

ОЦЕНКА КАЧЕСТВОТО НА ОТПАДЪЧНИТЕ ВОДИ ОТ ПРЕЧИСТВАТЕЛНА СТАНЦИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЕ ЗА ПРЕРАБОТКА НА ПТИЧЕ МЕСО

Дияна Дерменджиева

Аграрен факултет, Тракийски университет, Студентски град, 6000 Стара Загора,

България, E-mail: diyana.dermendzhieva@trakia-uni.bg

QUALITY ASSESSMENT OF WASTEWATER FROM WASTEWATER TREATMENT PLANT AT ENTERPRISE FOR POULTRY MEAT PROCESSING

Diyana Dermendzhieva

Faculty of Agriculture, Trakia University, Students Campus, 6000 Stara Zagora, Bulgaria, E-mail:

diyana.dermendzhieva@trakia-uni.bg

ABSTRACT

Object of the study was quality assessment of wastewater from Wastewater Treatment Plant (WWTP) at enterprise for poultry meat processing, by physical and chemical parameters (pH, Electric conductivity, BOD₅, COD, chlorides and total sodium contents) in 4 monitoring points (MP-1, input of WWTP; MP-2, after physicochemical treatment, MP-3, after aeration tanks and MP-4, output of WWTP), for a period January - December, 2014. Assessing the quality of wastewater was made according to Regulation No. 6/2000 for emission limit values of harmful and dangerous substances in wastewater discharged into water bodies. It was found that, by indices BOD₅ and COD, treated wastewater meets the regulatory requirements for discharge into the receiving water body - river Azmaka. For the other parameters (pH 6,33 - 7,74 pH units, Electric conductivity 695 - 3720 μS/cm, chlorides 86,7 - 896,2 mg/l and total sodium 116 - 800 mg/l) no emission limits for their discharge, but the obtained enriched the data base on the issue.

Key words: Wastewater Treatment Plant, wastewater, physiochemical parameters, quality, assessment

УВОД

Динамиката на замърсяване на водните обекти в световен мащаб, показва ясно изразена тенденция към влошаване на качествено им състояние, съчетано с увеличаване консумацията на вода. Интензивното развитие на промишлеността, селското стопанство и енергетиката води до интензивно замърсяване на водните източници с токсични вещества, някои от които са с доказано или потенциално канцерогенно и/или мутагенно въздействие. Сериозна заплата за водоизточниците и за живите организми в тях е замърсяването, причинено от заустването на недостатъчно пречистени промишлени и битови отпадъчни води от различни цехове и производства (Amit and Rupali, 2004; Leitao et al., 2006; Kostadinova et al., 2007; Stefanova et al., 2012; Mihaylova, 2013).

Поради високото съдържание на белтъчини, въглехидрати и мазнини, отделяни при технологичните операции от цеховете за преработка на месни продукти, БПК₅ достига високи стойности от 1500 до 8500 mg/l. Особено опасна съставна част на отпадъчните води от месопреработването е високото съдържание на органични вещества, свързано и с високи стойности на ХПК, неразтворени вещества, общ азот и фосфор, което ги превръща в сериозен замърсител на повърхностните и подземните води, когато не са пречистени до необходимата степен (Игнатова, 1992; Zhang et al., 2005; Matsumura and Mierzwa, 2008; Debik and Coskun, 2009; Kostadinova et al., 2013; Shindarska et al., 2014).

Отпадъчните води от цеховете за преработка на птиче месо освен съдържанието на органични вещества (кръв, пилешка мазнина, пера, остатъци от месо, кости) (Del Nery et al., 2007), съдържат и замърсители от неорганичен произход като хлориди, сулфати, макро- и микроелементи (Na, K, Fe, Mn, Zn и др.), отделяни при обработката на месото и от добавяните коагуланти и флокуланти при физикохимичното пречистване (Цачев, 1992).

В заключение, за да се гарантира защита на човешкото здраве, на водните ресурси, и на природните екосистеми като цяло се прилагат изискванията на Европейското законодателство чрез Директива 91/271/ЕЕС за пречистване на отпадъчни води от населените места, транспонирани в българското законодателство с Наредба № 6 за емисионни норми за допустимо съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти (*Обн. ДВ, бр. 97 от 2000 г.*), и Наредба № 2 от 8 юни 2011г. за издаване на разрешителни за заустване на отпадъчни води във водни обекти и определяне на индивидуалните емисионни ограничения на точкови източници на замърсяване (*Обн. ДВ, бр. 47 от 2011г.*).

Целта на настоящото изследване бе да се проучи и направи оценка на качеството на отпадъчните води от пречиствателна станция за преработка на птиче месо, по физикохимични показатели, с оглед тяхната пригодност за заустване във водоприемника - река Азмака, съгласно българското екологично законодателство.

Материал и методи

Обект на проучване. Проучването беше проведено от м. Януари до м. Декември 2014 г. в пречиствателната станция (ПС) за отпадъчни води на предприятие за преработка на птиче месо, разположено на 500 m северозападно от с. Коларово, област Стара Загора. Капацитетът на ПС е за 500 еквивалентни жители и обем на отпадъчните води до 48 m³ на ден.

Отпадъчните води, постъпващи за пречистване в станцията се формират главно от производствената дейност на предприятието, битово-фекалните отпадъчни води, както и води получени при измиване на инвентара и помещенията за разфасовка на птичето месо. В пречиствателната станция водите се подлагат на тристепенно пречистване, механично (отделяне на едри примеси чрез самопочистваща решетка), физикохимично пречистване (чрез прибавяне на коагулант - FeSO₄, флокулант - Praestol 650 BC, с последваща флотация) и биологично пречистване в биобасейни с активна утайка. Пречистените отпадъчни води от се заустват в дере, водещо до водоприемника река Азмака, съгласно разрешително № 33740009/19.10.2007 г., издадено от Басейнова дирекция за управление на водите – Източнобеломорски район, гр. Пловдив.

Пунктове за мониторинг и пробонабиране. Проби отпадъчни води за анализ бяха вземани веднъж на два месеца от определените пунктове за мониторинг, както следва:

- ПМ-1 - вход за непречистените отпадъчни води;
- ПМ-2 - вход за биобасейните, след физикохимичната обработка на водите;
- ПМ-3 - изход от биобасейните;
- ПМ-4 - изход за пречистените отпадъчни води, след вертикалния утайтел.

Проби отпадъчни води от пречиствателната станция към предприятието бяха вземани съгласно изискванията на БДС EN ISO 5667-1/2007; БДС ISO 5667-10:2002.

Изследвани физикохимични показатели на отпадъчните води и методи за тяхното определяне:

Физични показатели: активна реакция (pH) - ISO 10523; електропроводимост ($\mu\text{S}/\text{cm}$) - БДС EN 27888. Използван е преносим многопараметричен уред Multi 340i/SET с вграден температурен сензор (pH – електрод ; Cond–електрод).

Химични показатели: биологична потребност от кислород (БПК₅) - БДС EN 1899-1; химична потребност от кислород (ХПК) – БДС ISO 6060; Хлориди (Cl⁻) – БДС ISO 9297; общ натрий - БДС ISO 9964-1. За определяне на БПК₅ е използван апарат „BOD-System OxiDirect”, а за определяне на общ натрий AA Spectrometer “Thermo scientific”3000.

Статистическа обработка на данните е извършена чрез прилагане на програмните пакети Microsoft Office 2007 и STATISTICA 6.

Резултати и обсъждане

Резултатите за изследваните физикохимични показателя за отпадъчните води от пречиствателна станция на предприятие за преработка на птиче месо, за периода на проучването, са представени в **таблица 1**.

Таблица 1. Средни (Сх), минимални (Сmin) и максимални (Сmax) концентрации на изследваните физикохимични показатели на отпадъчните води в избраните пунктове за мониторинг, за периода м. Януари - м. Декември 2014 г.

Показатели		Пунктове за мониторинг на отпадъчни води				*МДК по Наредба №6/2000г.
		ПМ-1 n= 6	ПМ-2 n= 6	ПМ-3 n= 6	ПМ-4 n= 6	
pH	Сх± SD	6,65±0,26 ^{cde}	7,42±0,19 ^c	7,44±0,19 ^d	7,61±0,15 ^e	
	min	6,33	7,24	7,26	7,31	-
	max	7,08	7,72	7,71	7,74	-
БПК ₅ , mgO ₂ /l	Сх± SD	357,3±105,5 ^{cef}	121,0±23,8 ^c	71,7±23,5 ^e	11,3±4,89 ^f	-
	min	179,0	92,0	45,0	4,00	-
	max	454,0	157,0	97,0	17,0	25
ХПК, mgO ₂ /l	Сх± SD	685,0±204,8 ^{dfg}	310,3±92,9 ^d	150,3±36,9 ^f	31,0±7,16 ^g	
	min	372,0	221,0	98,0	22,0	
	max	894,0	424,0	184,0	40,0	125
Електропро- водимост, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Сх± SD	1288,5±365,5 ^{gh}	3305,0±430,7 ^f	3306,7±445,8 ^g	3261,7±329,8 ^h	
	min	695	2510	2480	2380	-
	max	1665	3690	3720	3630	-
Хлориди (Cl ⁻), mg/l	Сх± SD	130,0±30,1 ^{ghi}	830,8±68,7 ^g	767,3±113,1 ^h	506,5±104,3 ⁱ	
	min	86,7	724,8	555,8	405,3	-
	max	170,4	896,2	893,3	693,2	-
Общ натрий (Na ⁺), mg/l	Сх± SD	185,0±84,8 ^{hii}	732,1±46,0 ^h	719,0±88,4 ⁱ	490,5±57,2 ⁱ	
	min	116,0	659,0	556,0	411,0	-
	max	337,0	785,0	800,0	579,0	-

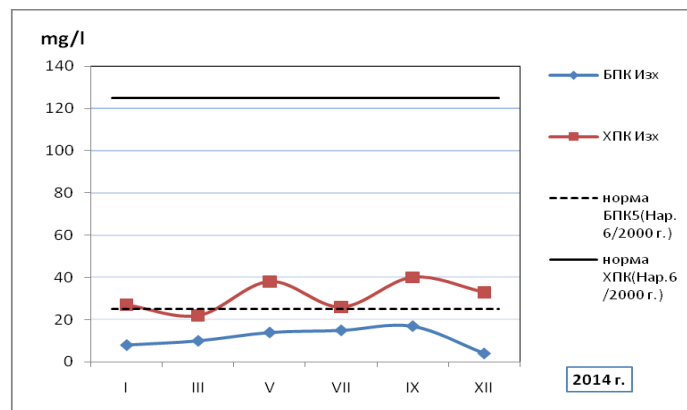
**Разликите са доказани при P<0.05- aa, bb; P<0.01- cc, dd; P<0.001 - ee, ff, gg, hh, ii

Активна реакция (pH). Стойностите на показателя в отделните пунктове за мониторинг се колебаят в сравнително тесни граници (6,33 - 7,74), с постепенно нарастване на стойностите от ПМ-1 към ПМ-4. Разликите в стойностите между отделните ПМ са статистически доказани при P<0.01-0.001. Според **Василев (2001)** процесите на

самопречистване на водите и на развитие на микроорганизмите е най-благоприятно при неутрална реакция - рН от 6 – 8, т.е. какъвто е диапазона и на получените резултати.

Биологична (БПК₅) и химична (ХПК) потребност от кислород (mg/l). Стойностите на показателя БПК₅ и на ХПК се изменят в широк диапазон, съответно от 4 до 454 mg/l и от 22 – 894 mg/l. И при двата показателя стойностите драстично и достоверно намаляват (при $P < 0.01-0.001$) от ПМ-1 към ПМ-4, което показва добрата ефективност на пречистване на ПС, основно по отношение на органичните замърсители. Тези резултати са сходни на резултатите за БПК₅ и на ХПК, установени от **Пенев (2013)**, за същата ПС.

И при двата наблюдавани показателя няма превишения на емисионните норми (Наредба № 6/2000 г.), за разглеждания период, което позволява тяхното заустване във водоприемника – река Азмака (**Фиг. 1**).



Фиг. 1. Изменение съдържанието на БПК₅ и ХПК в отпадъчните води, на изход от станцията, през м. Януари – м. Декември, спрямо Наредба № 6/2000 г.

Електропроводимост ($\mu S/cm$). Стойностите на този показател се колебаят в широки граници (695 – 3630 $\mu S/cm$), като нивата в ПМ-1 са средно над 2.5 пъти по-ниски от тези в останалите три ПМ (2, 3, 4). Най-вероятната причина за това е добавянето на полимерни флокуланти (Praestol 650 ВС, високомолекулен полиелектролит на основата на полиакриламида), при физикохимичното пречистване, целящо отстраняване на съединения, съществуващи под формата на суспензии, емулсии, разтворени неорганични и органични вещества (**Jakovlev et al., 1995; Kurenkov et al., 2002**).

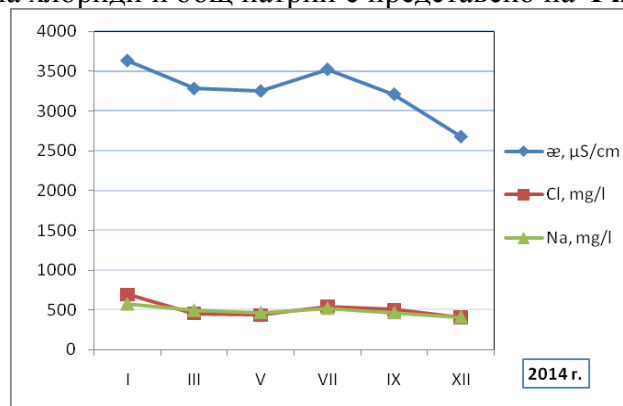
Хлориди (mg/l). Хлоридите се изменят също в широки граници (86,7 – 896,2 mg/l), като нивата в ПМ-1 са средно 3.9 пъти по-ниски от тези в ПМ-4, и средно 6.0 пъти по-ниски от тези в ПМ (2, 3). Установените високи нива на хлориди, най-вероятно се дължат на хлорния йон, влизащ в молекулата на полиакриламида, използван като катионен флокулант за пречистване на отпадъчните води. Според **Георгиева (2011)** концентрацията на Cl^- в природните води може да бъде значително повишена в резултат на потоци от пречиствателни станции, използващи хлор или хлориди. По данни на СЗО (WHO, 2004) хлоридите не са токсикологично опасни за живите организми, но повишеното им съдържание (над 30 mg/l) е сигнал за цялостното замърсяване на водите, в т.ч. от антропогенни източници (битово-фекални води, торови отпадъци, други замърсители).

Общ натрий (mg/l). Стойностите на този показател се колебаят в сравнително широк диапазон (116,0 – 800,0 mg/l), като нивата в ПМ-1 са средно от 5.0 до 7.0 пъти по-ниски от тези в ПМ (2, 3, 4). Установените високи нива на общ натрий, най-вероятно се дължат на

натриевия йон, влизащ в молекулата на полиакриламида, използван като анионен флокулант за пречистване на отпадъчните води.

За показателите рН, електропроводимост, съдържание на хлориди и общ натрий в отпадъчните води, липсват емисионни норми спрямо Наредба № 6/2000 г., ограничаващи тяхното заустване във водоприемниците, поради което и оценка на отпадъчните води в този аспект не може да се направи. Независимо от това, получените резултатите за тези показатели заслужават внимание, защото разкриват някои специфики на пречистване на отпадъчните води във физико-химичното стъпало на пречистване на ПС и обогатяват наличната база данни.

Установените високи стойности на електропроводимост са в правопрпорционална зависимост с отчетените високи нива на соли в пречистените отпадъчни води (при статистически доказани разлики $P < 0.001$), водещи до влошаване на екологичното състояние на водите, в които се заустват. Изменението на електропроводимостта в отпадъчните води спрямо съдържанието на хлориди и общ натрий е представено на **Фиг. 2**.



Фиг. 2. Изменение на електропроводимостта на отпадъчните води на изход, през м. Януари-м. Декември, спрямо хлоридите и общия натрий.

Заклучение

Проучването на отпадъчните води от пречиствателната станция за преработка на птиче месо, през периода м. Януари - м. Декември на 2014 г., по 6 физикохимични показателя, показва, че:

- Средното съдържание на изследваните показатели в ПМ-1 (на вход) и в ПМ-4 (на изход) на ПС е в диапазона както следва: рН от 6,65 до 7,61 рН единици; електропроводимост от 1288,5 до 3261,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$; БПК₅ от 357,3 до 11,3 mg/l; ХПК от 685,0 до 31,0 mg/l; Хлориди от 130,0 до 506,5 mg/l и общ натрий от 185,0 до 490,5 mg/l;
- По показателите БПК₅ и ХПК, за които има емисионните ограничения в Наредба №6/2000 г., качеството на пречистените отпадъчни води отговаря на нормативните изисквания за заустване във водоприемника - река Азмака, тъй като установените нива са под съответната пределно допустима стойност – БПК₅ до 25 mg/l и до 125 mg/l за ХПК;
- Ефективността на пречистване на отпадъчните води от ПС на предприятието е както следва: за БПК₅ (96,8%) и за ХПК (95,5%), което доказва ролята на физико-химичното стъпало за отстраняване на органичните замърсители в отпадъчните води.

- Добавянето на флокуланти (Praestol 650 BC) влияе негативно върху показателите електропроводимост, съдържание на хлориди и общ натрий, тъй като води до нарастване на техните нива. В тази връзка препоръчваме използване на друг алтернативен флокулант, като замаяната на синтетични полимери с биополимери (хитозан, целулоза, нишесте и др.)

Използвана литература

1. **Василев, Г.** (2001). Химия и опазване на околната среда, УИ “Св. Кл. Охридски”, София, 123-155.
2. **Георгиева, Н.** (2012). Химичен анализ и екологична оценка на природни води в регион Стара Загора, Дисертация за ДН, Тракийски университет, Стара Загора, 15-39.
3. **Игнатова, Н.** (1992). Опазване чистотата на водите, Изд. “Земиздат”, София, 55-65, 86-97.
4. **Костадинова, Г., Г. Петков, В. Баракова** (2007). Ефективност на пречистване на отпадъчните води от градската пречиствателната станция в гр. Казанлък, *Екология и Бъдеще*, 6 (1): 43-50.
5. **Михайлова, Гр.** (2013). Проучване и оценка на екологичния статус на повърхностните води във водосбора на река Тунджа, Дисертация за ОНС „Доктор“, Аграрен факултет при Тракийски университет, Стара Загора, 11-23.
6. **Наредба № 6** от 09.11.2000 г. за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти, ДВ бр. 97.
7. **Наредба № 2** от 8 юни 2011г. за издаване на разрешителни за заустване на отпадъчни води във водни обекти и определяне на индивидуалните емисионни ограничения на точкови източници на замърсяване, Обн. ДВ, бр. 47.
8. **Цачев, Ц.** (1992). Пречистване на промишлени отпадъчни води, София, Изд. “Техника”, 28-146, 203-206.
9. **Amit, S., and Rupali, G.** (2004). Developments in wastewater treatment methods. *Desalination*, 167, 55–63.
10. **Benatti, C.T., C.R.G. Tavares, E. Lenzi**, 2009. Sulfate removal from waste chemicals by precipitation. *J. Environ. Management*, 90(1)504-511.
11. **Debik, E., and Coskun, T.** (2009). Use of the Static Granular Bed Reactor (SGBR) with anaerobic sludge to treat poultry slaughterhouse wastewater and kinetic modeling. *Bioresour. Technol.* 100 (11), 2777-2782.
12. **Jakovlev, S., I. Mjasnikov, V. Potanina, J. Bukov, H. Ljchtenmjki, T. Keskinen** (1995) *Vodosnabzenije i san. Technika*, 3, 28.
13. **Kurenkov, V., H. Hartan, F. Lobanov** (2002)., Applicatoon of polyacrylamide flocculants for water treatment, *Chemical Technology*, 3, 11-31.
14. **Leitao, R., Haandel, A., Zeeman, G., and Lettinga, G.** (2006). The effects of operational and environmental variations on anaerobic wastewater treatment systems: A review. *Bioresour. Technol.* 97, 1105–1118.
15. **Stefanova, R., G. Kostadinova, N. Georgieva** (2012). Water quality assessment from own source at poultry farm located in rural region in South Bulgaria, *Agricultural Science and Technology*, 4 (2): 143-147.
16. **Szynkiewicz, A., M. Modelska, M. O. Jedrysek, M. Mastalerz** (2008). The effect of acid rain and altitude on concentration, $\delta^{34}\text{S}$, and $\delta^{18}\text{O}$ of sulfate in the water from Sudety Mountains, Poland. *Chemical Geology*, 249, 36–51.
17. **Zhang, Y., B. E. Rittmann, J. Wang, Y. Sheng, J. Yu, H. Shi, Y. Qian** (2005). High-carbohydrate wastewater treatment by IAL-CHS with immobilized *Candida tropicalis*. *Process Biochem.*, 40, 857-863.