данни показват, че в Сива горска почва съдържанието на цинка е 74 mg/kg почва, като значителна част от него се съдържа в силикатната част и е в неразтворима форма. Поради това, при изчисляване количеството на цинка във вегетационните опити, ще вземем предвид само внесенят с обезводне-

ната първична утайка.

Изхождайки от естественото съдържание на цинк в почвата и от внесените допълнителни количества с утайката в един вегетационен съд, се установява следната картина при вариантите, които са торени с високи норми утайка:

- При варианта 10% утайка количеството на Zn е 308 mg/kg почва;
- При варианта 20% утайка количеството на Zn е 503 mg/kg почва;
- При варианта 30% утайка количеството на Zn е 668 mg/kg почва;
- При варианта 40% утайка количеството на Zn е 810 mg/kg почва.

Като се има предвид пределно допустимите количества (ПДК) на Zn при различните стойности на pH, посочени в табл. 3, и направените изчисления за вариантите, при които се използват високи норми утайка, може да се очаква неблагоприятно влияние на утайката върху развитието на растенията.

При вегетационните опити с 10% утайка нормата на торене се равнява на 30 t/da утайка (сухо вещество 41%). Следователно над тази норма, независимо от реакцията на почвата, влиянието на Zn може да се окаже неблагоприятно.

Резултатите, получени от вегетационните опити за трите индикаторни култури - царевица, райграс и овес, са представени съответно в табл. 4, 5 и 6. Данните за добива са дадени в свежо и в сухо състояние.

Получените резултати при торенето на ца-

Таблица 2. Количеството на NPK в mg на вегетационен съд

Table 2. The amount of NPK, mg/pot

Варианти на торене с утайка	Количество на утайката в един вегетационен съд, g	Количество на N, P и K в mg на вегетационен съд			
		общ N	общ P	общ K	Zn
Контрола	-	-	-	-	-
2% утайка	20	75	49	37	53
4% утайка	40	150	98	74	106
6% утайка	60	225	147	111	159
8% утайка	80	300	196	148	212
10% утайка	100	375	245	185	265
20% утайка	200	750	490	370	530
30% утайка	300	1125	735	555	795
40% утайка	400	1500	980	740	1060

Таблица 3. Пределно допустими свойства на Zn в почва според степента на киселинност
Table 3. Threshold limit properties of Zn in soil according to the degree of acidity

рН на почвата във вода	Концентрация на Zn, mg/kg		
	нетоксична	потенциално токсична	токсична
3,5	до 20	-	над 20
4,0	30	-	30
4,5	40	-	40
5,0	60	-	60
5,5	90	-	90
5,7	110	-	110
6,0	200	до 330	330
6,2	300	410	410
6,5	320	480	480
7,0	340	540	540
7,5	360	570	570
8,0	370	590	590

ревицата с утайка показват незначително увеличение на добива в сравнение неторената контрола. С увеличаване количеството на утайката нарастването на добива е незначително и е в границите от 103 до 199% (изменение, което при вегетационните опити не е показателно). В сравнение с минералното торене добивът е значително по-нисък и представлява само 34% от варианта с утайка, при който е получено най-голямо увеличение на добива.

Много вероятно е ниският ефект да се дължи на недостатъчното количество на усвоим азот, тъй като същият представлява само 4,2% от общото му съдържание в утайката. Това значи, че при най-високата норма утайка - 40%, количеството на усвоимия азот е само 63 mg/kg почва, което е свършено недостатъчно за получаване на нормален добив от царевицата. Цинкът при високите норми, които се използват, може също да оказва неблагоприятно върху развитието на растенията, въпреки че в случая не се наблюдава депресиращо влияние с увеличаване нормата на утайката.

Изхождайки от получените данни за добива и развитието на растенията, считаме, че първичната обезводнена и обработена с вар утайка не води до увеличаване на добива, или по-точно това увеличение е незначително.

Подобна картина се наблюдава и при опитите с овес. Почти от всички варианти с утайка се получава по-нисък добив дори от неторената контрола. И в този случай изключение прави само минералното торене, където увеличението в сравнение с контролата е 2327% (суха растителна маса).

Райграсът има същото поведение с увели-

Таблица 4. Резултати от вегетационен опит с царевица
Table 4. Results of pot experiment with maize

Варианти	Тегло от 1 вегетационен съд		Относителен добив
	свежо, g	сухо, g	%
Контрола	11,72	2,29	100,0
2% утайка от теглото на почвата	13,14	2,36	103,1
4% утайка от теглото на почвата	15,33	2,43	106,1
6% утайка от теглото на почвата	18,83	3,14	137,3
8% утайка от теглото на почвата	20,68	3,18	138,8
10% утайка от теглото на почвата	19,27	3,37	147,2
20% утайка от теглото на почвата	22,62	3,79	165,5
30% утайка от теглото на почвата	17,83	3,22	140,6
40% утайка от теглото на почвата	34,23	4,57	199,6
Минерално торене N ₁₈ P ₁₂ K ₁₂	56,78	13,27	579,5

Таблица 5. Резултати от вегетационен опит с райграс

Table 5. Results of pot experiment with ryegrass

Варианти	Тегло от 1 вегетационен съд		Относителен добив
	свежо, g	сухо, g	
Контрола	4,20	1,07	100,0
2% утайка от теглото на почвата	4,58	0,98	91,6
4% утайка от теглото на почвата	5,36	1,21	113,1
6% утайка от теглото на почвата	7,49	1,66	155,1
8% утайка от теглото на почвата	7,98	1,77	165,4
10% утайка от теглото на почвата	10,78	2,27	212,2
20% утайка от теглото на почвата	14,61	3,06	286,0
30% утайка от теглото на почвата	17,81	3,67	343,0
40% утайка от теглото на почвата	18,46	4,00	373,8
Минерално торене $N_{18}P_{12}K_{12}$	51,44	7,82	730,8

чаване нормата на торене - ефектът нараства в сравнение с контролата. В рамките на изпитваните варианти не се наблюдава депресия. След третия вариант добивът нараства от 111 до 389%. При варианта с 40% утайка в сравнение с минералното торене, увеличението от утайката е само 51%.

Целесъобразно е да се направят по-подробни изследвания с оглед да се установи на какво се дължи ниската ефективност на тази утайка. Особено е наложително да се види влиянието на допълнително внесените минерални торове като фон при торене с утайка.

Таблица 6. Резултати от вегетационен опит с овес

Table 6. Results of pot experiment with oats

Варианти	Тегло от 1 вегетационен съд		Относителен добив
	свежо, g	сухо, g	
Контрола	16,56	3,96	100,0
2% утайка от теглото на почвата	15,81	3,64	91,9
4% утайка от теглото на почвата	12,55	3,10	78,3
6% утайка от теглото на почвата	14,63	2,89	72,9
8% утайка от теглото на почвата	16,50	3,01	76,0
10% утайка от теглото на почвата	18,42	3,12	78,8
20% утайка от теглото на почвата	24,62	3,58	90,4
30% утайка от теглото на почвата	26,87	3,89	98,2
40% утайка от теглото на почвата	33,37	4,87	122,9
Минерално торене $N_{18}P_{12}K_{12}$	74,69	9,40	237,3

Вероятно при обработката на утайката с равни материали и силното ѝ алкализирание ($pH = 12$) е загубено почти всичкото количество на амонячния азот, което се потвърждава и от установените ниски стойности на амонячния азот.

В случая както не може да се говори за депресиращо влияние на утайките, така не може да се твърди и за ефективност от тяхното използване като органичен тор, тъй като увеличението на добива е незначително и при най-високите норми.

Данните от анализа на растителните про-

Таблица 7. Резултати от анализа на растителни проби от вегетационен опит с овес
 Table 7. Results of the analysis of plant samples from pot experiment with oats

Варианти	N	P	K	Zn	Cu	Mn	Fe	Co	Cd	Ni	Pb
	%			ppm							
Контрола	1,120	0,364	2,806	145,88	29,72	803,32	389,36	0,00	0,00	0,00	0,00
2% утайка от теглото на почвата	0,780	0,439	2,376	113,28	17,36	583,58	392,17	0,00	0,00	0,00	0,00
4% утайка от теглото на почвата	0,965	0,821	2,766	137,11	17,71	274,66	345,24	0,00	0,00	0,00	0,00
6% утайка от теглото на почвата	1,092	1,082	3,506	143,99	24,96	258,86	168,78	0,00	0,00	0,00	0,00
8% утайка от теглото на почвата	1,006	2,431	2,936	117,40	16,68	246,34	468,36	0,00	0,00	0,00	0,00
10% утайка от теглото на почвата	1,768	1,112	3,460	198,20	26,94	242,70	3368,56	0,00	0,00	0,00	0,00
20% утайка от теглото на почвата	1,890	1,101	3,376	141,24	18,24	389,04	820,36	0,00	0,00	0,00	0,00
30% утайка от теглото на почвата	1,414	1,094	2,732	128,57	22,98	514,33	229,80	0,00	0,00	0,00	0,00
40% утайка от теглото на почвата	1,475	0,853	1,688	124,87	23,08	499,33	365,96	0,00	0,00	0,00	0,00
Минерално торене N ₁₈ P ₁₂ K ₁₂	3,551	0,870	4,936	192,98	36,76	631,22	1558,20	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 8. Резултати от анализа на растителни проби от вегетационен опит с райграс

Table 8. Results of the analysis of plant samples from pot experiment with ryegrass

Варианти	N	P	K	Zn	Cu	Mn	Fe	Co	Cd	Ni	Pb
	%		ppm								
Контрола	1,542	0,417	2,954	49,44	36,21	715,99	362,08	0,00	0,00	0,00	0,00
2% утайка от теглото на почвата	1,102	0,592	2,605	56,67	20,98	343,83	275,78	0,00	0,00	0,00	0,00
4% утайка от теглото на почвата	1,301	0,674	3,085	138,28	27,64	354,65	1081,24	0,00	0,00	0,00	0,00
6% утайка от теглото на почвата	1,413	0,764	2,841	95,04	80,46	303,91	563,70	0,00	0,00	0,00	0,00
8% утайка от теглото на почвата	1,132	0,928	2,840	51,24	102,46	246,86	1003,74	0,00	0,00	0,00	0,00
10% утайка от теглото на почвата	1,554	-	2,771	114,14	64,75	325,22	229,51	0,00	0,00	0,00	0,00
20% утайка от теглото на почвата	1,553	0,758	2,628	79,44	97,01	313,34	925,46	0,00	0,00	0,00	0,00
30% утайка от теглото на почвата	1,566	0,814	2,090	89,42	55,21	359,88	708,42	0,00	0,00	0,00	0,00
40% утайка от теглото на почвата	1,758	0,766	1,712	76,54	69,80	373,70	1396,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Минерално торене N ₁₈ P ₁₂ K ₁₂	3,646	0,752	4,922	142,54	38,95	622,14	781,38	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица 9. Резултати от анализа на растителни проби от вегетационен опит с царевица
 Table 9. Results of the analysis of plant samples from pot experiment with maize

Варианти	N	P	K	Zn	Cu	Mn	Fe	Co	Cd	Ni	Pb
	%			ppm							
Контрола	1,556	0,406	2,410	71,34	25,74	150,08	238,28	0,00	0,00	0,00	0,00
2% утайка от теглото на почвата	0,926	0,536	2,091	82,80	21,78	117,64	117,64	0,00	0,00	0,00	0,00
4% утайка от теглото на почвата	0,799	0,617	1,700	80,12	22,02	70,82	272,23	0,00	0,00	0,00	0,00
6% утайка от теглото на почвата	0,947	0,805	1,991	79,11	16,70	70,84	413,09	0,00	0,00	0,00	0,00
8% утайка от теглото на почвата	1,134	0,864	1,871	104,56	16,68	78,90	179,73	0,00	0,00	0,00	0,00
10% утайка от теглото на почвата	1,021	0,621	1,518	94,36	26,96	80,84	540,54	0,00	0,00	0,00	0,00
20% утайка от теглото на почвата	1,405	0,296	1,468	118,47	22,78	91,16	725,43	0,00	0,00	0,00	0,00
30% утайка от теглото на почвата	1,824	0,408	1,477	160,82	22,94	114,86	414,31	0,00	0,00	0,00	0,00
40% утайка от теглото на почвата	1,750	0,384	1,136	193,04	23,18	106,47	301,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Минерално торене N ₁₈ P ₁₂ K ₁₂	2,102	0,500	3,577	128,66	22,98	661,76	413,45	0,00	0,00	0,00	0,00

би, представени съответно в табл. 7, 8 и 9, показват, че при овеса има значителни изменения в съдържанието на основните биогенни елементи. Изключение прави само съдържанието на азота и на калия при вариантите с минерално торене, където те имат значително по-високи стойности.

Интересно е, че различните растения реагират по различен начин. Така например при райграса в растителната маса се акумулира значително количество желязо, а при царевицата с увеличаване нормата на торене с утайка нараства значително количеството на общия азот.

Изводи

Използването на обработена с варова субстанция утайка от пречиствателната станция на завода за антибиотици в Разград (*Балканфарма - Разград АД*) не показва очаквания положителен ефект върху добива и при трите индикаторни култури - царевица, райграс и овес. Възможно е това да се дължи на предварителната обработка на утайката, при която се отбелязват определени загуби на минерален азот. За установяване на причините за потискането на развитието на растенията е необходимо да се извършат допълнителни анализи на органиката, съдържаща се в утайката в посока на използваната в завода технология.

Литература

Маринова, С. и кол. 1996. Екологични промени в системата почва-растение под влияние на торенето с утайка от ПСОВ. Отчет МОНТ, 1996.

Маринова, С. и съавт. 1996. Използване на органичните торове и отпадъци от промишлеността и бита при екологично земеделие. *Архив НИПА "Н. Пушкиров"*, София. Междинен отчет МОНТ, 1996.

Косатиков, В. А. 1996. Применение обработанных химических осадков городских сточных вод в качестве удобрений. *Госагропром, СССР*.

Chaney, L. R. 1993. Sewage sludge Land Utilization and the Environment. August 11-13, 1993, Minesota, USA.