

АГРОЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА НА УТАЙКИ ОТ ПСОВ И ТЯХНОТО ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ

Драгомир Василев
Технически университет - Габрово

AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF SEWAGE SLUDGE AND ITS UTILIZATION

Dragomir Vassilev
Technical University of Gabrovo

Abstract

One of the country's priority directions in the development and management of the water sector is related to the construction, reconstruction and modernization of wastewater treatment plants, which are a fundamental element for improving the quality of life in populated areas. In recent years, more than 170 urban waste water treatment plants (WWTPs) have been built and are operating in the Republic of Bulgaria. It is known that in the process of wastewater treatment, significant amounts of sewage sludge are released, which make up from 0.5% to 1.5% of the amount of treated water, and in some cases, the percentage can reach up to 10%. Sludge is a big problem, as it accumulates in the area of treatment plants, hinders their functioning and pollutes the natural environment. The present work examines the sludge from the WWTP in the city of Blagoevgrad, by examining the sludge from the WWTP in Blagoevgrad city and Razlog city, evaluating their possibilities to be used in the practice.

Keywords: WWTP, sludge, environment, circular, economy.

ВЪВЕДЕНИЕ

Повишената зависимост на съвременното земеделие от прекомерното влагане на химически торове е причинила за няколко екологични проблема, свързани с влошаването на почвата и замърсяването на въздуха и водите. Освен това има необходимост от селскостопански практики на глобално ниво с намалени енергийни и екологични проблеми, за адекватно икономически ефективно производство на храна за нарастващото човешко население. В същото време утайките, генерирани в процеса на пречистване на отпадъчните води, имат голям потенциал за почвено торене и трябва да се рециклират в съответствие със стратегията на кръговата икономика. Използването на утайки от отпадъчни води за сел-

скостопански цели е особено подходящ и устойчив вариант за тяхното елиминиране.

Утайките представляват органичен резерв, във връзка с недостига на органични източници в нашата страна и нарушения баланс на органично вещество в българските почви. Множество изследвания установяват, че утайките представляват хетерогенна биомаса, богата на органика и съставки на хранителните вещества за растенията и почвените микроорганизми. Съставът им наподобява органичен и азотно - фосфорен тор с възможност да се прилагат в селскостопанската практика.

Целта е да се направи оценка на утайките от пречиствателните станции за отпадъчни води /ПСОВ/ към "Водоснаб-

дяване и канализация” ЕООД гр. Благоевград, като се изследват утайки от ПСОВ в гр. Благоевград и гр. Разлог и се оценят техните възможности за използване в практиката.

Въпросите, свързани с утайките от ПСОВ са разгледани чрез резултати от двукратното анализиране на престояли утайки от двете ПСОВ, съгласно изискванията на ЕС и Наредбата за използване на утайки в земеделието от 14.12.2004 г., акт. 2016 г. В Наредбата, подробно са посочени показателите, които трябва да се следят, свързани с химичната, агрохимична и санитарно-хигиенна характеристика на утайките. Представени са и ПДК за тежки метали и микроорганизми, с които трябва да се сравняват получените резултати. В таблиците са посочени използваните методи за анализ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Пречиствателната станция за отпадъчни води в гр. Благоевград е в експлоатация от 2009 г. Годишното количество на утайки е 3 500 т. Схемата на пречистване е класическа и включва механично и биологично пречистване на отпадъчните води.

Утайките, по своята характеристика силно варират, което зависи от различни фактори. Най-голямо влияние оказва характеристиката на отпадъчните води на вход, химичните и биологични условия, при които протичат процесите на пречистването. Резултатите от химичната и агрохимична характеристика, съдържанието на тежки метали и микробиологичните изследвания на изследваните утайки са посочени в табл. 1, 2 и 3. От данните (табл.1) се вижда, че измерените стойности за сухото вещество са 21,87 % и 21,90 %. Това показва, че утайките могат да се извозват и разпръскват като оборския тор. Голямо значение за използване на утайките в селското стопанство има азотното съдържание [1]. Установено е, че съдържанието на амонячен азот е по-високо при утайки, които имат по-ниско съдържание на абсолютно сухо вещество [2]. С

увеличаване количеството на сухото вещество, амонячният азот намалява [3]. Това се обяснява със загуби на амонячен азот през периода на съхранение на утайката и разхвърляне по полето [3]. За да се използва органичният азот в утайката, той трябва да премине в амонячна форма, която по-нататък се нитрифицира до нитрати [4]. Това зависи в най-голяма степен от характеристиката на утайката [1]. Минерализацията на органичното вещество се извършва по-бързо при аеробни условия, отколкото при анаеробни [5]. От анализите на утайката (табл. 1) се установява, че съдържанието на общ азот е 6,45 - 6,50% /на база сухо вещество/, на амонячният азот – 0,080 – 0,232%, а на нитратния 0,084 – 0,094%. Това е признак за развитие на нитрификационен процес, който не е завършил. Съдържанието на общ азот е достатъчно да задоволи нуждите на растенията от азот. Има се предвид не само общото азотно съдържание, но и количеството на амонячен азот, който се намира в утайката и може да се загуби през периода на съхранение и разпръскване. С оглед да се ограничат азотните загуби, е целесъобразно веднага след разхвърлянето на утайките върху повърхността на почвата да се проведе заораване, дисковане или култивиране, за да може внесеният азот да влезе в контакт с почвения поглъщателен комплекс, при което загубите намаляват до минимум. При биологичното пречистване на отпадъчни води, утайките се обогатяват с фосфор. Той играе важна роля за развитието на растенията. От тази гледна точка, утайките ще имат голямо значение за регулиране на хранителния режим на растенията. Изследванията върху този показател отчитат стойност за общ фосфор 0,159 - 2,14%.

Съдържанието на калий е ниско. Това ниско съдържание на калий се дължи на повишената разтворимост на калиевите соли, които през време на формиране на утайката остават в течната фракция. Стойностите, установени за калий са 0,169 - 0,50%. Съдържанието на калций и магнезий оказват различно влияние

върху свойствата на почвата. Калцийт влияе върху растенията и структурата на почвата, води до изменение в реакцията на средата и до динамика в усвояването на различните елементи [4]. Стойностите за калций са 0,67 - 4,60%. Магнезият също оказва влияние върху растенията със своята физиологична роля [4]. Съдържанието на магнезий е 0,19 - 3,60%. Катионите на този елемент се усвояват лесно от растенията [4]. При използването на утайката в земеделската практика, трябва

да се има предвид наличието на тежки метали, чието съдържание над пределно допустимите концентрации, се явява ограничаващ фактор за оптималната торова норма на утайката [3]. Много от тези елементи в минимални количества са необходими за развитие на растенията, но във високи концентрации се оказват токсични спрямо растенията, почвата, подпочвените води, животните и човека [6].

Таблица 1. Химична и агрохимична характеристика на утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог.

Показатели	Благоевград	Благоевград	Разлог	Разлог
	2020 г.	2022 г.	2020 г.	2022 г.
pH /H ₂ O/	5,85	5,46	5,71	6,37
Сухо в-о, %	21,87	21,90	40,12	14,53
Органичен въглерод /C/, %	24,92	21,34	19,56	15,18
Общи кол-а на база аб. сухо в-о, %:				
N	6,50	6,43	2,87	5,61
P	0,159	2,140	1,10	1,15
K	0,169	0,50	0,29	0,29
Ca	4,60	0,67	2,40	0,78
Mg	3,60	0,19	0,68	0,126
Водор. кол-а, mg/kg				
NH ₄ -N	0,232	0,080	0,011	0,010
NO ₃ -N	0,088	0,094	0,05	0,05
P ₂ O ₅	0,159	0,169	0,118	0,009
K ₂ O	0,169	0,048	0,061	0,126
S /водор. Като SO ₄ , %	6730,0	3454,0	176,9	43,8

Данните за съдържанието на тежки метали в изследваната утайка от ПСОВ-Благоевград са посочени също в табл. 2. Те са сравнени с ПДК на тежки метали, посочени в Наредбата за използване на утайки в земеделието [7] и с Европейските норми [8]. Установените тук стойности са под пределно допустимите концентрации /ПДК/ за тежки метали в утайки, което показва, че не съществува ограничение за използване на тези утайки в практиката.

Резултатите от микробиологичните и паразитологични изследвания за ПСОВ Благоевград са представени на табл. 3. От данните се вижда, че патогенни чрев-

ни бактерии *Salmonella sp.* не се изолират. Независимо, че всички представители на колиформите са свързани общо взето с фекално замърсяване, съотношението между отделните видове и родове, включени в тази група при определени условия значително варира. При пряко фекално замърсяване се установяват *Escherihia coli* [9]. В изследваната утайка не са установени *Escherihia coli* - показатели за фекално замърсяване. Установени са сулфитредуциращи кластридии в стойности над ПДК, което ограничава използването на утайките в селскостопанската практика. Така всеки от използваните санитарно -микробиологични

показатели отразява определен момент, свързан със замърсяването и самоочистването. Изследванията за съдържание на хелминти показват, че се откриват жизнеспособни нематодни яйца (табл. 3).

Пречиствателната станция за отпадъчни води в гр. Разлог е открита през 2007 г. Тя е с капацитет 19 000 еквивалент жители при средноденонощно водно количество отпадъчни води 6 000 куб. м/час.

Резултатите от химичната и агрохимична характеристика, съдържанието на тежки метали и микробиологичните изследвания на изследваните утайки на изследваните 2-кратно взети утайки от ПСОВ - Разлог са посочени са посочени в табл. 1, 2 и 3.

Данните от изследванията на утайките

от ПСОВ Разлог установяват, че органичната маса в изследваните утайки е 15,18 % - 19,56 %. От анализите на утайките (табл. 1) се установява, че съдържанието на общ азот /на база сухо вещество/ е 2,87- 5,61%, на амониевия азот – 0,011- 0,010%, а на нитратния – 0,055 – 0,050%. Данните отчитат стойности за общ фосфор 1,10-1,15%. Съотношението между азот и фосфор е в полза на фосфора. Стойностите, установени за калий са 0,29%-0,29%. Калций - 0,78%-2,40%. Съдържанието на магнезий е 0,68-0,126%. Съдържанието на тежки метали в изследваните утайки от ПСОВ - Разлог са посочени в табл. 2 са под пределно допустимите концентрации /ПДК/ за тежки метали в утайки, посочените ПДК в Наредбата за утайки.

Таблица 2. Съдържание на тежки метали в утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог.

Тежки метали	Благоевград 2020 г.	Благоевград 2022 г.	Разлог 2020 г.	Разлог 2022 г.	ПДК Български норми, mg/kg	ПДК Европейски норми, mg/kg
As	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	25	-
Cd	8,6	1,9	2,1	1,2	30	20-40
Cr	98,3	86,5	42,5	25,1	500	-
Ni	31,6	37,0	24,3	17,8	350	300-400
Cu	292,3	281,4	132,6	152,2	1600	1000-1750-
Zn	629,3	1293,0	746,9	720,2	3000	2500-4000
Pb	63,6	58,9	49,8	42,4	800	750-1200
Hg	<1	<1	<1	<1	16	16-25

Таблица 3. Микробиологични изследвания в утайки от ПСОВ Благоевград и Разлог.

№	ПСОВ	Salmonella sp.	Коли-форми	Escherichia coli Titar	Ентерококи	Clostr. Perfringens	Жизнеспособни яйца на хелминти
1	Благоевград 2020 г.	Отсъствие	0,1	Над 1	в 0,1г	0,0001г	Откриват се
2	Благоевград 2022 г.	Отсъствие	>1,1.10 ³	3,10	>1,1.10 ⁴	1,1.10 ⁴	Не се откриват
3	Разлог-2020 г.	Отсъствие	0,001	<0,3	0,1	>1,1.10 ³	Откриват се
4	Разлог-2022 г.	Отсъствие	>1,1.10 ⁴	<0,3	1,6.10 ⁴	>1,1.10 ³	Не се откриват
ИЗИСКВАННЯ		Не се допуска в 2024 г.	-	До 100 в 1г	-	До 300 в 1г	1 на 1kg сухо в-о

Резултатите от микробиологичните и паразитологични изследвания са представени в табл. 3.

От данните се вижда, че патогенни чревни бактерии от *Salmonella spp.* не се изолират. Установени са сулфитредуци-

раци клостридии в първата и втора проба утайки, които неколнократно са повисоки от стойностите на ПДК, посочени в законодателството. Паразитологичните изследвания за съдържание на хелминти показват, че се откриват жизнеспособни

нематодни яйца в първата проба, а във втората не се откриват (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка на резултатите от изследванията и съпоставка с Европейските и Национални нормативни документи Изследваните утайки от ПСОВ – Благоевград показва, че отговарят на изискванията на Наредбата за използване на утайки в земеделието и на Европейските норми по съдържание на тежки метали - измерените стойности са под ПДК. Не отговарят на изискванията за съдържание на микробиологични показатели – не е настъпило обеззаразяване в утайките. Стойностите на *Clostridium perfringens* са над ПДК посочени в законодателството. В първата изследвана утайка се съдържат жизнеспособни яйца от нематоден тип, а при втората не се изолират.

Оценка на резултатите от изследването на утайките и съпоставка с Европейските и Национални нормативни документи Проведеното изследване на утайките от ПСОВ - Разлог, сравнено с изискванията на Наредбата за използване на утайки в земеделието и на Европейските норми показва, че утайките отговарят на изискванията по отношение на съдържанието на тежки метали – измерените стойности са под ПДК за тези показатели, представени в законодателството. Анализираните утайки не отговарят на изискванията на Наредбата по микробиологични показатели-стойностите на *Clostridium perfringens* са над ПДК. Не се откриват хелминти в опасни концентрации във втората изследвана утайка. При всеки отделен случай за оползотворяване на утайките е необходимо да се подхожда конкретно, чрез разработва-

не на технологичен проект, включващ оценка на утайките и почвите, размерът на обработваемите земи, отглежданите култури, необходимите обработки, механизация и не на последно място икономическия ефект от използването на утайките.

REFERENCE

- [1] International and European standards for sewage sludge, soils and waters, Institute for Standardization, Sofia.
- [2] Marinova S. and team. Project SSA 1996-1999, Environmentally friendly technologies for using WWTP sludge as a fertilizer.
- [3] Marinova S. 2008, Sludge from WWTP and rules for their utilization, Ed. "Puglish Sai Set- Eco", Sofia.
- [4] Marinova S. and team 1994-1996, Contract with MES Ecological changes in the "soil-plant" system under the influence of fertilization with WWTP sludge.
- [5] Marinova S. 2002, Agroecological assessment of sludge from wastewater treatment plants and basic approaches to their use in agriculture, hab. work to obtain the title of Professor.
- [6] Kumanova B. 2012. Treatment of industrial wastewater, lecture notes HTMU Sofia.
- [7] Order on the procedure and method for the utilization of sediments from wastewater treatment through their use in agriculture, adopted by PMS No. 339 of 2004, promulgated, SG, no. 29 of 08.04.2011, amended SG No. 29 of 08.04.2011 and 2017.
- [8] Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture
- [9] Marinova S. et al. 2018. Health-ecological expertise of sludge from the Blagoevgrad WWTP and Razlog.-doc.