УДК 579.695

НЕСТЕРОИДНЫЕ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КАК ЭМЕРДЖЕНТНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ

Е. А. Тюмина1, 2, Г. А. Бажутин1, 2, А. д. П. Картагена Гомез2, И. Б. Ившина1, 2,\*

1Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Пермь, Россия

2Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

\*Автор для корреспонденции e-mail: ivshina@iegm.ru

Поступила в редакцию

Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) представляют собой группу широко применяемых в медицинской и ветеринарной практике фармацевтических препаратов. НПВС на уровне нано- и микрограмм обнаруживаются в почвах, сточных, поверхностных, грунтовых водах, донных осадках, снеге, антарктических льдах и питьевой воде. Несмотря на незначительные детектируемые количества в окружающей среде, НПВС оказывают хроническое экотоксическое воздействие на биотические компоненты экосистем. Активно разрабатываются биотехнологические способы нейтрализации микрополлютантов группы НПВС с использованием грибов и бактерий. Настоящая работа содержит обзор литературы за последние 5–10 лет по обнаружению, экотоксичности и способам нейтрализации опасных эмерджентных загрязнителей группы НПВС.

*Ключевые слова:*эмерджентные загрязнители,фармполлютанты, НПВС, экотоксичность, биодеструкция

**Таблица S1.** Обнаружение НПВС в окружающей среде

| Страна | Источник обнаружения | Концентрация, нг/л | | Литературный источник |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Диклофенак** | | | | | |
| Антарктида (Аргентинская станция) | Сточные воды | 15087 | | (González-Alonso et al., 2017) |
| Эфемерные стоки | 84–7761 | |
| Стоки ледника | 77 | |
| Босния и Герцеговина | Поверхностные воды (речные) | 10–82 | | (Toušová et al., 2019) |
| Бразилия | Поверхностные воды (морские) | 19.4 | | (Pereira et al., 2016) |
| Канада | Сточные воды (очищенные) | 15.95–830 | | (Comeau et al., 2008; Lonappan et al., 2016; Saunders et al., 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | 4–6 | | (Comeau et al., 2008) |
| Чехия | Поверхностные воды | 1080 (max) | | (Marsik et al., 2017) |
| Китай | Поверхностные воды (речные) | 1.8–1300 | | (L. Yang et al., 2017) |
| Поверхностные воды (озера) | 3.3–230.5 | | (Ma et al., 2016)р |
| Сточные воды (неочищенные) | 128.6–1027.1 | | (Zhang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 7.9–237.7 | |
| Грунтовые воды | 0.3–750 (декабрь) | | (L. Yang et al., 2017) |
| Хорватия | Сточные воды (очищенные) | 113–732 | | (Česen et al., 2019) |
| Поверхностные воды (речные) | 0.0649–2.35 | |
| Колумбия | Сточные воды (неочищенные) | 81–717 | | (Botero-Coy et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 111–446 | |
| Больничные сточные воды | 1080–3040 | |
| Коста-Рика | Поверхностные воды (речные) | <12–266 | | (Spongberg et al., 2011) |
| Поверхностные воды (морские) | <14 | |
| Питьевая вода | <12 | |
| Сточные воды (очищенные) | 62 | |
| Финляндия | Сточные воды (неочищенные) | 250–750 | | (Lindholm-Lehto et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 1000–2250 | |
| Поверхностные воды (озера) | 20–470 | |
| Франция | Поверхностные воды (речные) | 20–70 | | (Vystavna et al., 2012) |
| Германия | Поверхностные воды (морские) | 54 | | (UNESCO, HELCOM, 2017) |
| Поверхностные воды (речные) | 9-79 | | (Huebner et al., 2015) |
| Сточные воды (неочищенные) | 2100-3900 | |
| Сточные воды (очищенные) | 1600-2900 | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 514–4869 (max) | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015; Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 761–2668 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015; Papageorgiou et al., 2016) |
| Поверхностные воды (морские) | <1.4–16.3 | | (Alygizakis et al., 2016) |
| Донные отложения | 234 нг/г | | (Koumaki et al., 2017) |
| Венгрия | Поверхностные воды (речные) | 24–931 | | (Helenkár et al., 2010) |
| Индия | Сточные воды (неочищенные) | 1430–25680 | | (Singh et al., 2014) |
| Ирландия | Сточные воды (очищенные) | 310–2630 | | (McEneff et al., 2014) |
| Поверхностные воды (морские) | 110–460 | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 44 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Питьевая вода (очищенная) | 16 | |
| Иордания | Поверхностные воды (речные) | 160 (max) | | (Tiehm et al., 2011) |
| Сточные воды (очищенные) | 390 (max) | |
| Кения | Сточные воды (неочищенные) | 930–1510 | | (K’oreje et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 30–61 | |
| Поверхностные воды (речные) | 30–730 | |
| Малайзия | Поверхностные воды (речные) | 15.49 | | (Praveena et al., 2018) |
| Мексика | Поверхностные воды (речные) | 28–1398 | | (Félix-Cañedo et al., 2013; González-González et al., 2014; Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (неочищенные) | 2325–2470 | | (Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 1865–2180 | |
| Грунтовые воды | 1 | | (Félix-Cañedo et al., 2013) |
| Новая Зеландия | Грунтовые воды | 1000 (max) | | (Moreau et al., 2019) |
| Пакистан | Сточные воды (неочищенные) | 2–600 | | (Khan et al., 2018) |
| Польша | Сточные воды (неочищенные) | 3–11720 | | (Kapelewska et al., 2018; Kot-Wasik et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 20–5401.5 | |
| Фильтрат под ТБО | 2100–108340 | | (Kapelewska et al., 2018) |
| Грунтовые воды под ТБО | 150–2770 | |
| Португалия | Поверхностные воды (океанические) | 34 | | (Paíga et al., 2015) |
| Поверхностные воды (морские) | 241 (max) | | (Lolić et al., 2015) |
| ЮАР | Донные отложения | 57.2 – 309 нг/г | | (Agunbiade, Moodley, 2016) |
| Сточные воды (неочищенные) | 10001–104000 | | (Agunbiade, Moodley, 2016; Gumbi et al., 2017; Madikizela, Chimuka, 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | 600–8174 | | (Agunbiade, Moodley, 2016; Gumbi et al., 2017) |
| Сточные воды (очищенные) | 20800 | | (Madikizela, Chimuka, 2016) |
| Россия | Сточные воды (неочищенные) | 154.2–800 | | (HELCOM, 2014) |
| Сточные воды (очищенные) | 153.8–750 | |
| Сточные воды | 0.19–0.35 | |
| Поверхностные воды | 3.9–270.0 | | (Русских и др., 2014) |
| Поверхностные воды (водохранилище) | 0.025 | | (Баренбойм и др, 2014) |
| Саудовская Аравия | Поверхностные воды (морские) | 14020 | | (Ali et al., 2017) |
| Шотландия | Сточные воды (очищенные) | 24.2–927 | | (Nebot et al., 2015) |
| Поверхностные воды (речные) | 1.9 (max) | |
| Сингапур | Морские воды | <1.5–11.6 | | (Bayen et al., 2013) |
| Словения | Сточные воды (очищенные) | 487–812 | | (Česen et al., 2019) |
| Поверхностные (речные) воды | 2.93–4.62 | |
| Испания | Поверхностные воды (речные) | 49–3363 | | (Carmona et al., 2014; Valcárcel et al., 2011) |
| Донные отложения | 15 | | (Carmona et al., 2014) |
| Минеральные воды | 25 | |
| Питьевая вода | 18 | |
| Сточные воды (неочищенные) | 90–195 | | (Biel-Maeso et al., 2018; Carmona et al., 2014) |
| Сточные воды (очищенные) | 172–277 | |
| Океанические воды | 2.5 | | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| Великобритания | Поверхностные воды (эстуарий) | 250.8 (max) | | (Letsinger et al., 2019) |
| Украина | Поверхностные воды (речные) | 2.5–250 | | (Vystavna et al., 2012) |
| США | Питьевые воды (неочищенные) | 1.2 | | (Benotti et al., 2009) |
| Поверхностные воды (речные) | 2.5–124 | | (Maruya et al., 2016; Sengupta et al., 2014) |
| **Ибупрофен** | | | | | |
| Австралия | Сточные воды (неочищенные) | 2800–10300 | | (Al-Rifai et al., 2007) |
| Бразилия | Морские воды | 326.1–2094.4 | | (Pereira et al., 2016) |
| Канада | Сточные воды (очищенные) | 140–13200 | | (Comeau et al., 2008; Saunders et al., 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | 3–230 | | (Comeau et al., 2008) |
| Чехия | Поверхностные воды (речные) | 3210 (max) | | (Marsik et al., 2017) |
| Китай | Поверхностные воды (речные) | 19.8–324.5 | | (Ma et al., 2019, 2016) |
| Сточные воды (неочищенные) | 268–2240 | | (Wang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 26.4–294 | |
| Шлам | 21.8–119 | |
| Хорватия | Сточные воды (очищенные) | 4330–6130 | | (Česen et al., 2019) |
| Поверхностные (речные) воды | 2.64–262 | |
| Коста-Рика | Поверхностные воды (речные) | <5–36788 | | (Spongberg et al., 2011) |
| Поверхностные воды (морские) | <5–969 | |
| Сточные воды (очищенные) | 399 | |
| Питьевая вода | <5 | |
| Финляндия | Сточные воды (неочищенные) | 3700–12800 | | (Lindholm-Lehto et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 60–820 | |
| Поверхностные воды (озера) | 10–250 | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 526-1.928 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015) |
| Поверхностные воды (речные) | 22 | | (Koumaki et al., 2017) |
| Донные отложения | 122 нг/г | |
| Венгрия | Поверхностные воды (речные) | 3.7–50 | | (Helenkár et al., 2010) |
| Индия | Сточные воды (неочищенные) | 10020–26450 | | (Singh et al., 2014) |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 2.4–33 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Сточные воды (индустриальные) | 17 | |
| Питьевая вода (очищенная) | 4–6 | |
| Иордания | Поверхностные воды (речные) | 1400 | | (Tiehm et al., 2011) |
| Сточные воды (очищенные) | 750 | |
| Кения | Сточные воды (неочищенные) | 6460–10550 | | (K’oreje et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 1910–2070 | |
| Поверхностные воды (речные) | 140–17440 | |
| Мексика | Поверхностные воды | 502–1106 | | (Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (неочищенные) | 1840–1835 | |
| Поверхностные воды (dam) | 3610–4510 | | (González-González et al., 2014) |
| Поверхностные воды (водохранилище) | 15–45 | | (Félix-Cañedo et al., 2013) |
| Резервуары для хранения воды | 1–3 | |
| Поверхностные (речные) воды | 59.0–100.3 | | (Díaz, Peña-Alvarez, 2017) |
| Новая Зеландия | Грунтовые воды | 1000 | | (Moreau et al., 2019) |
| Пакистан | Сточные воды (неочищенные) | 40–350 | | (Khan et al., 2018) |
| Польша | Сточные воды (неочищенные) | 4198.4–10864.0 | | (Kot-Wasik et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 24.1–644.2 | |
| Португалия | Поверхностные воды (океанические) | 5–110 | | (Paíga et al., 2015) |
| Поверхностные воды (морские) | 222 (max) | | (Lolić et al., 2015) |
| Саудовская Аравия | Поверхностные воды (морские) | 508 | | (Ali et al., 2017) |
| ЮАР | Донные отложения | 4.76–11.2 | | (Agunbiade, Moodley, 2016) |
| Сточные воды (неочищенные) | 6.02–17600 | | (Agunbiade, Moodley, 2016; Madikizela, Chimuka, 2016; Gumbi et al., 2017) |
| Сточные воды (очищенные) | 12000–67900 | | (Madikizela, Chimuka, 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | 445–11400 | | (Agunbiade, Moodley, 2016; Madikizela, Chimuka, 2016; Gumbi et al., 2017) |
| Шотландия | Сточные воды (очищенные) | 278–2026 | | (Nebot et al., 2015) |
| Сингапур | Морские воды | <2.2–9.1 | | (Bayen et al., 2013) |
| Словения | Поверхностные воды (речные) | 1.46 | | (Česen et al., 2019) |
| Испания | Поверхностные воды (речные) | 830–16886 | | (Valcárcel et al., 2011; Carmona et al., 2014) |
| Донные осадки | 30 нг/г | | (Carmona et al., 2014) |
| Минеральные воды | 12 | |
| Питьевая вода | 39 | |
| Сточные воды (неочищенные) | 4374–27424 | | (Carmona et al., 2014; Biel-Maeso et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 164–288 | | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| Океанические воды | 32.3 | |
| Тайвань | Сточные воды (неочищенные) | 1022.5–1260 | | (Lai et al., 2016) |
| Сточные воды (неочищенные) | 60.5–189 | |
| Поверхностные воды (озера) | 12.2–41.7 | |
| Великобритания | Поверхностные воды (эстуарий) | 6297.14 | | (Letsinger et al., 2019) |
| США | Речные воды | 9.6–40.5 | | (Ferrer, Thurman, 2012; Sengupta et al., 2014; Maruya et al., 2016) |
| **Напроксен** | | | | | |
| Австралия | Сточные воды (неочищенные) | 3100–7800 | | (Al-Rifai et al., 2007) |
| Бразилия | Поверхностные воды (речные) | 340–620 | | (Ide et al., 2017) |
| Канада | Сточные воды (очищенные) | 12–29147 | | (Comeau et al., 2008; Tong et al., 2015; Saunders et al., 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | 5–130 | | (Comeau et al., 2008; Tong et al., 2015) |
| Чехия | Речные воды | 1423.8 | | (Marsik et al., 2017) |
| Китай | Поверхностные воды (речные) | 3.9–43.2 | | (Ma et al., 2016, 2019) |
| Сточные воды (неочищенные) | 1.63–20.4 | | (Wang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 16.8 (max) | |
| Шлам | 33300-218000 нг/кг | |
| Хорватия | Сточные воды (очищенные) | 81.6–2190 | | (Česen et al., 2019) |
| Поверхностные воды (речные) | 2.67–20.4 | |
| Колумбия | Сточные воды (неочищенные) | 519–3720 | | (Botero-Coy et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 432–2810 | |
| Больничные стоки | 2660–5740 | |
| Финляндия | Сточные воды (неочищенные) | 200–1500 | | (Lindholm-Lehto et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 100–450 | |
| Поверхностные воды (озера) | 0–80 | |
| Франция | Поверхностные воды (речные) | 30–50 | | (Vystavna et al., 2012) |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 648–1.363 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015; Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды очищенные | 112–176 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015) |
| Поверхностные воды (речные) | 28 | | (Koumaki et al., 2017) |
| Донные отложения | 181 нг/г | |
| Морские воды | <0.01–0.8 | | (Alygizakis et al., 2016) |
| Индия | Сточные воды (неочищенные) | 1650 | | (Singh et al., 2014) |
| Иордания | Поверхностные воды (речные) | 550 | | (Tiehm et al., 2011) |
| Сточные воды (очищенные) | 240 | |
| Мексика | Поверхностные воды (речные) | 101.8–4820 | | (González-González et al., 2014; Díaz, Peña-Alvarez, 2017; Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (неочищенные) | 2420–2800 | | (Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 194–392 | | (Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Поверхностные воды (водохранилище) | 52–186 | | (Félix-Cañedo et al., 2013) |
| Резервуары для хранения воды | 1–5 | |
| Донные отложения | 1.8–3.7 | | (Díaz, Peña-Alvarez, 2017) |
| Португалия | Поверхностные воды (океанические) | 18–58 | | (Paíga et al., 2015) |
| Поверхностные воды (морские) | 178 (max) | | (Lolić et al., 2015) |
| ЮАР | Сточные воды (неочищенные) | 59300 | | (Gumbi et al., 2017) |
| Сингапур | Морские воды | <0.9–7.3 | | (Bayen et al., 2013) |
| Словения | Поверхностные воды (речные) | 2.92–12.6 | | (Česen et al., 2019) |
| Испания | Речные воды | 387–3140 | | (Valcárcel et al., 2011) |
| Речные воды | 278 | | (Carmona et al., 2014) |
| Донные осадки | 13 нг/г | |
| Минеральные воды | 25 | |
| Питьевая вода | 11 | |
| Сточные воды (неочищенные) | 2399 | |
| Сточные воды (очищенные) | 102 | |
| Сточные воды (неочищенные) | 12883–16774 | | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 75–124 | |
| Тайвань | Сточные воды (неочищенные) | 145–685 | | (Lai et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 34–257 | |
| Поверхностные воды (речные) | 0.3 | |
| Украина | (речные) | 10–15 | | (Vystavna et al., 2012) |
| США | Поверхностные воды (речные) | 22 | | (Ferrer, Thurman, 2012) |
| Снег | 3.74 | | (Ferrey et al., 2018) |
| Питьевые воды (неочищенные) | 32 | | (Benotti et al., 2009) |
| **Кетопрофен** | | | | | |
| Канада | Сточные воды (очищенные) | | 18–52 | (Comeau et al., 2008) |
| Поверхностные воды (речные) | | 6–12 |
| Сточные воды (очищенные) | | 140–260 | (Saunders et al., 2016) |
| Чехия | Речные воды | | 929.8 | (Marsik et al., 2017) |
| Китай | Сточные воды (неочищенные) | | 13.0–78881.0 | (Wang et al., 2018; Zhang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | | 19.7–1712.7 |
| Шлам | | 33.3–218 | (Wang et al., 2018) |
| Хорватия | Сточные воды (очищенные) | | 53.8–2460 | (Česen et al., 2019) |
| Поверхностные воды (речные) | | 1.25–52.7 |
| Коста-Рика | Поверхностные воды (речные) | | <6–9808 | (Spongberg et al., 2011) |
| Поверхностные воды (морские) | | <7–805 |
| Сточные воды (очищенные) | | <6 |
| Питьевая вода | | <6 |
| Финляндия | Сточные воды (неочищенные) | | 250–450 | (Lindholm-Lehto et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | | 200–300 |
| Поверхностные воды (озера) | | 20–75 |
| Франция | Поверхностные воды (речные) | | 30–140 | (Vystavna et al., 2012) |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | | 134-793 | (Dasenaki, Thomaidis, 2015; Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | | 41.3–220 |
| Донные отложения | | 102 нг/г | (Koumaki et al., 2017) |
| Индия | Сточные воды (неочищенные) | | 16210 | (Singh et al., 2014) |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | | 3.7-31 | (Simazaki et al., 2015) |
| Сточные воды (индустриальные) | | 5.7–60 |
| Мексика | Поверхностные воды (водохранилище) | | 21–42 | (Félix-Cañedo et al., 2013) |
| Польша | Сточные воды (неочищенные) | | 1225.4–4030.4 | (Kot-Wasik et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | | 73.0–321.8 |
| Португалия | Поверхностные воды (океанические) | | 11–17 | (Paíga et al., 2015) |
| Поверхностные воды (морские) | | 89.7 (max) | (Lolić et al., 2015) |
| ЮАР | Донные отложения | | 6.68–57.4 | (Agunbiade, Moodley, 2016) |
| Сточные воды (неочищенные) | | 1.84–3154 | (Agunbiade, Moodley, 2016; Madikizela, Chimuka, 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | | 0.68–9220 | (Agunbiade, Moodley, 2016; Madikizela, Chimuka, 2016; Gumbi et al., 2017) |
| Сточные воды (очищенные) | | 5.34 | (Madikizela, Chimuka, 2016) |
| Россия | Сточные воды (неочищенные) | | 7.5–756 | (HELCOM, 2014) |
| Сточные воды (очищенные) | | 7.2–267 |
| Поверхностные воды (речные) | | 260 | (Русских и др., 2014) |
| Словения | Сточные воды (очищенные) | | 84.5 | (Česen et al., 2019) |
| Поверхностные воды (речные) | | 0.897–3.42 |
| Испания | Речные воды | | 43–1567 | (Valcárcel et al., 2011) |
| Сточные воды (неочищенные) | | 883–1118 | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | | 465–505 |
| Тайвань | Сточные воды (неочищенные) | | 7.2–410 | (Lai et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | | 2.7–20 |
| Поверхностные воды (озера) | | 0.8 |
| Украина | Поверхностные воды (речные) | | 5–75 | (Vystavna et al., 2012) |
| **Мелоксикам** | | | | | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | <6.54–121 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015) |
| Сточные воды (очищенные) | <6.54–218 | |
| **Мефенамовая** **кислота** | | | | | |
| Канада | Грунтовые воды | 6–33 | | (Saby et al., 2017) |
| Китай | Сточные воды (неочищенные) | 1.30–115.3 | | (Wang et al., 2018; Zhang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 0.272–110.9 | |
| Шлам Sewage sludge | 5.39–17.7 | | (Wang et al., 2018) |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 9581-129427 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015) |
| Сточные воды (очищенные) | 360–1850 | |
| Морские воды | <0.2–10.9 | | (Alygizakis et al., 2016) |
| Ирландия | Сточные воды (очищенные) | 90–1550 | | (McEneff et al., 2014) |
| Поверхностные воды (морские) | 80–480 | |
| Италия | Сточные воды (неочищенные) | 0.1-0.75 | | (Verlicchi et al., 2012) |
| Япония | Воды для промышленности | 37.8 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Шотландия | Сточные воды (очищенные) | 10.7- 1327 | | (Nebot et al., 2015) |
| Поверхностные воды (речные) | 0.5 (макс дет) | |
| Испания | Поверхностные воды (речные) | 0.003–104 | | (Valcárcel et al., 2011) |
| Океанические воды | 2.7 | | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| Швейцария | Сточные воды (неочищенные) | 0.1157–4540 | | (Gumbi et al., 2017; Hollender et al., 2009; Kovalova et al., 2012) |
| **Меклофенамовая кислота** | | | | | |
| ЮАР | Поверхностные воды (речные) | 849–2380 | | (Gumbi et al., 2017) |
| **Нифлумовая кислота** | | | | | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 420–675 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015) |
| Сточные воды (очищенные) | 423–632 | |
| **Флуфенамовая кислота** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 2.4–4.3 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Воды для промышленности | 3.8 | |
| **Фенбуфен** | | | | | |
| Италия | Шлам | 1.5–11.4 | | (Rossini et al., 2016) |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 51 | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Флуниксин** | | | | | |
| Франция | Поверхностные воды (речные) | 35–1450 | | (Jaffrézic et al., 2017) |
| Испания | Почва | 140–180 | | (Azzouz, Ballesteros, 2012) |
| Донные отложения | 45–190 | |
| Шлам | 200–290 | |
| **Индометацин** | | | | | |
| Канада | Сточные воды (неочищенные) | 41–120 | | (Comeau et al., 2008) |
| Чехия | Поверхностные воды (речные) | 69.3 | | (Marsik et al., 2017) |
| Китай | Сточные воды (неочищенные) | 0.828–99.4 | | (Wang et al., 2018; Zhang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 0.133–63.6 | |
| Шлам | 7.86 (max) | | (Wang et al., 2018) |
| Коста-Рика | Поверхностные воды (речные) | <7–2323 | | (Spongberg et al., 2011) |
| Поверхностные воды (морские) | <6–65 | |
| Сточные воды (очищенные) | 142 | |
| Питьевая вода | <7 | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 297 (max) | | (Papageorgiou et al., 2016) |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 2.5–11 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Сточные воды (индустриальные) | 32–50 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Кения | Сточные воды (неочищенные) | 980 | | (K’oreje et al., 2016) |
| Поверхностные воды (речные) | 40–120 | |
| Мексика | Поверхностные воды (речные) | 206–362 | | (Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (неочищенные) | 165–310 | |
| Сточные воды (очищенные) | 150–310 | |
| Испания | Речные воды | 66–267 | | (Valcárcel et al., 2011) |
| Речные воды | 3 | | (Carmona et al., 2014) |
| Донные отложения | 4 нг/г | |
| Минеральные воды | 7 | |
| Питьевая вода | 4 | |
| Сточные воды (неочищенные) | 0.6 | |
| **Феназон** | | | | | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 27.7 | | (Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 18 | |
| Испания | Речные воды | 53-752 | | (Valcárcel et al., 2011) |
| Сточные воды (неочищенные) | 91–105 | | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 550–962 | |
| **Пропифеназон** | | | | | |
| Испания | Поверхностные воды (речные) | 2-56 | | (Valcárcel et al., 2011) |
| **Пироксикам** | | | | | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 44.9 (max) | | (Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 21 | |
| **Салициловая кислота** | | | | | |
| Австралия | Сточные воды (неочищенные) | 9000–38500 | | (Al-Rifai et al., 2007) |
| Бразилия | Поверхностные воды (речные) | 5170 | | (Ide et al., 2017) |
| Канада | Сточные воды (неочищенные) | 76–430 | | (Comeau et al., 2008) |
| Поверхностные воды (речные) | 5–130 | |
| Коста-Рика | Поверхностные воды (речные) | <11–274 | | (Spongberg et al., 2011) |
| Поверхностные воды (морские) | <6–215 | |
| Сточные воды (очищенные) | 37 | |
| Питьевая вода | 27 | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 272–16044 | | (Dasenaki, Thomaidis, 2015; Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 121–591 | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 9.5 (max) | | (Simazaki et al., 2015) |
| Источник для промышленных нужд | 3.7 | |
| Мексика | Поверхностные воды (речные) | 200–664 | | (Rivera-Jaimes et al., 2018) |
| Сточные воды (неочищенные) | 125–335 | |
| Сточные воды (очищенные) | 130–320 | |
| Поверхностные воды (водохранилище) | 29–309 | | (Félix-Cañedo et al., 2013) |
| Грунтовые воды | 1–464 | |
| Резервуары для хранения воды | 1–106 | |
| Испания | Поверхностные воды (речные) | 27-83 | | (Valcárcel et al., 2011; Carmona et al., 2014) |
| Донные отложения | 318 нг/л | | (Carmona et al., 2014) |
| Минеральные воды | 33 | |
| Питьевая вода | 31 | |
| Сточные воды (неочищенные) | 295–57533 | | (Gumbi et al., 2017; Biel-Maeso et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 30–110 | |
| Океанические воды | 86.3 | | (Biel-Maeso et al., 2018) |
| **Нимесулид** | | | | | |
| Бразилия | Поверхностные воды (канал) | 70–730 | | (Caldas et al., 2018) |
| Питьевые воды | 181 | |
| Греция | Сточные воды (неочищенные) | 3581 (max) | | (Papageorgiou et al., 2016) |
| Сточные воды (очищенные) | 9731 (max) | |
| Португалия | Поверхностные воды (океанические) | 0.45 | | (Paíga et al., 2015) |
| Поверхностные воды (морские) | 7.33 (max) | | (Lolić et al., 2015) |
| **Толметин** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 66 (max) | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Фенацетин** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 11–44 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Воды для промышленных нужд | 8.5 (max) | |
| **Набуметон** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 2.3 (max) | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Флурбипрофен** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 1.7 | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Этодолак** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 12–16 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Сточные воды (индустриальные) | 26–67 | |
| **Дифлунизал** | | | | | |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 5.6 | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Аспирин** | | | | | |
| Бразилия | Поверхностные воды (речные) | 930 | | (Ide et al., 2017) |
| Канада | Сточные воды (очищенные) | 3350–3990 | | (Saunders et al., 2016) |
| Япония | Источник питьевых вод (до очистки) | 7 | | (Simazaki et al., 2015) |
| Португалия | Поверхностные воды (океанические) | 5 | | (Paíga et al., 2015) |
| Поверхностные воды (морские) | 5.34 (max) | | (Lolić et al., 2015) |
| ЮАР | Донные отложения | 212–427 | | (Agunbiade, Moodley, 2016) |
| Сточные воды (неочищенные) | 44243–118025 | |
| Поверхностные воды | 13708–25345 | |
| Поверхностные воды (речные) | 1130 | | (Gumbi et al., 2017) |
| **Сулиак** | | | | | |
| Япония | Источник для промышленных нужд | 11 | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Тирамид** | | | | | |
| Япония | Источник для промышленных нужд | 5.0 | | (Simazaki et al., 2015) |
| **Фенопрофен** | | | | | |
| Канада | Сточные воды (очищенные) | 1–15 | | (Comeau et al., 2008; Saunders et al., 2016) |
| Китай | Сточные воды (неочищенные) | 195 (max) | | (Wang et al., 2018) |
| Сточные воды (очищенные) | 179 (max) | |
| Шлам | 8.53–707 | |

Примечание: учитывались только показатели с положительным детектированием (positive detection); max – максимальная детектированная концентрация.

**Таблица S2.** Экотоксические эффекты НПВС в отношении животных, растений и микроорганизмов

| НПВС | Концентрация | Экспозиция | Организм | Негативные эффекты | Источник |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Позвоночные животные** | | | | | |
| Диклофенак | 1, 5, 20. 50, 100 мкг/л | 28 сут | *Oncorhynchus mykiss* | Цитологические изменения в печени, почках, жабрах | (Triebskorn et al., 2007) |
| 0.5, 1, 5, 25 мкг/л | 21 сут | *Oncorhynchus mykiss* | Нарушения в почках и желудочно-кишечном тракте | (Mehinto et al., 2010) |
| 0.1, 1, 10, 100 мкг/л | 25 сут | *Salmo trutta* | Цитологические изменения в печени, почках, жабрах; повышенная свертность | (Schwarz et al., 2017) |
| 7 мг/л | 30 сут | *Danio rerio* | Эмбриотоксичность, анормальные морфометрические изменения | (Horie et al., 2018) |
| 26.5 мкг/л | 40 сут | *Oryzias latipes* | Нижнечелюстной дисморфизм | (Yokota et al., 2018) |
| 1.57, 3.14, 6.28 мг/л | 42 сут | *Clarias gariepinus* | Нарушения в кровеносной системе, изменение активности ферментов (аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, лактатдегидрогеназа) | (Ajima et al., 2015) |
| 0.17, 763 мкг/л | 96 ч | *Galaxias maculatus* | Окислительный стресс (увеличение каталазной активности, липидная пероксидация) | (McRae et al., 2018) |
| 1.25 мг/л | 48 ч | *Danio rerio* | Окислительный стресс, апоптоз, дерегуляция киназной активности, липидного метаблизма, митохондриальная дисфункция | (De Felice et al., 2012) |
| 1, 10, 100 мкг/л | 35 сут | *Cirrhinus mrigala* | Эндокринные нарушения щитовидной железы | (Saravanan et al., 2014) |
| 60 мкг/л | 35 сут | *Tinca tinca* | Окислительный стресс (снижение активности глутатион-S-трансферазы, каталазы) | (Stancova et al., 2017) |
| Ибупрофен | 1–100 мкг/л | 6 нед | *Oryzias latipes* | Изменения в репродуктивной системе | (Flippin et al., 2007) |
| 60 мкг/л | 35 сут | *Tinca tinca* | Окислительный стресс (снижение активности глутатион-S-трансферазы, каталазы) | (Stancova et al., 2017) |
| 0.1, 1, 10 мкг/л | 14 сут | *Rhamdia quelen* | Окислительный стресс, изменение осморегуляции, иммуносупрессия | (Mathias et al., 2018) |
| 0.1, 10, 100 мкг/л | 14, 21 сут | *Danio rerio* | Гормональные репродуктивные нарушения, замедление вылупления эмбрионов из икры | (Ji et al., 2013) |
| 0.1 мг/л | 12 сут | *Oryzias latipes* | Замедление вылупления эмбрионов из икры, индукция выработки вителлогенина у самцов | (Han et al., 2010) |
| Индометацин | 0.002 мг/л | 144 ч | *Danio rerio* | Сердечные аномалии, репродуктивные нарушения, морфологические деформации | (Selderslaghs et al., 2012) |
| Кетопрофен | 1, 10, 100 мг/л | 42 сут | *Danio rerio* | Морфологические, гистопатологические изменения, эмбриотоксичность, окислительный стресс, изменения метаболического профиля | (Rangasamy et al., 2018) |
| Напроксен | 0.5 мг/л | 30 сут | *Oryzias latipes* | Эмбриотоксичность, влияние на экспрессию генов | (Kwak et al., 2018) |
| Мефенамовая кислота | 1 мг/л | 32 сут | *Danio rerio* | Снижение выживаемости мальков, эндокринные нарушения | (Collard et al., 2013) |
| НПВС коктейль (диклофенак, ибупрофен, напроксен) | 10 мкМ | 96 ч | *C. carpio* | Окислительный стресс (увеличение содержания общих белков, увеличение соотношения востановленного и окисленного глутатиона, уменьшение супероксиддисмутазной, каталазной активности) | (Gao et al., 2018) |
| Продукты деградации НПВС (диклофенак, ибупрофен, напроксен) |  | 96 ч | Окислительный стресс (увеличение содержания общих белков, уменьшение соотношения востановленного и окисленного глутатиона, уменьшение супероксиддисмутазной, каталазной активности) |
| **Беспозвоночные животные** | | | | | |
| Ацетилсалициловая кислота | 8.83 мг/л | 48 ч | *Daphnia magna* | Окислительный стресс, повреждение ДНК | (Gómez-Oliván et al., 2014a) |
| Диклофенак | 0.25 мг/л | 8 сут | *Ceriodaphnia silvestrii* | Снижение плодовитости | (de Oliveira et al., 2018) |
| 34 мкг/г | 21 сут | *Chironomus riparius* | Угнетение скорости роста | (Nieto et al., 2016) |
| 2.5 мкг/л | 60 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Угнетение стабильности лизосомальных мембран, сокращение соотношения гранулоцитов/гиалоцитов, повреждение ДНК | (Mezzelani et al., 2018) |
| 1 и 10 мкг/л | 30 мин  24 ч | *Mytilus galloprovincialis* | Морфологические изменения, влияние на экспрессию генов | (Balbi et al., 2018) |
| 250 нг/л | 15 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Окислительный стресс (окисление липидов, увеличение супероксиддисмутазной, каталазной активности) | (Gonzalez-Rey, Bebianno, 2014) |
| 250 нг/л | 3 сут, 7 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Увеличение щелочно-лабильного фосфатного уровня в женских гонадах (маркер эндокринных нарушений) | (Gonzalez-Rey, Bebianno, 2014) |
| 1–10000 мкг/л | 21 сут | *Mytilus edulis trossulus* | Снижение скорости роста, изменение секреции биссусовой железы | (Ericson et al., 2010) |
| ≥0.1 мкг/л | 0–2 ч | *Asterias rubens*, *Psammechinus miliaris*,*Arenicola marina* | Нарушения в репродуктивной системе | (Mohd Zanuri et al., 2017) |
| 0.46 мг/л | 72 ч | *Hyalella azteca* | Окислительный стресс (окисление липидов, увеличение каталазной и глутатионпероксидазной активности, снижение супероксиддисмутазной активности) | (Novoa-Luna et al., 2016) |
| 1 мкг/л, 1000 мкг/л | 96 ч | *Mytilus* spp. | Окислительный стресс (окисление липидов) | (Schmidt et al., 2011) |
| 5, 50, 500, 5000 мкг/л | 24, 48, 96 ч, 21 сут | *Daphnia magna* | Изменение экспресии генов детоксификации (HR96, глутатион-S-трансфераза, CYP314, p-гликопротеин, экдизоновый рецептор, вителлогенин), репродуктивные нарушения | (Liu et al., 2017) |
| 10, 100, 1000 мкг/л | 3 сут | *Lymnaea stagnalis* | Иммунные ответы (увеличение плотности гемацитов, НАДФ-оксидазной активности) | (Boisseaux et al., 2017) |
| Ибупрофен | 80 мг/л | 14 сут | *Daphnia magna* | Снижение численности популяции | (Heckmann et al., 2007) |
| 1–100 нг/л | 1.5 ч | *Gammarus pulex* | Снижение двигательной активности | (De Lange et al., 2006) |
| 2.43 мг/л | 21 сут | *Planorbis carinatus* | Снижение скорости роста | (Pounds et al., 2008) |
| 2.5 мкг/л | 60 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Угнетение стабильности лизосомальных мембран | (Mezzelani et al., 2018) |
| 2.5 мкг/л | 30 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Увеличение содержания нейтральных липидов, уменьшение активности ацетил-КоА-оксидазы, снижение фагоцитозной активности | (Mezzelani et al., 2018) |
| 1–10000 мкг/л | 21 сут | *Mytilus edulis trossulus* | Снижение скорости роста, изменение секреции биссусовой железы | (Ericson et al., 2010) |
| 1–100 мкг/л | 0–2 ч | *Psammechinus miliaris* | Нарушения в репродуктивной системе | (Mohd Zanuri et al., 2017) |
| 0.2 мкг/л, 2.0 мкг/л, 8.0 мкг/л | 96 ч | *Dreissena polymorpha* | Индукция генетических и клеточных нарушений, окислительный стресс | (Parolini et al., 2011) |
| 250 нг/л | 14 сут | *Dreissena polymorpha* | Окислительный стресс | (Gonzalez-Rey, Bebianno, 2012) |
| Кетопрофен | 2.5 мкг/л | 60 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Угнетение стабильности лизосомальных мембран, увеличение содержания липофусцина | (Mezzelani et al., 2018) |
| 2.5 мкг/л | 30 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Увеличение содержания нейтральных липидов, уменьшение активности ацетил-КоА-оксидазы, снижение фагоцитозной активности | (Mezzelani et al., 2018) |
| 2.5 мкг/л | 14 сут | *Mytilus galloprovincialis* | Разрыв цепи ДНК, сокращение соотношения гранулоцитов/гиалоцитов | (Mezzelani et al., 2018) |
| Мефенамовая кислота | 1 мг/л | 48 ч | *Daphnia magna* | Нарушения в репродуктивной системе | (Collard et al., 2013) |
| 0.25 мг/л | 48 ч | *Moina macropora* | Нарушения в репродуктивной системе |  |
| Напроксен | 0.33 мг/л | 48 ч | *Ceriodaphnia dubia* | Нарушения в репродуктивной системе | (Isidori et al., 2005) |
| НПВС коктейль | Д 7.6 мкг/л  И 7.3 мкг/л  Н 12.6 мкг/л  АЦ 22.1 мкг/л | 72 ч | *Hyalella azteca* | Окислительный стресс (индукция перекисного окисления липидов; каталазной активности; супердисмутазной активности; глутатион-пероксидазной активности) | (Novoa-Luna et al., 2016) |
| Д (0.76 мг/л)+АЦ(0.77 мг/л);  Д (0.76 мг/л)+И (0.17 мг/л);  Д (0.76 мг/л)+Н (0.76 мг/л);  Д (0.76 мг/л)+АСА (0.26 мг/л) | 72 ч | *Hyalella azteca* | Окислительный стресс (увеличение перекисного окисления липидов, изменение каталазной, супероксиддисмутазной и глутатион-пероксидазной активности) | (Gómez-Oliván et al., 2014b) |
| АСА 0.2 мкг/л  Д 0.38 мкг/л  И 0.6 мкг/л  Н 0.185 мкг/л  АЦ 36000 мкг/л | 3 сут, 14 сут | *Corbicula flumine* | Нарушение метаболизма (белкового профиля) | (Geret et al., 2010) |
| АЦ 0.2 мкг/л  Д 0.2 мкг/л  И 0.2 мкг/л  Н 0.2 мкг/л  СК 0.2 мкг/л | 56 сут | *Hyalella azteca* | Изменение полового распределения (увеличение количества самцов на 17%) | (Borgmann et al., 2007) |
|  | Д (0.06–3.63 мг/л)  И (2.53–5.62 мг/л) | 48 ч | *Atyaephyra desmarestii* | Угнетение респираторной активности | (Nieto et al., 2016) |
| **Растения** | | | | | |
| Диклофенак | 1 мг/л | 28 сут | *Populus alba* | Окислительный стресс (изменение активности глутатион-S-трансферазы, пероксидазы, глутатион-редуктазы) | (Pierattini et al., 2018) |
| 4–100 мкг/л | 96 ч | *Lemna minor*, *Lemna gibba* | Изменение содержания хлорофилла-а, хлорофилла-b, каротиноидов и антоцианов, окислительный стресс | (Alkimin et al., 2019) |
| Напроксен | 5 мкМ | 48 ч | *Arabidopsis thaliana* | Изменение экспрессии генов, вовлеченных в различные биологические процессы, сигнальную трансдукцию, переносе электронов | (Landa et al., 2018) |
| Диклофенак | 0.1 мг/л | 10 сут | *Desmodesmus communis*, *Haematococcus pluvialis*, *Cryptomonas ovata* | Снижение содержания хлорофилла-а (chlorophyll-a content) | (Bácsi et al., 2016) |
| Дифлунизал |
| Ибупрофен |
| Мефенамовая кислота |
| Пироксикам |
| **Микроорганизмы** | | | | | |
| Диклофенак | 0.01–100 мкг/л | 30 мин | *Tetrahymena pyriformis* | Изменение фагоцитарной активности | (Fekete-Kertész et al., 2018) |
| 5 мкг/л | 60 сут | Микробиота активного ила | Окислительный стресс (увеличение супероксиддисмутазной активности, снижение сукцинат дегидрогеназной активности), таксномическое перераспределение | (Jiang et al., 2017) |
| 100 мкг/л | 24 нед | Речная биопленка | Ингибирование роста биопленки, снижение биомассы, таксономическое перераспределение | (Paje et al., 2002) |
| 10, 100 мкг/л | 49 сут | Речная биопленка | Уменьшение размеров микроколоний, структурные изменения в биопленке, таксономическое перераспределение, снижение метаболической активности (потребление источников углерода) | (Lawrence et al., 2007) |
| 2 мг/л | 20 сут | *Micrococcus* sp. MG7 | Снижение биомассы | (Węgrzyn, Felis, 2018) |
|  | 50 мг/л | 10–30 сут | *Rhodococcus ruber* IEGM 231, IEGM 346 | Морфологические аномалии клеток (изменении формы и размеров, сокращение относительной площади и шероховатости клеточной поверхности), повреждение целостности пептидогликанового слоя | (Ivshina et al., 2019; Tyumina et al., 2019) |
| Ацетилсадициловая кислота | 1000 мг/л | 300 ч | Почвенная микробиота | Угнетение физиологической активности | (Pino-Otín et al., 2017) |
| Этодолак (фотопродукт) | 6.5 мг/л | 72 ч | *Salmonella typhimurium* | Мутагенность, генотоксичность | (Passananti et al., 2015) |
| Напроксен | 12.3 мг/л | 72 ч | *Anabaena flosaquae* | Ингибирование роста | (Straub, Stewart, 2007) |
| 100 мкг/л | 43 сут | Речной микрокосм | Снижение биомассы, таксономическое перераспределение | (Grenni et al., 2013) |
| Диклофенак | 0.1 мг/л | 10 сут | *Synechococcus elongatus*, *Microcystis* *aeruginosa*, *Cylindrospermopsis raciborskii* | Снижение содержания хлорофилла-а (chlorophyll-a content) | (Bácsi et al., 2016) |
| Дифлунизал |
| Ибупрофен |
| Мефенамовая кислота |
| Пироксикам |
| Диклофенак | 1 мг/кг, 10 мг/кг | 90 сут | Почвенная микробиота | Изменение субстрат-индуцированной респирации, дегидрогеназной, фосфатазной, уреазной активности, аммонификации | (Cycoń et al., 2016) |
| Ибупрофен |
| Кетопрофен |
| Напроксен |
| НПВС коктейль | Д 5 мкг/л  И 5 мкг/л | 60 сут | Микробиота активного ила | Окислительный стресс (увеличение супероксиддисмутазной активности, снижение сукцинат дегидрогеназной активности), изменение внутриклеточных полимерных веществ, таксномическое перераспределение | (Jiang et al., 2017)с |
| Д 5 мкг/л  И 5 мкг/л  Н 5 мкг/л |

Примечание. Д – диклофенак, И – ибупрофен, АСА – ацетилсалициловая кислота, АЦ – ацетоаминофен, К – кетопрофен, Н – напроксен, СА – салициловая кислота.

**Таблица S3.** Биодеструкция НПВС с использованием организмов разных таксономических групп

| Концентрация | Биодеградация | Биодеструктор | Условия биодеструкции | | Метаболиты | Ссылка |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ибупрофен** | | | | | | |
| **40 мкг/л** | 50% 1.6 сут | Консорциум речной  воды/донных отложений | Аэробные | | - | (Koumaki et al., 2017) |
| 50% 32.9 сут | Аноксигенные (в присутстви NO3–) | |
| 50% 72.8 сут | Анаэробные | |
| 50% 18.2 сут | Сульфатредуцирующие (в присутствии SO42–) | |
| **1 мкг/л** | 28% 28 сут | Консорциум морской воды | Аэробные | | - | (Baena-Nogueras et al., 2017) |
| **5 мг/л** | 100% 15 сут | Аэробные микроорганизмы | Кометаболизм в присутствии 50 мг/л сухого молока | | гидроксиибупрофен (2 изомера) | (Quintana et al., 2005) |
| **25–100 мкг/л** | 100% 24 ч | Нитрифицирующие бактерии | Кометаболизм в присутствии хлорида аммония | | - | (Dawas-Massalha et al., 2014) |
| **100 мкг/л** | 100% 3 сут | Нитрифицирующие бактерии | В присутствии аммония | | - | (Tran et al., 2009) |
| **100 мкг/л** | 94% 6 сут | Активный ил | В присутствии ацетата натрия | | - | (Tran et al., 2009) |
| **1000 мкг/л** | 28% 300 ч | *Patulibacter* sp. I11 | Среда М9 с дрожжевым экстрактом и тритоном (1 г/л) | | 22 метаболита  1 метаболический путь: 2,3-дигидрокси-янтарная кислота, 2- гидрокси-янтарная кислота (яблочная), пропионовая кислота  2 метаболический путь: диметил-2-(дигидрокси(4-(1-метокси-1-окопропан-2-ил)фенил)метил)малонат, 2-((4-(дикарбоксиметил)фенил) дигидроксиметил)-2-гидроксималоновая кислота, 3-(4-(1-карбокси-1-гидроксиэтил)-фенил)-2,3,3-тригидрокси-2-метил пропановая кислота, 2-(4-(2-формил-1,1,2-тригидрокси-3-оксопропил)фенил)-3-оксопропановая кислота | (Almeida et al., 2013a; Salgado et al., 2018) |
| **250 мкг/л** | 50% 300 ч | Среда OD-2 (бактериальный гидролизат, содержащий аминокислоты и низкомолекулярные липиды) | |
| **50 мкг/л** | 62% 90 ч |
| **50 мкг/л** | 92% 90 ч |
| **500 мг/л** | ~ 90% 150 ч | *Variovorax* sp. Ibu-1 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | Тригидроксиибупрофен | (Murdoch, Hay, 2015) |
| **500 мг/л (R/S)** | 100% 80 ч | *Sphingomonas* sp.Ibu-2 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | Изобутилкатехин, 5-формил-2-гидрокси-7-метилокта-2,4-диеновая кислота; d, 2-гидрокси-5-изобутилгекса-2,4-диендиовая кислота | (Murdoch, Hay, 2005) |
| **5 мг/л** | 100% 2 сут | *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Marchlewicz et al., 2016) |
| **20 мг/л** | 100% 6 сут | Косубстрат глюкоза (1мг/л) | |
| **25 мг/л** | 100% 6 сут | Косубстрат глюкоза (1мг/л) | | - | (Marchlewicz et al., 2017a) |
| **5 мг/л** | 100% 4 сут | Косубстрат фенол (282 мг/л) | |
| **5 мг/л** | 100% 14 сут | Косубстрат бензоат (432 мг/л) | |
| **10 мг/л** | 100% 36 ч | Косубстрат глюкоза (1 г/л) | В присуствии фенола (1мМ) | 2-гидроксиибупрофен, 2-(4-гидроксифенил) пропионовая кислота, 1,4-гидрохинон, 2-гидрокси-1,4-хинон | (Marchlewicz et al., 2017b) |
| 100% 60 ч | В присуствии бензоата натрия (1мМ) |
| 100% 48 ч | В присуствии 2-хлорфенола (1мМ) |
| 20% 82 ч | В присуствии 4-хлорфенола (1мМ) |
| 100% 49 ч | Cu2+ (0.00256 мМ) |
| 100% 66 ч | Cd2+ (0.003 мМ) |
| 100% 85 ч | Co2+ (0.21 мМ) |
| 100% 66 ч | Cr6+ (0.32 мМ) |
| 100% 45 ч | Hg2+ (0.000307 мМ) |
| **1000 мг/л** | 100% 120 ч | *Nocardia* sp. NRRL 5646 | Богатая среда (соевая мука, дрожжевой экстракт, глюкоза) | | Ибупрофенол, ибупрофенол-ацетат | (Chen, Rosazza, 1994) |
| **100 мг/л** | 100% 33 ч | Консорциум речной воды (*Comamonas*  *aquatica* и *Bacillus* sp.) | В качестве единственного источника углерода и энергии (реактор периодического культивирования, реактор с неподвижным слоем) | | - | (Fortunato et al., 2016) |
| **1 мг/л** | 60% 15 сут | *Navicula* sp | D1 минеральная среда с добавлением цитрата железа | | 9 метаболитов, в том числе гидроксилированные, глюкороидные производные | (Ding et al., 2017) |
| **10 мг/л** | 27.2% 15 сут |
| **50 мг/л** | 19.7% 15 сут |
| **20 мг/л** | 68% 28 сут | Активный ил | Минеральная среда с добавлением активного ила (10 мг/л) | | - | (Girardi et al., 2013) |
| 45% 130 сут | Почвенный консорциум | Почва | |
| **250 мг/л** | 100% 4 сут | Активный ил | Минеральная среда с 0.01 г/л Fe-цитратом аммония | | - | (Langenhoff et al., 2013) |
| **2232.5 нг/л** | 81–88% 168 ч | Активный ил | Сточная вода, содержащая 21 фармполлютант, в присутствии питательных элементов | | - | (Muter et al., 2017) |
| **250 мкг/л** | 100% 2–8 ч | Активный ил | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Almeida et al., 2013b) |
| **1000 мкг/л** |
| **10 мкМ** | 100% 24 ч | Изоляты, выделенные вблизи резервуара для хранения нефти | В присутствии пентана (0.013 мМ) | | - | (Bragança et al., 2016) |
| **100 мкг/л** | 100% 28 сут | *Aspergillus* *nidulans*, *Eurotium* *amstelodami*, *Bipolaris* *tetramera* | В качестве единственного источника углерода и энергии | | Гидрокси-ибупрофен | (Gonda et al., 2016) |
| **1 мг/л** | 100% 4 сут | *Bjerkandera* sp. R1 | Свободные анаморфы | | - | (Rodarte-Morales et al., 2010) |
| 100% 7 сут | Иммобилизованные на полиуретановой пене | |
| 100% 4 сут | *Phanerochaete chrysosporium* ATTC 24725 | Свободные пеллеты | |
| 100% 7 сут | Иммобилизованные на полиуретановой пене | |
| **10 мг/л** | 100% 7 сут | *Trametes versicolor* ATCC 42530 | Богатая питательная среда | | 1-гидроксиибупрофен, 2- гидроксиибупрофен | (Marco-Urrea et al., 2009) |
| *Ganoderma lucidum* FP-58537-Sp |  |
| *Irpex lacteus* AX1 |
| 70% 7 сут | *Phanerochaete chrysosporium* ME-446 | Богатая азотная среда | |
| 80% 7 сут | Богатая среда с солодовым экстрактом (malt extract) | |
| **317 ± 33 мкг/л** | 100% 10 сут | *Chlorella sorokiniana* CCAP211/8K | В безкислородной “черной воде” сточных вод | | - | (de Wilt et al., 2016) |
| **Диклофенак** | | | | | | |
| **40 мкг/л** | 50% 20.1 сут | Консорциум речной  воды/донных отложений | Аэробные | |  | (Koumaki et al., 2017) |
| 50% 37.7 сут | Аноксигенные (в присутстви NO3–) | |  |
| 50% 44.9 сут | Анаэробные | |  |
| 50% 50.0 сут | Сульфатредуцирующие (в присутствии SO42–) | |  |
| **1 мкг/л** | 58% 28 сут | Консорциум морской воды | Аэробные | | - | (Baena-Nogueras et al., 2017) |
| **300 мг/л** | 75% 21 сут | Активный ил | Минеральная среда с 0.01 г/л Fe-цитратом аммония | |  | (Langenhoff et al., 2013) |
| **100 мкг/л** | 50% 27.8 сут | Нитрифицирующие бактерии | Биомасса аэротенка СОСВ | | - | (Park et al., 2017) |
| **100 мкг/л** | 80% 6 сут | Нитрифицирующие бактерии | В присутствии аммония | | - | (Tran et al., 2009) |
| **100 мг/л** | 40% 6 сут | Активный ил | В присутствии ацетата натрия | | - | (Tran et al., 2009) |
| **70 мг/л** | 100% 72 ч | *Klebsiella* sp. KSC | В качестве единственного источника углерода и энергии | | 12 метаболитов (TP144, TP177, TP254, TP259, TP294, TP312, TP310,  TP328, TP298, TP282, TP286 и TP301) | (Stylianou et al., 2018) |
| **0.1–1 г/л** | 100% 7–10 сут | Микробный консорциум лесной почвы | Минеральная среда M9 с добавлением почвы (4 г) | | Карбоксилированный диклофенак, 2,6-дихлоранилин, карбоксилированная 2-гидроксифенилуксусная кислота | (Facey et al., 2018) |
| **0.1 г/л** | 100% 6 сут | Стерильная дождевая вода с добавлением почвы (4 г) | |
| **1.7 μМ** | 100% 6 сут | *Labrys portucalensis* F11 | Кометаболизм в присутствии 5.9 мМ ацетата натрия | | 12 метаболитов, включая 4′–гидроксидиклофенак, 5-гидроксидиклофенак, бензохинонимин | (Moreira et al., 2018) |
| **34 μМ** | 100% 25 сут |
| **1.7–34 μМ** | 70% 30 сут | В качестве единственного источника углерода и энергии | |
| **10 мг/л** | 52.8% 48 ч | *Enterobacter hormaechei* D15 | В качестве единственного источника углерода и энергии в среде MMSM | | 1-(2,6-дихлофенил)-1,3-дигидро-2H-индол-2-он | (Aissaoui et al., 2017a) |
| 82% 48 ч | Кометаболизм в присутствии глюкозы (50 мг/л) | |
|  | 67.57% 48 ч | *Enterobacter cloacae* (D16) |  | |  | (Aissaoui et al., 2017b) |
| **10 мг/л** | 35% 30 сут | *Brevibacterium* sp. D4 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Bessa et al., 2017) |
| 90% 30 сут | Кометаболизм в присутствии ацетата | |
| **2 мг/л** | 15% 20 сут | *Microbacterium* *flavescens* MG7 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Węgrzyn, Felis, 2018) |
| 35% 20 сут | Кометаболизм в присутствии фенола (20 мг/л) | |
| **50 мкг/л** | 100 % 6 сут | *Rhodococcus ruber* IEGM 346 | Кометаболизм в присутствии глюкозы и предварительная адаптация в присутствии 5 мкг/л диклофенака | | 16 метаболитов, разрыв связи C-N, раскрытие ароматического цикла. Конечные продукты: фумариалцетоуксусная кислота и ее производные (фумаровая и ацетоуксусная кислоты) | (Ivshina et al., 2019) |
| **50 мг/л** | ~ 50% 60 сут | *R. ruber* IEGM 231, IEGM 346 | (Ivshina et al., 2019; Tyumina et al., 2019) |
| **100 мкг/л** | 40% 18 сут | Активный ил | Синтетическая сточная вода | | 1-(2,6-дихлорфенил)-1,3-дигидро-2H-индол-2-он, 4ʹ-гидроксидиклофенак, TP389, TP294 | (Bouju et al., 2016) |
| **100 мкг/л**  **4-гидроксидиклофенак** | 100% 9 сут |
| **1274.8 нг/л** | 60–71% 168 ч | Активный ил | Сточная вода, содержащая 21 фармполлютант, в присутствии питательных компонентов | | - | (Muter et al., 2017) |
| **0.6 мг/л** | 81.2% 5 сут | Активный ил | Преинкубация в присутствии диклофенака (2 мг/л) | | - | (Wang, Wang, 2018) |
| **50–5000 мкг/л** | 15–45% 70 сут | Активный ил | Единственный источник углерода и энергии / кометаболизм | | - | (Nguyen et al., 2019) |
| **100 мкг/л** | 70% 28 сут | *Aspergillus* *nidulans* | В качестве единственного источника углерода и энергии | | гидроксидиклофенак | (Gonda et al., 2016) |
| **0.001 М** | 100% 6 сут | *Phanerochaete*  *sordida* YK-624 | Питательная среда (3.0% глюкоза, 1.0% пептон, 1.0% солодовый экстракт, 0.4% дрожжевой экстракт) | | 4ʹ-гидроксидиклофенак, 5- гидроксидиклофенак, 4ʹ,5- гидроксидиклофенак | (Hata et al., 2010) |
| **300 мг/л** | 75% 21 сут | Активный ил | В присутствии цитрата аммония (0.001 г/л) | | 2-((2,6-дихлор-фенил)  амино)бензил-алкогол-метиловый эфир | (Langenhoff et al., 2013) |
| **10 мг/л** | 94% 4 ч | *Trametes versicolor* ATCC 42530 | Богатая питательная среда (глюкоза, тартрат аммония) | | 4- гидроксидиклофенак, 5- гидроксидиклофенак | (Marco-Urrea et al., 2010b) |
| **45 мкг/л** | 100% 0.5 ч |
| **690±60 мкг/л** | 100% 120 ч | *Trametes versicolor* ATCC 7731 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Nguyen et al., 2013) |
| **10 мг/л** | 98% 7 сут | *Trametes versicolor* AG1383 | Иммобилизация на полиэтилене | | 5 метаболитов, в том числе гидроксипроизводные диклофенака | (Stenholm et al., 2018) |
| 99.9% 4 ч | Иммобилизация на полиуретановой пене | |  |
| **50 мг/л** | 100% 6 ч | *Trametes trogii* ATCC 200800 | Кометаболизм в присутствии глюкозы | | Гидроксилированные производные диклофенака | (Aracagök et al., 2018) |
| 100% 48 ч | *Aspergillus niger* NRRL 328 |
| 48% 48 ч | *Yarrowia lipolytica* NBRC 1658 |
| 56% 48 ч | *Phanerochaete chrysosporium* ME 446 |
| **1 мг/л** | 100% 4 сут | *Bjerkandera* sp. R1 | Свободные анаморфы | | - | (Rodarte-Morales et al., 2010) |
|  | ~90% 7 сут | Иммобилизованные на полиуретановой пене | |
| **1 мг/л** | 100% 4 сут | *Phanerochaete chrysosporium* ATTC 24725 | Свободные пеллеты | |  |  |
|  | 100% 7 сут | Иммобилизованные на полиуретановой пене | |  |  |
| **10 мг/л** | 100% 18 ч | *Pleurotus* *ostreatus* | Больничная сточная вода в условиях биореактора с псевдоожиженным слоем | | 4ʹ-гидроксидиклофенак, 5-гидроксидиклофенак | (Palli et al., 2017) |
| **50 мкМ** | 100% 5 ч | *Actinoplanes* sp. ATCC 53771 |  | | 4ʹ-гидроксидиклофенак, 5-гидроксидиклофенак, 4ʹ,5-дигидроксидиклофенак | (Osorio-Lozada et al., 2008) |
| 100% 120 ч | *Beauveria bassiana* ATCC 7159,  *Cunninghamella echinulata* ATCC 11585a,  *C. elegans* ATCC 36112 | Богатая питательная среда (триптон, глюкоза, дрожжевой экстракт) | | - |
| **100 мкМ** | >99% 24 ч | *Penicillium oxalicum* | Богатая питательная среда Кирка | | 7 метаболитов, в том числе 4ʹ-гидроксидиклофенак, 5‑гидроксидиклофенак,  4ʹ,5‑дигидроксидиклофенак, ацилглюкоронид диклофенака | (Olicón-Hernández et al., 2019) |
| 100% 70 ч | Иммобилизация на полиуретановой пене | |
| 20% 70 ч | Иммобилизация на пластиковом бионосителе | |
| **6 мг/л** | 10% 28 сут | *Raoultella* sp. DD4 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Domaradzka et al., 2016) |
| **1 г/л** | 92% 72 ч | *Raoultella sp.* KDF8 | Кометаболизм в присутствии этанола 1% об/об | | 32 метаболита  4ʹ-гидроксидиклофенак, 5-гидроксидиклофенак, 6-гидроксидиклофенак, 4ʹ,5-дигидроксидиклофенак, малоновая кислота, оксоглутаровая кислота, 3-гидроксиглутаровая кислота, гидроксилевулиновая кислота | (Palyzová et al., 2019, 2018) |
| **147 ± 9 мкг/л** | 60% 30 сут | *Chlorella sorokiniana* CCAP211/8K | Бескислородная “черная вода” муниципальных сточных вод | | - | (de Wilt et al., 2016) |
| **25000мкг/л** | 99% 9 сут | *Scenedesmus obliquus* | В качестве единственного источника углерода и энергии в условиях барботирующего колоночного фитобиореактора | | - | (Escapa et al., 2018) |
| 71% 9 сут | *Chlorella vulgaris* |
| 67% 9 сут | *Chlorella sorokiniana* |
| **Напроксен** | | | | | | |
| **100 мг/л** | 50% 27 сут | Альфа- и гаммапротеобактерии | Речная вода | | - | (Grenni et al., 2014) |
| **100 мкг/л** | 50% 3.2 ч | Нитрифицирующие бактерии | Биомасса с аэротенка СОСВ | | - | (Park et al., 2017) |
| **100 мкг/л** | ~75% 6 сут | Нитрифицирующие бактерии | В присутствии аммония | | - | (Tran et al., 2009) |
| **100 мкг/л** | ~ 60% 6 сут | Активный ил | В присутствии ацетата натрия | | - | (Tran et al., 2009) |
| **5 мг/л** | 60% 28 сут | Аэробные микроорганизмы | Кометаболизм в присутствии 50 мг/л сухого молока | | О-десметил-напроксен | (Quintana et al., 2005) |
| **6 мг/л** | 28% 35 сут | *Stenotrophomonas maltophilia* KB2 | В качестве единственного источника углерода и энергии | | 7,8-тригидроксинапроксен, 5,7,8-тригидроксинапроксен | (Wojcieszyńska et al., 2014) |
| **6 мг/л** | 78% 35 сут | В присутствии глюкозы | |
| **6 мг/л** | 40% 35 сут | В присутствии фенола | |
| **40 мкг/л** | 50% 4.1 сут | Консорциум речной  воды/донных отложений | Аэробные | |  | (Koumaki et al., 2017) |
| 50% 6.1 сут | Аноксигенные (в присутстви NO3–) | |  |
| 50% 7.3 сут | Анаэробные | |  |
| 50% 5.3 сут | Сульфатредуцирующие (в присутствии SO42–) | |  |
| **6 мг/л** | 100% 20 сут | *Bacillus thuringiensis* B1 | Кометаболизм в присутствии глюкозы (0.5 г/л) | | - | (Górny et al., 2019; Marchlewicz et al., 2016) |
| 100% 28 сут | Кометаболизм в присутствии фенола | |
| 100% 32 сут | Кометаболизм в присутствии глюкозы (1 г/л) | |
| Кометаболизм в присутствии бензоата натрия | |
| Кометаболизм в присутствии 3-гидроксибензойной кислоты | |
| Кометаболизм в присутствии 3,4-дигидроксибензойной кислоты | |
| **6 мг/л** | 27% 35 сут | *Planococcus* sp. S5 | В качестве единственного источника углерод и энергии | | - | (Domaradzka et al., 2015; Wojcieszyńska et al., 2016) |
|  | 75.14% 35 сут | В присутствии 1 мг/л глюкозы | |
|  | 86.27% 35 сут | В присутствии 282.33 мг/л фенола | |
|  | 21.5% 35 сут | В присутствии 4 мМ бензоата | |
|  | 71.71% 35 сут | В присутствии 4 мМ 4-гидроксибензойной кислоты | |
|  | 14.75% 35 сут | В присутствии 4 мМ 3.4-дигидроксибензойной кислоты | |
|  | 8.16% 35 сут | В присутствии 4 мМ ванилиновой кислоты | |
| **10 мкМ** | 64% 96 ч | Изоляты, выделенные вблизи резервуара для хранения нефти | В присутствии пентана (0.013 мМ) | | (Bragança et al., 2016) |
| **50 мг/л** | 98% 48 ч | *Aspergillus niger* NRRL 328 | Среда Vogel в присутствии глюкозы (20 г/л) | | *O*-десметилнапроксен, 7-гидроксинапроксен | (Aracagök et al., 2017) |
| 16% 48 ч | *Funalia trogii* ATCC 200800 |
| 46% 48 ч | *Yarrowia lipolitica* NBRC1658 |
| 18% 48 ч | *Phanerochaete chysosporium* ME446 | Бедная по азоту среда Vogel в присутствии глюкозы (20 г/л) | |
| **1 мг/л**  **10 мг/л**  **100 мг/л** | 97.1% 30 сут  83.0% 30сут  58.1% 30 сут | *Cymbella* sp. | Среда D1 | | 12 метаболитов (гидроксилированные, декарбоксилированные, деметилированные, коньюгированные производыне) | (B. Yang et al., 2017) |
| 58.8% 30 сут  60% 30 сут  2.4% 30 сут | *Scenedesmus quadricauda* | Среда BG11 | |  |
| **1000 мкг/л** | 61.75% 7 сут | *Phanerochaete chrysosporium* BKM- F-1767 | Свободные пеллеты | | - | (Li et al., 2015) |
| 80.11% 7 сут | Иммобилизация на опиле кунингамии ланцетолистной (*Cunninghamia lanceolata*) | |
| **10 мг/л** | 100% 6 ч | *Trametes versicolor* ATCC 42530 | Богатая среда | | 2-(6-гидроксинафтален-2-ил)пропановая кислота, 1-(6-метоксинафтален-2-ил)этанон | (Marco-Urrea et al., 2010a) |
| **55 мкг/л** | 95% 5 ч |
| **1 мг/л** | 100% 4 сут | *Bjerkandera* sp. R1 | Свободные анаморфы | | - | (Rodarte-Morales et al., 2010) |
| ~90% 7 сут | Иммобилизованные на полиуретановой пене | |
| 100% 4 сут | *Phanerochaete chrysosporium* ATTC 24725 | Свободные пеллеты | |
| 100% 7 сут | Иммобилизованные на полиуретановой пене | |
| **Мефенамовая кислота** | | | | | | |
| **10 мкг/л** | 85% 24 сут | Аммоний-нитрит-окисляющий консорций | В условиях систетической сточной воды | | - | (Velázquez, Nacheva, 2017) |
| 47.6% 24 сут | Нитрит-окисляющий консорций |  |
| 66.4% 24 сут | Гетеротрофные бактерии |  |
| **1 мкг/л** | 99% 28 сут | Консорциум морской воды | Аэробные | | - | (Baena-Nogueras et al., 2017) |
| **10 мкг/л** | 50% 34.8 ч | Нитрифицирующие бактерии | Биомасса аэротенка СОСВ | | - | (Park et al., 2017) |
| **100 мкг/л** | 80% 28 сут | *Aspergillus niger*, *Bipolaris tetramera* | В качестве единственного источника углерода и энергии | | Изомеры гидроксимефенамовой кислоты | (Gonda et al., 2016) |
| **0.001 М** | 90% 6 сут | *Phanerochaete*  *sordida* YK-624 | Питательная среда (3.0%  глюкоза, 1.0% пептон, 1.0% солодовый экстракт, 0.4% дрожжевой экстракт) | | 3′-гидроксиметилмефенамовая кислота, 3′-гидроксиметил-5-гидроксимефенамовая кислота, 3′-гидроксиметил-6′-гидроксимефенамовая кислота, 3′-карбоксимефенамовая кислота | (Hata et al., 2010) |
| **Индометацин** | | | | | | |
| **100 мкг/л** | 50% 1.5 ч | Нитрифицирующие бактерии | Биомасса аэротенка СОСВ | | - | (Park et al., 2017) |
| **1 мкг/л** | 99% 28 сут | Консорциум морской воды | Аэробные | | - | (Baena-Nogueras et al., 2017) |
| **100 мкг/л** | ~80% 6 сут | Нитрифицирующие бактерии | В присутствии аммония | | - | (Tran et al., 2009) |
| **100 мкг/л** | ~60% 6 сут | Активный ил | В присутствии ацетата натрия | | - |
| **Кетопрофен** | | | | | | |
| **40 мкг/л** | 50% 5.6 сут | Консорциум речной  воды/донных отложений | Аэробные | |  | (Koumaki et al., 2017) |
| 50% 10.6 сут | Аноксигенные (в присутствии NO3–) | |  |
| 50% 10.5 сут | Анаэробные | |  |
| 50% 7.5 сут | Сульфатредуцирующие (в присутствии SO42–) | |  |
| **1 мкг/л** | 38% 28 сут | Консорциум морской воды | Аэробные | | - | (Baena-Nogueras et al., 2017) |
| **5 мМ** | 100% 48 ч | Бактериальный консорциум сточной воды (*Raoultella ornithinolytica* B6, *Pseudomonas aeruginosa* strain JPP, *Pseudomonas*sp. P16,  *Stenotrophomonas* sp. 5LF 19TDLC ) | Минеральная среда без света (dark conditions) | | 3-этилфенил)(фенил)метанон, 3-гидроксифенил)(фенил)метанон, 3-гидроксифенил)(оксо)уксусная кислота | (Ismail et al., 2016) |
| **2 мМ** | 100% 7 сут | Бактериальный консорциум сточной воды (*Raoultella ornithinolytica* B6, *Pseudomonas aeruginosa* strain JPP, *Pseudomonas*sp. P16,  *Stenotrophomonas* sp. 5LF 19TDLC )+микроводоросли (*Chlorella* sp.208 sp. Iso4) | Минеральная среда, комбинированные условия освещения (diurnal cycle conditions) (12 h light/12 h dark) | | - |
| **100 мкг/л** | 50% 1.2 ч | Нитрифицирующие бактерии | Биомасса аэротенка СОСВ | | - | (Park et al., 2017) |
| **25–100 мкг/л** | 100% ~ 150 ч | Нитрифицирующие бактерии | Кометаболизм в присутствии хлорида аммония | | - | (Dawas-Massalha et al., 2014) |
| **1000 мкг/л** | ~100% 300 ч | Дробное внесение биомассы (biomass exchange) | |
| **100 мкг/л** | ~90% 6 сут | Нитрифицирующие бактерии | В присутствии аммония | | - | (Tran et al., 2009) |
| **100 мкг/л** | ~75% 6 сут | Активный ил | В присутствии ацетата натрия | | - |
| **100 мкг/л** | 100% 8–25 ч | Активный ил | В качестве единственного источника углерода и энергии | | - | (Almeida et al., 2013b) |
| **250 мкг/л** | 100% 12–30 ч |
| **10 мг/л** | 36% 18 ч | *Pleurotus* *ostreatus* | Больничная сточная вода в условиях биореактора с псевдоожиженным слоем | | 2-[3-(4-гидроксибензил)фенил] пропановая кислота, 2-[(3- гидрокси(фенил)метил)фенил]-пропановая кислота | (Palli et al., 2017) |
| **10 мг/л** | 100% 24 ч | *Trametes versicolor* ATCC 42530 | Богатая питательная среда | | 2-[3-(4-гидроксибензоил)фенил]-пропановая кислота, 2-[(3-гидрокси(фенил)метил)фенил]-пропановая кислота, 2-(3-бензоил-4-гидроксифенил)-пропановая кислота | (Marco-Urrea et al., 2010c) |
| **40 мкг/л** | 95% 5 ч |
| **20 мг/л** | 30% 28 сут | Аэробные микроорганизмы | В качестве единственного источника углерода и энергии | | 3-(гидрокси-карбоксиметил)  Гидратроповая кислота,  4-(кето-карбоксиметил)-  гидратроповая кислота | (Quintana et al., 2005) |
| **Нимесулид** | | | | | | |
| **10 мкМ** | 20% 96 сут | Изоляты, выделенные вблизи резервуара для хранения нефти | В присутствии пентана (0.013 мМ) | | - | (Bragança et al., 2016) |
| **Пироксикам** | | | | | | |
| **100 мкг/л** | 20% 28 сут | *Aspergillus nidulans* | В качестве единственного источника углерода и энергии | | Гидроксипироксикам | (Gonda et al., 2016) |
| **Фенопрофен** | | | | | | |
| **100 мкг/л** | 50% 1.1 ч | Нитрифицирующие бактерии | Биомасса аэротенка СОСВ | | - | (Park et al., 2017) |
| **100 мкг/л** | ~95% 6 сут | Нитрифицирующие бактерии | В присутствии аммония | | - | (Tran et al., 2009) |
| **1 мкг/л** | 28% 28 сут | Консорциум морской воды | Аэробные | | - | (Baena-Nogueras et al., 2017) |
| **100 мкг/л** | ~63% 6 сут | Активный ил | В присутствии ацетата натрия | | - | (Tran et al., 2009) |

.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Agunbiade F.O., Moodley B.* Occurrence and distribution pattern of acidic pharmaceuticals in surface water, wastewater, and sediment of the Msunduzi River, Kwazulu-Natal, South Africa // Environ. Toxicol. Chem. 2016. V. 35. P. 36–46.
2. *Aissaoui S., Ouled-Haddar H., Sifour M., Harrouche K., Sghaier H.* Metabolic and co-metabolic transformation of diclofenac by *Enterobacter hormaechei* D15 isolated from activated sludge // Curr. Microbiol. 2017a. V. 74. P. 381–388.
3. *Aissaoui S., Sifour M., Ouled-Haddar H., Benguedouar L., Lahouel M.* Toxicity assessment of diclofenac and its biodegradation metabolites toward mice // Toxicol. Environ. Health Sci. 2017b. V. 9. P. 284–290.
4. *Ajima M.N.O., Ogo O. a., Audu B.S., Ugwoegbu K.C.* Chronic diclofenac (DCF) exposure alters both enzymatic and haematological profile of African catfish, *Clarias gariepinus* // Drug Chem. Toxicol. 2015. V. 38. P. 383–390.
5. *Al-Rifai J.H., Gabelish C.L., Schäfer A.I.* Occurrence of pharmaceutically active and non-steroidal estrogenic compounds in three different wastewater recycling schemes in Australia // Chemosphere. 2007. V. 69. P. 803–815.
6. *Ali A.M., Rønning H.T., Alarif W., Kallenborn R., Al-Lihaibi S.S.* Occurrence of pharmaceuticals and personal care products in effluent-dominated Saudi Arabian coastal waters of the Red Sea // Chemosphere. 2017. V. 175. P. 505–513.
7. *Alkimin G.D., Daniel D., Frankenbach S., Serôdio J., Soares A.M.V.M., Barata C., Nunes B.* Evaluation of pharmaceutical toxic effects of non-standard endpoints on the macrophyte species *Lemna minor* and *Lemna gibba* // Sci. Total Environ. 2019. V. 657. P. 926–937.
8. *Almeida B., Kjeldal H., Lolas I., Knudsen A.D., Carvalho G., Nielsen K.L., Barreto Crespo M.T., Stensballe A., Nielsen J.L.* Quantitative proteomic analysis of ibuprofen-degrading *Patulibacter* sp. strain I11 // Biodegradation. 2013a. V. 24. P. 615–630.
9. *Almeida B., Oehmen A., Marques R., Brito D., Carvalho G., Barreto Crespo M.T.* Modelling the biodegradation of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) by activated sludge and a pure culture // Bioresour. Technol. 2013b. V. 133. P. 31–37.
10. *Alygizakis N.A., Gago-Ferrero P., Borova V.L., Pavlidou A., Hatzianestis I., Thomaidis N.S.* Occurrence and spatial distribution of 158 pharmaceuticals, drugs of abuse and related metabolites in offshore seawater // Sci. Total Environ. 2016. V. 541. P. 1097–1105.
11. *Aracagök Y. Doruk, Göker H., Cihangir N.* Biodegradation of micropollutant naproxen with a selected fungal strain and identification of metabolites // Z. Naturforsch. C. 2017. V. 72. P. 173–179.
12. *Aracagök Y Doruk, Göker H., Cihangir N.* Biodegradation of diclofenac with fungal strains // Arch. Environ. Prot. 2018. V. 44. P. 55–62.
13. *Azzouz A., Ballesteros E.* Combined microwave-assisted extraction and continuous solid-phase extraction prior to gas chromatography-mass spectrometry determination of pharmaceuticals, personal care products and hormones in soils, sediments and sludge // Sci. Total Environ. 2012. V. 419. P. 208–215.
14. *Bácsi I., B-Béres V., Kókai Z., Gonda S., Novák Z., Nagy S.A., Vasas G.* Effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs on cyanobacteria and algae in laboratory strains and in natural algal assemblages // Environ. Pollut. 2016. V. 212. P. 508–518.
15. *Baena-Nogueras R.M., González-Mazo E., Lara-Martín P.A.* Degradation kinetics of pharmaceuticals and personal care products in surface waters: photolysis vs biodegradation // Sci. Total Environ. 2017. V. 590–591. P. 643–654.
16. *Balbi T., Montagna M., Fabbri R., Carbone C., Franzellitti S., Fabbri E., Canesi L.* Diclofenac affects early embryo development in the marine bivalve *Mytilus galloprovincialis* // Sci. Total Environ. 2018. V. 642. P. 601–609.
17. *Bayen S., Zhang H., Desai M.M., Ooi S.K., Kelly B.C.* Occurrence and distribution of pharmaceutically active and endocrine disrupting compounds in Singapore’s marine environment: Influence of hydrodynamics and physical–chemical properties // Environ. Pollut. 2013. V. 182. P. 1–8.
18. *Benotti M.J., Trenholm R.A., Vanderford B.J., Holady J.C., Stanford B.D., Snyder S.A.* Pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds in U.S. drinking water // Environ. Sci. Technol. 2009. V. 43. P. 597–603.
19. *Bessa V.S., Moreira I.S., Tiritan M.E., Castro P.M.L.* Enrichment of bacterial strains for the biodegradation of diclofenac and carbamazepine from activated sludge // Int. Biodeterior. Biodegrad. 2017. V. 120. P. 135–142.
20. *Biel-Maeso M., Baena-Nogueras R.M., Corada-Fernández C., Lara-Martín P.A.* Occurrence, distribution and environmental risk of pharmaceutically active compounds (PhACs) in coastal and ocean waters from the Gulf of Cadiz (SW Spain) // Sci. Total Environ. 2018. V. 612. P. 649–659.
21. *Boisseaux P., Noury P., Thomas H., Garric J.* Immune responses in the aquatic gastropod *Lymnaea stagnalis* under short-term exposure to pharmaceuticals of concern for immune systems: Diclofenac, cyclophosphamide and cyclosporine A // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2017. V. 139. P. 358–366.
22. *Borgmann U., Bennie D.T., Ball A.L., Palabrica V.* Effect of a mixture of seven pharmaceuticals on *Hyalella azteca* over multiple generations // Chemosphere. 2007. V. 66. P. 1278–1283.
23. *Botero-Coy A.M., Martínez-Pachón D., Boix C., Rincón R.J., Castillo N., Arias-Marín L.P., Manrique-Losada L., Torres-Palma R., Moncayo-Lasso A., Hernández F.* An investigation into the occurrence and removal of pharmaceuticals in Colombian wastewater // Sci. Total Environ. 2018. V. 642. P. 842–853.
24. *Bouju H., Nastold P., Beck B., Hollender J., Corvini P.F.X., Wintgens T.* Elucidation of biotransformation of diclofenac and 4’hydroxydiclofenac during biological wastewater treatment // J. Hazard. Mater. 2016. V. 301. P. 443–452.
25. *Bragança I., Danko A.S., Pacheco J., Frascari D., Delerue-Matos C., Domingues V.F.* Cometabolic degradation of anti-inflammatory and analgesic pharmaceuticals by a pentane enrichment culture // Water. Air. Soil Pollut. 2016. V. 227. P. 1–11.
26. *Caldas S.S., Arias J.L.O., Rombaldi C., Mello L.L., Cerqueira M.B.R., Martins A.F., Primel E.G.* Occurrence of pesticides and PPCPs in surface and drinking water in southern Brazil: Data on 4-year monitoring // J. Braz. Chem. Soc. 2019. V. 30. P. 71–80.
27. *Carmona E., Andreu V., Picó Y.* Occurrence of acidic pharmaceuticals and personal care products in Turia River Basin: From waste to drinking water // Sci. Total Environ. 2014. V. 484. P. 53–63.
28. *Česen M., Ahel M., Terzić S., Heath D.J., Heath E.* The occurrence of contaminants of emerging concern in Slovenian and Croatian wastewaters and receiving Sava river // Sci. Total Environ. 2019. V. 650. P. 2446–2453.
29. *Chen Y., Rosazza J.P.* Microbial transformation of ibuprofen by a Nocardia species. // Appl. Environ. Microbiol. 1994. V. 60. P. 1292–1296.
30. *Collard H.J., Ji K., Lee S., Liu X., Kang S., Kho Y., Ahn B., Ryu J., Lee J., Choi K.* Toxicity and endocrine disruption in zebrafish (*Danio rerio*) and two freshwater invertebrates (*Daphnia magna* and *Moina macrocopa*) after chronic exposure to mefenamic acid // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2013. V. 94. P. 80–86.
31. *Comeau F., Surette C., Brun G.L., Losier R.* The occurrence of acidic drugs and caffeine in sewage effluents and receiving waters from three coastal watersheds in Atlantic Canada // Sci. Total Environ. 2008. V. 396. P. 132–146.
32. *Cycoń M., Borymski S., Żołnierczyk B., Piotrowska-Seget Z.* Variable effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) on selected biochemical processes mediated by soil microorganisms // Front. Microbiol. 2016. V. 7. Article 1969. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01969
33. *Damasceno de Oliveira L.L., Nunes B., Antunes S.C., Campitelli-Ramos R., Rocha O.* Acute and chronic effects of three pharmaceutical drugs on the tropical freshwater cladoceran *Ceriodaphnia silvestrii* // Water Air Soil Pollut. 2018. V. 229. P. 1–18.
34. *Dasenaki M.E., Thomaidis N.S.* Multianalyte method for the determination of pharmaceuticals in wastewater samples using solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry // Anal. Bioanal. Chem. 2015. V. 407. P. 4229–4245.
35. *Dawas-Massalha A., Gur-Reznik S., Lerman S., Sabbah I., Dosoretz C.G.* Co-metabolic oxidation of pharmaceutical compounds by a nitrifying bacterial enrichment // Bioresour. Technol. 2014. V. 167. P. 336–342.
36. *De Felice B., Copia L., Guida M.* Gene expression profiling in zebrafish embryos exposed to diclofenac, an environmental toxicant // Mol. Biol. Rep. 2012. V. 39. P. 2119–2128.
37. *De Lange H.J., Noordoven W., Murk A.J., Lürling M., Peeters E.T.H.M.* Behavioural responses of *Gammarus pulex* (*Crustacea*, *Amphipoda*) to low concentrations of pharmaceuticals // Aquat. Toxicol. 2006. V. 78. P. 209–216.
38. *de Wilt A., Butkovskyi A., Tuantet K., Leal L.H., Fernandes T. V., Langenhoff A., Zeeman G.* Micropollutant removal in an algal treatment system fed with source separated wastewater streams // J. Hazard. Mater. 2016. V. 304. P. 84–92.
39. *Díaz A., Peña-Alvarez A.* A Simple Method for the Simultaneous Determination of Pharmaceuticals and Personal Care Products in River Sediment by Ultrasound-Assisted Extraction Followed by Solid-Phase Microextraction Coupled with Gas Chromatography-Mass Spectrometry // J. Chromatogr. Sci. 2017. V. 55. P. 946–953.
40. *Ding T., Yang M., Zhang J., Yang B., Lin K., Li J., Gan J.* Toxicity, degradation and metabolic fate of ibuprofen on freshwater diatom Navicula sp. // J. Hazard. Mater. 2017. V. 330. P. 127–134.
41. *Domaradzka D., Guzik U., Hupert-Kocurek K., Wojcieszyńska D.* Cometabolic degradation of naproxen by *Planococcus* sp. strain S5 // Water Air Soil Pollut. 2015. V. 226. Article 297. https://doi.org/10.1007/s11270-015-2564-6
42. *Domaradzka D., Guzik U., Hupert-Kocurek K., Wojcieszyńska D.* Toxicity of diclofenac and its biotransformation by *Raoultella* sp. DD4 // Polish J. Environ. Stud. 2016. V. 25. P. 2211–2216.
43. *Ericson H., Thorsén G., Kumblad L.* Physiological effects of diclofenac, ibuprofen and propranolol on Baltic Sea blue mussels // Aquat. Toxicol. 2010. V. 99. P. 223–231.
44. *Escapa C., Torres T., Neuparth T., Coimbra R.N., García A.I., Santos M.M., Otero M.* Zebrafish embryo bioassays for a comprehensive evaluation of microalgae efficiency in the removal of diclofenac from water // Sci. Total Environ. 2018. V. 640–641. P. 1024–1033.
45. *Facey S.J., Nebel B.A., Kontny L., Allgaier M., Hauer B.* Rapid and complete degradation of diclofenac by native soil microorganisms // Environ. Technol. Innov. 2018. V. 10. P. 55–61.
46. *Fekete-Kertész I., Ullmann O., Csizmár P., Molnár M.* *Tetrahymena pyriformis* phagocytic activity test for rapid toxicity assessment of aquatic micropollutants // Period. Polytech. Chem. Eng. 2018. V. 62. P. 167–174.
47. *Félix-Cañedo T.E., Durán-Álvarez J.C., Jiménez-Cisneros B.* The occurrence and distribution of a group of organic micropollutants in Mexico City’s water sources // Sci. Total Environ. 2013. V. 454–455. P. 109–118.
48. *Ferrer I., Thurman E.M.* Analysis of 100 pharmaceuticals and their degradates in water samples by liquid chromatography/quadrupole time-of-flight mass spectrometry // J. Chromatogr. A. 2012. V. 1259. P. 148–157.
49. *Ferrey M.L., Coreen Hamilton M., Backe W.J., Anderson K.E.* Pharmaceuticals and other anthropogenic chemicals in atmospheric particulates and precipitation // Sci. Total Environ. 2018. V. 612. P. 1488–1497.
50. *Flippin J.L., Huggett D., Foran C.M.* Changes in the timing of reproduction following chronic exposure to ibuprofen in Japanese medaka, *Oryzias latipes* // Aquat. Toxicol. 2007. V. 81. P. 73–78.
51. *Fortunato M.S., Fuentes Abril N.P., Martinefski M., Trípodi V., Papalia M., Rádice M., Gutkind G., Gallego A., Korol S.E.* Aerobic degradation of ibuprofen in batch and continuous reactors by an indigenous bacterial community // Environ. Technol. 2016. V. 3330. P. 1–28.
52. *Gao X., Geng J., Du Y., Li S., Wu G., Fu Y., Ren H.* Comparative study of the toxicity between three non-steroidal anti-inflammatory drugs and their UV/Na2S2O8 degradation products on *Cyprinus carpio* // Sci. Rep. 2018. V. 8. Article 13512. https://doi.org/10.1038/s41598-018-29524-1
53. *Geret F., Gomes T., Marty P., Bebianno M.J.* Differential protein expression in *Corbicula fluminea* exposed to a mixture of pharmaceutical products // Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol. 2010. V. 157. P. S46–S47.
54. *Girardi C., Nowak K.M., Carranza-Diaz O., Lewkow B., Miltner A., Gehre M., Schäffer A., Kästner M.* Microbial degradation of the pharmaceutical ibuprofen and the herbicide 2,4-D in water and soil – Use and limits of data obtained from aqueous systems for predicting their fate in soil // Sci. Total Environ. 2013. V. 444. P. 32–42.
55. *Gómez-Oliván L.M., Galar-Martínez M., Islas-Flores H., García-Medina S., Sanjuan-Reyes N.* DNA damage and oxidative stress induced by acetylsalicylic acid in *Daphnia magna* // Comp. Biochem. Physiol. Part - C Toxicol. Pharmacol. 2014a. V. 164. P. 21–26.
56. *Gómez-Oliván L.M., Neri-Cruz N., Galar-Martínez M., Islas-Flores H., García-Medina S.* Binary mixtures of diclofenac with paracetamol, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid and these pharmaceuticals in isolated form induce oxidative stress on *Hyalella azteca* // Environ. Monit. Assess. 2014b. V. 186. P. 7259–7271.
57. *Gonda S., Kiss-Szikszai A., Szucs Z., Balla B., Vasas G.* Efficient biotransformation of non-steroid anti-inflammatory drugs by endophytic and epiphytic fungi from dried leaves of a medicinal plant, *Plantago lanceolata* L. // Int. Biodeterior. Biodegrad. 2016. V. 108. P. 115–121.
58. *González-Alonso S., Merino L.M., Esteban S., López de Alda M., Barceló D., Durán J.J., López-Martínez J., Aceña J., Pérez S., Mastroianni N., Silva A., Catalá M., Valcárcel Y.* Occurrence of pharmaceutical, recreational and psychotropic drug residues in surface water on the northern Antarctic Peninsula region // Environ. Pollut. 2017. V. 229. P. 241–254.
59. *González-González E.D., Gómez-Oliván L.M., Galar-Martínez M., Vieyra-Reyes P., Islas-Flores H., García-Medina S., Jiménez-Vargas J.M., Razo-Estrada C., Pérez-Pastén R.* Metals and nonsteroidal anti-inflammatory pharmaceuticals drugs present in water from Madín Reservoir (Mexico) induce oxidative stress in gill, blood, and muscle of common carp (*Cyprinus carpio*) // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2014. V. 67. P. 281–295.
60. *Gonzalez-Rey M., Bebianno M.J.* Does non-steroidal anti-inflammatory (NSAID) ibuprofen induce antioxidant stress and endocrine disruption in mussel *Mytilus galloprovincialis*? // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2012. V. 33. P. 361–371.
61. *Gonzalez-Rey M., Bebianno M.J.* Effects of non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAID) diclofenac exposure in mussel *Mytilus galloprovincialis* // Aquat. Toxicol. 2014. V. 148. P. 221–230.
62. *Górny D., Guzik U., Hupert-Kocurek K., Wojcieszyńska D.* Naproxen ecotoxicity and biodegradation by *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) strain // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2019. V. 167. P. 505–512.
63. *Grenni P., Patrolecco L., Ademollo N., Tolomei A., Barra Caracciolo A.* Degradation of gemfibrozil and naproxen in a river water ecosystem // Microchem. J. 2013. V. 107. P. 158–164.
64. *Grenni P., Patrolecco L., Ademollo N., Di Lenola M., Barra Caracciolo A.* Capability of the natural microbial community in a river water ecosystem to degrade the drug naproxen // Environ. Sci. Pollut. Res. 2014. V. 21. P. 13470–13479.
65. *Gumbi B.P., Moodley B., Birungi G., Ndungu P.G.* Detection and quantification of acidic drug residues in South African surface water using gas chromatography-mass spectrometry // Chemosphere. 2017. V. 168. P. 1042–1050.
66. *Han S., Choi Kyungho, Kim J., Ji K., Kim S., Ahn B., Yun J., Choi Kyunghee, Khim J.S., Zhang X., Giesy J.P.* Endocrine disruption and consequences of chronic exposure to ibuprofen in Japanese medaka (*Oryzias latipes*) and freshwater cladocerans *Daphnia magna* and *Moina macrocopa* // Aquat. Toxicol. 2010. V. 98. P. 256–264.
67. *Hata T., Kawai S., Okamura H., Nishida T.* Removal of diclofenac and mefenamic acid by the white rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 and identification of their metabolites after fungal transformation // Biodegradation. 2010. V. 21. P. 681–689.
68. *Heckmann L.H., Callaghan A., Hooper H.L., Connon R., Hutchinson T.H., Maund S.J., Sibly R.M.* Chronic toxicity of ibuprofen to *Daphnia magna*: Effects on life history traits and population dynamics // Toxicol. Lett. 2007. V. 172. P. 137–145.
69. *HELCOM.* BASE project 2012-2014: Pilot activity to identify sources and flow patterns of pharmaceuticals in St. Petersburg to the Baltic Sea. 2014. 54 p.
70. *Helenkár A., Sebők Á., Záray G., Molnár-Perl I., Vasanits-Zsigrai A.* The role of the acquisition methods in the analysis of the non-steroidal anti-inflammatory drugs in Danube River by gas chromatography-mass spectrometry // Talanta. 2010. V. 82. P. 600–607.
71. *Hollender J., Zimmermann S.G., Koepke S., Krauss M., Mcardell C.S., Ort C., Singer H., Von Gunten U., Siegrist H.* Elimination of organic micropollutants in a municipal wastewater treatment plant upgraded with a full-scale post-ozonation followed by sand filtration // Environ. Sci. Technol. 2009. V. 43. P. 7862–7869.
72. *Horie Y., Yamagishi T., Yagi A., Shintaku Y., Iguchi T., Tatarazako N.* The non-steroidal anti-inflammatory drug diclofenac sodium induces abnormal embryogenesis and delayed lethal effects in early life stage zebrafish (*Danio rerio*) // J. Appl. Toxicol. 2018. P. 1–8.
73. *Huebner M., Weber E., Niessner R., Boujday S., Knopp D.* Rapid analysis of diclofenac in freshwater and wastewater by a monoclonal antibody-based highly sensitive ELISA // Anal. Bioanal. Chem. 2015. V. 407. P. 8873–8882.
74. *Ide A.H., Osawa R.A., Marcante L.O., da Costa Pereira J., de Azevedo J.C.R.* Occurrence of pharmaceutical products, female sex hormones and caffeine in a subtropical region in Brazil // Clean - Soil Air Water. 2017. V. 45. Article 1700334. https://doi.org/10.1002/clen.201700334
75. *Isidori M., Lavorgna M., Nardelli A., Parrella A., Previtera L., Rubino M.* Ecotoxicity of naproxen and its phototransformation products // Sci. Total Environ. 2005. V. 348. P. 93–101.
76. *Ismail M.M., Essam T.M., Ragab Y.M., Mourad F.E.* Biodegradation of ketoprofen using a microalgal–bacterial consortium // Biotechnol. Lett. 2016. V. 38. P. 1493–1502.
77. *Ivshina I.B., Tyumina E.A., Kuzmina M.V., Vikhareva E.V.* Features of diclofenac biodegradation by *Rhodococcus ruber* IEGM 346 // Sci. Rep. 2019. V. 9. Article 9159. https://doi.org/10.1038/s41598-019-45732-9
78. *Jaffrézic A., Jardé E., Soulier A., Carrera L., Marengue E., Cailleau A., Le Bot B.* Veterinary pharmaceutical contamination in mixed land use watersheds: from agricultural headwater to water monitoring watershed // Sci. Total Environ. 2017. V. 609. P. 992–1000.
79. *Ji K., Liu X., Lee S., Kang S., Kho Y., Giesy J.P., Choi K.* Effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs on hormones and genes of the hypothalamic-pituitary-gonad axis, and reproduction of zebrafish // J. Hazard. Mater. 2013. V. 254–255. P. 242–251.
80. *Jiang C., Geng J., Hu H., Ma H., Gao X., Ren H.* Impact of selected non-steroidal anti-inflammatory pharmaceuticals on microbial community assembly and activity in sequencing batch reactors // PLoS One. 2017. V. 12. Article e0179236. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179236
81. *K’oreje K.O., Vergeynst L., Ombaka D., De Wispelaere P., Okoth M., Van Langenhove H., Demeestere K.* Occurrence patterns of pharmaceutical residues in wastewater, surface water and groundwater of Nairobi and Kisumu city, Kenya // Chemosphere. 2016. V. 149. P. 238–244.
82. *Kapelewska J., Kotowska U., Karpińska J., Kowalczuk D., Arciszewska A., Świrydo A.* Occurrence, removal, mass loading and environmental risk assessment of emerging organic contaminants in leachates, groundwaters and wastewaters // Microchem. J. 2018. V. 137. P. 292–301.
83. *Khan A., Shams D.F., Khan W., Ijaz A., Qasim M., Saad M., Hafeez A., Baig S.A., Ahmed N.* Prevalence of selected pharmaceuticals in surface water receiving untreated sewage in northwest Pakistan // Environ. Monit. Assess. 2018. V. 190.
84. *Kot-Wasik A., Jakimska A., Śliwka-Kaszyńska M.* Occurrence and seasonal variations of 25 pharmaceutical residues in wastewater and drinking water treatment plants // Environ. Monit. Assess. 2016. V. 188. Article 661. https://doi.org/10.1007/s10661-016-5637-0
85. *Koumaki E., Mamais D., Noutsopoulos C.* Environmental fate of non-steroidal anti-inflammatory drugs in river water/sediment systems // J. Hazard. Mater. 2017. V. 323. P. 233–241.
86. *Kovalova L., Siegrist H., Singer H., Wittmer A., McArdell C.S.* Hospital Wastewater Treatment by Membrane Bioreactor: Performance and Efficiency for Organic Micropollutant Elimination // Environ. Sci. Technol. 2012. V. 46. P. 1536–1545.
87. *Kwak K., Ji K., Kho Y., Kim P., Lee J., Ryu J., Choi K.* Chronic toxicity and endocrine disruption of naproxen in freshwater waterfleas and fish, and steroidogenic alteration using H295R cell assay // Chemosphere. 2018. V. 204. P. 156–162.
88. *Lai W.W.P., Lin Y.C., Tung H.H., Lo S.L., Lin A.Y.C.* Occurrence of pharmaceuticals and perfluorinated compounds and evaluation of the availability of reclaimed water in Kinmen // Emerg. Contam. 2016. V. 2. P. 135–144.
89. *Landa P., Prerostova S., Langhansova L., Marsik P., Vankova R., Vanek T.* Transcriptomic response of *Arabidopsis thaliana* roots to naproxen and praziquantel // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2018. V. 166. P. 301–310.
90. *Langenhoff A., Inderfurth N., Veuskens T., Schraa G., Blokland M., Kujawa-Roeleveld K., Rijnaarts H.* Microbial removal of the pharmaceutical compounds ibuprofen and diclofenac from wastewater // Biomed Res. Int. 2013. V. 2013.
91. *Lawrence J.R., Swehone G.D.W., Topp E., Korber D.R., Neu T.R., Wassenaar L.I.* Structural and functional responses of river biofilm communities to the nonsteroidal anti-inflammatory diclofenac // Environ. Toxicol. Chem. 2007. V. 26. P. 573–582.
92. *Li X., Xu J., de Toledo R.A., Shim H.* Enhanced removal of naproxen and carbamazepine from wastewater using a novel countercurrent seepage bioreactor immobilized with *Phanerochaete chrysosporium* under non-sterile conditions // Bioresour. Technol. 2015. V. 197. P. 465–474.
93. *Lindholm-Lehto P.C., Ahkola H.S.J., Knuutinen J.S., Herve S.H.* Widespread occurrence and seasonal variation of pharmaceuticals in surface waters and municipal wastewater treatment plants in central Finland // Environ. Sci. Pollut. Res. 2016. V. 23. P. 7985–7997.
94. *Liu Y., Wang L., Pan B., Wang C., Bao S., Nie X.* Toxic effects of diclofenac on life history parameters and the expression of detoxification-related genes in *Daphnia magna* // Aquat. Toxicol. 2017. V. 183. P. 104–113.
95. *Lolić A., Paíga P., Santos L.H.M.L.M., Ramos S., Correia M., Delerue-Matos C.* Assessment of non-steroidal anti-inflammatory and analgesic pharmaceuticals in seawaters of North of Portugal: Occurrence and environmental risk // Sci. Total Environ. 2015. V. 508. P. 240–250.
96. *Lonappan L., Pulicharla R., Rouissi T., Brar S.K., Verma M., Surampalli R.Y., Valero J.R.* Diclofenac in municipal wastewater treatment plant: quantification using laser diode thermal desorption--atmospheric pressure chemical ionization--tandem mass spectrometry approach in comparison with an established liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass method // J. Chromatogr. A. 2016. V. 1433. P. 106–113.
97. *Ma R., Wang B., Lu S., Zhang Y., Yin L., Huang J., Deng S., Wang Y., Yu G.* Characterization of pharmaceutically active compounds in Dongting Lake, China: Occurrence, chiral profiling and environmental risk // Sci. Total Environ. 2016. V. 557–558. P. 268–275.
98. *Ma R., Qu H., Wang B., Wang F., Yu Y., Yu G.* Simultaneous enantiomeric analysis of non-steroidal anti-inflammatory drugs in environment by chiral LC-MS/MS: A pilot study in Beijing, China // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2019. V. 174. P. 83–91.
99. *Madikizela L.M., Chimuka L.* Determination of ibuprofen, naproxen and diclofenac in aqueous samples using a multi-template molecularly imprinted polymer as selective adsorbent for solid-phase extraction // J. Pharm. Biomed. Anal. 2016. V. 128. P. 210–215.
100. *Marchlewicz A., Domaradzka D., Guzik U., Wojcieszyńska D.* *Bacillus thuringiensis* B1(2015b) is a Gram-positive bacteria able to degrade naproxen and ibuprofen // Water. Air. Soil Pollut. 2016. V. 227. Article 197. https://doi.org/10.1007/s11270-016-2893-0
101. *Marchlewicz A., Guzik U., Hupert-Kocurek K., Nowak A., Wilczyńska S., Wojcieszyńska D.* Toxicity and biodegradation of ibuprofen by *Bacillus thuringiensis* B1 (2015b) // Environ. Sci. Pollut. Res. 2017a. V. 24. P. 7572–7584.
102. *Marchlewicz A., Guzik U., Smułek W., Wojcieszyńska D.* Exploring the degradation of ibuprofen by *Bacillus thuringiensis* B1(2015b): The new pathway and factors affecting degradation // Molecules. 2017b. V. 22. Article E1676. https://doi.org/10.3390/molecules22101676
103. *Marco-Urrea E., Pérez-Trujillo M., Vicent T., Caminal G.* Ability of white-rot fungi to remove selected pharmaceuticals and identification of degradation products of ibuprofen by *Trametes versicolor* // Chemosphere. 2009. V. 74. P. 765–772.
104. *Marco-Urrea E., Pérez-Trujillo M., Blánquez P., Vicent T., Caminal G.* Biodegradation of the analgesic naproxen by *Trametes versicolor* and identification of intermediates using HPLC-DAD-MS and NMR // Bioresour. Technol. 2010a. V. 101. P. 2159–2166.
105. *Marco-Urrea E., Pérez-Trujillo M., Cruz-Morató C., Caminal G., Vicent T.* Degradation of the drug sodium diclofenac by *Trametes versicolor* pellets and identification of some intermediates by NMR // J. Hazard. Mater. 2010b. V. 176. P. 836–842.
106. *Marco-Urrea E., Pérez-Trujillo M., Cruz-Morató C., Caminal G., Vicent T.* White-rot fungus-mediated degradation of the analgesic ketoprofen and identification of intermediates by HPLC-DAD-MS and NMR // Chemosphere. 2010c. V. 78. P. 474–481.
107. *Marsik P., Rezek J., Židková M., Kramulová B., Tauchen J., Vaněk T.* Non-steroidal anti-inflammatory drugs in the watercourses of Elbe basin in Czech Republic // Chemosphere. 2017. V. 171. P. 97–105.
108. *Maruya K.A., Dodder N.G., Sengupta A., Smith D.J., Lyons J.M., Heil A.T., Drewes J.E.* Multimedia screening of contaminants of emerging concern (CECS) in coastal urban watersheds in southern California (USA) // Environ. Toxicol. Chem. 2016. V. 35. P. 1986–1994.
109. *Mathias F.T., Fockink D.H., Disner G.R., Prodocimo V., Ribas J.L.C., Ramos L.P., Cestari M.M., Silva de Assis H.C.* Effects of low concentrations of ibuprofen on freshwater fish *Rhamdia quelen* // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2018. V. 59. P. 105–113.
110. *McEneff G., Barron L., Kelleher B., Paull B., Quinn B.* A year-long study of the spatial occurrence and relative distribution of pharmaceutical residues in sewage effluent, receiving marine waters and marine bivalves // Sci. Total Environ. 2014. V. 476–477. P. 317–326.
111. *McRae N.K., Glover C.N., Burket S.R., Brooks B.W., Gaw S.* Acute exposure to an environmentally relevant concentration of diclofenac elicits oxidative stress in the culturally important galaxiid fish *Galaxias maculatus* // Environ. Toxicol. Chem. 2018. V. 37. P. 224–235.
112. *Mehinto A.C., Hill E.M., Tyler C.R.* Uptake and biological effects of environmentally relevant concentrations of the nonsteroidal anti-inflammatory pharmaceutical diclofenac in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Environ. Sci. Technol. 2010. V. 44. P. 2176–2182.
113. *Mezzelani M., Gorbi S., Fattorini D., D’Errico G., Consolandi G., Milan M., Bargelloni L., Regoli F.* Long-term exposure of *Mytilus galloprovincialis* to diclofenac, Ibuprofen and Ketoprofen: Insights into bioavailability, biomarkers and transcriptomic changes // Chemosphere. 2018. V. 198. P. 238–248.
114. *Mohd Zanuri N.B., Bentley M.G., Caldwell G.S.* Assessing the impact of diclofenac, ibuprofen and sildenafil citrate (Viagra®) on the fertilisation biology of broadcast spawning marine invertebrates // Mar. Environ. Res. 2017. V. 127. P. 126–136.
115. *Moreau M., Hadfield J., Hughey J., Sanders F., Lapworth D.J., White D., Civil W.* A baseline assessment of emerging organic contaminants in New Zealand groundwater // Sci. Total Environ. 2019. V. 686. P. 425–439.
116. *Moreira I.S., Bessa V.S., Murgolo S., Piccirillo C., Mascolo G., Castro P.M.L.* Biodegradation of Diclofenac by the bacterial strain *Labrys portucalensis* F11 // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2018. V. 152. P. 104–113.
117. *Murdoch R.W., Hay A.G.* Formation of catechols via removal of acid side chains from ibuprofen and related aromatic acids // Appl. Environ. Microbiol. 2005. V. 71. P. 6121–6125.
118. *Murdoch R.W., Hay A.G.* The biotransformation of ibuprofen to trihydroxyibuprofen in activated sludge and by *Variovorax* Ibu-1 // Biodegradation. 2015. V. 26. P. 105–113.
119. *Muter O., Perkons I., Selga T., Berzins A., Gudra D., Radovica-Spalvina I., Fridmanis D., Bartkevics V.* Removal of pharmaceuticals from municipal wastewaters at laboratory scale by treatment with activated sludge and biostimulation // Sci. Total Environ. 2017. V. 584–585. P. 402–413.
120. *Nebot C., Falcon R., Boyd K.G., Gibb S.W.* Introduction of human pharmaceuticals from wastewater treatment plants into the aquatic environment: A rural perspective // Environ. Sci. Pollut. Res. 2015. V. 22. P. 10559–10568.
121. *Nguyen L.N., Hai F.I., Yang S., Kang J., Leusch F.D.L., Roddick F., Price W.E., Nghiem L.D.* Removal of trace organic contaminants by an MBR comprising a mixed culture of bacteria and white-rot fungi // Bioresour. Technol. 2013a. V. 148. P. 234–241.
122. *Nguyen L.N., Nghiem L.D., Kumar Pramanik B., Oh S.* Cometabolic biotransformation and impacts of the anti-inflammatory drug diclofenac on activated sludge microbial communities // Sci. Total Environ. 2019b. V. 657. P. 739–745.
123. *Nieto E., Hampel M., González-Ortegón E., Drake P., Blasco J.* Influence of temperature on toxicity of single pharmaceuticals and mixtures, in the crustacean *A. desmarestii* // J. Hazard. Mater. 2016. V. 313. P. 159–169.
124. *Novoa-Luna K.A., Romero-Romero R., Natividad-Rangel R., Galar-Martínez M., SanJuan-Reyes N., García-Medina S., Martínez-Vieyra C., Neri-Cruz N., Gómez-Oliván L.M.* Oxidative stress induced in *Hyalella azteca* by an effluent from a NSAID-manufacturing plant in Mexico // Ecotoxicology. 2016. V. 25. P. 1288–1304.
125. *Olicón-Hernández D.R., Camacho-Morales R.L., Pozo C., González-López J., Aranda E.* Evaluation of diclofenac biodegradation by the ascomycete fungus *Penicillium oxalicum* at flask and bench bioreactor scales // Sci. Total Environ. 2019. V. 662. P. 607–614.
126. *Osorio-Lozada A., Surapaneni S., Skiles G.L., Subramanian R.* Biosynthesis of drug metabolites using microbes in hollow fiber cartridge reactors: Case study of diclofenac metabolism by *Actinoplanes* species // Drug Metab. Dispos. 2008. V. 36. P. 234–240.
127. *Paíga P., Lolić A., Hellebuyck F., Santos L.H.M.L.M., Correia M., Delerue-Matos C.* Development of a SPE–UHPLC–MS/MS methodology for the determination of non-steroidal anti-inflammatory and analgesic pharmaceuticals in seawater // J. Pharm. Biomed. Anal. 2015. V. 106. P. 61–70.
128. *Paje M.L.F., Kuhlicke U., Winkler M., Neu T.R.* Inhibition of lotic biofilms by diclofenac // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2002. V. 59. P. 488–492.
129. *Palli L., Castellet-Rovira F., Pérez-Trujillo M., Caniani D., Sarrà-Adroguer M., Gori R.* Preliminary evaluation of *Pleurotus ostreatus* for the removal of selected pharmaceuticals from hospital wastewater // Biotechnol. Prog. 2017. V. 33. P. 1529–1537.
130. *Palyzová A., Zahradník J., Marešová H., Sokolová L., Kyslíková E., Grulich M., Štěpánek V., Řezanka T., Kyslík P.* Potential of the strain *Raoultella* sp. KDF8 for removal of analgesics // Folia Microbiol. (Praha). 2018b. V. 63. P. 273–282.
131. *Palyzová A., Zahradník J., Marešová H., Řezanka T.* Characterization of the catabolic pathway of diclofenac in *Raoultella* sp. KDF8 // Int. Biodeterior. Biodegrad. 2019. V. 137. P. 88–94.
132. *Papageorgiou M., Kosma C., Lambropoulou D.* Seasonal occurrence, removal, mass loading and environmental risk assessment of 55 pharmaceuticals and personal care products in a municipal wastewater treatment plant in Central Greece // Sci. Total Environ. 2016. V. 543. P. 547–569.
133. *Park J., Yamashita N., Wu G., Tanaka H.* Removal of pharmaceuticals and personal care products by ammonia oxidizing bacteria acclimated in a membrane bioreactor: Contributions of cometabolism and endogenous respiration // Sci. Total Environ. 2017. V. 605–606. P. 18–25.
134. *Parolini M., Binelli A., Provini A.* Chronic effects induced by ibuprofen on the freshwater bivalve *Dreissena polymorpha* // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2011. V. 74. P. 1586–1594.
135. *Passananti M., Lavorgna M., Iesce M.R., DellaGreca M., Brigante M., Criscuolo E., Cermola F., Isidori M.* Photochemical fate and eco-genotoxicity assessment of the drug etodolac // Sci. Total Environ. 2015. V. 518–519. P. 258–265.
136. *Pereira C.D.S., Maranho L.A., Cortez F.S., Pusceddu F.H., Santos A.R., Ribeiro D.A., Cesar A., Guimarães L.L.* Occurrence of pharmaceuticals and cocaine in a Brazilian coastal zone // Sci. Total Environ. 2016. V. 548–549. P. 148–154.
137. *Pierattini E.C., Francini A., Huber C., Sebastiani L., Schröder P.* Poplar and diclofenac pollution: A focus on physiology, oxidative stress and uptake in plant organs // Sci. Total Environ. 2018. V. 636. P. 944–952.
138. *Pino-Otín M.R., Muñiz S., Val J., Navarro E.* Effects of 18 pharmaceuticals on the physiological diversity of edaphic microorganisms // Sci. Total Environ. 2017. V. 595. P. 441–450.
139. *Pounds N., Maclean S., Webley M., Pascoe D., Hutchinson T.* Acute and chronic effects of ibuprofen in the mollusc *Planorbis carinatus* (*Gastropoda*: *Planorbidae*) // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2008. V. 70. P. 47–52.
140. *Praveena S.M., Shaifuddin S.N.M., Sukiman S., Nasir F.A.M., Hanafi Z., Kamarudin N., Ismail T.H.T., Aris A.Z.* Pharmaceuticals residues in selected tropical surface water bodies from Selangor (Malaysia): Occurrence and potential risk assessments // Sci. Total Environ. 2018. V. 642. P. 230–240.
141. *Quintana J.B., Weiss S., Reemtsma T.* Pathways and metabolites of microbial degradation of selected acidic pharmaceutical and their occurrence in municipal wastewater treated by a membrane bioreactor // Water Res. 2005. V. 39. P. 2654–2664.
142. *Rangasamy B., Hemalatha D., Shobana C., Nataraj B., Ramesh M.* Developmental toxicity and biological responses of zebrafish (*Danio rerio*) exposed to anti-inflammatory drug ketoprofen // Chemosphere. 2018. V. 213. P. 423–433.
143. *Rivera-Jaimes J.A., Postigo C., Melgoza-Alemán R.M., Aceña J., Barceló D., López de Alda M.* Study of pharmaceuticals in surface and wastewater from Cuernavaca, Morelos, Mexico: Occurrence and environmental risk assessment // Sci. Total Environ. 2018. V. 613–614. P. 1263–1274.
144. *Rodarte-Morales, A.I., Moreira, M.T., Feijoo, G., Lema J.M.* Evaluation of two fungal strains for the degradation of Pharmaceutical and Personal Care Products (PPCPs) // Chem. Eng. Trans. 2010. V. 20. P. 31–36.
145. *Rossini D., Ciofi L., Ancillotti C., Checchini L., Bruzzoniti M.C., Rivoira L., Fibbi D., Orlandini S., Del Bubba M.* Innovative combination of QuEChERS extraction with on-line solid-phase extract purification and pre-concentration, followed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry for the determination of non-steroidal anti-inflammatory drugs and their metabolites in sewage sludge // Anal. Chim. Acta 2016. V. 935. P. 269–281.
146. *Saby M., Larocque M., Pinti D.L., Barbecot F., Gagné S., Barnetche D., Cabana H.* Regional assessment of concentrations and sources of pharmaceutically active compounds, pesticides, nitrate, and E. coli in post-glacial aquifer environments (Canada) // Sci. Total Environ. 2017. V. 579. P. 557–568.
147. *Salgado R., Brito D., Noronha J.P., Almeida B., Bronze M.R., Oehmen A., Carvalho G., Barreto Crespo M.T.* Metabolite identification of ibuprofen biodegradation by *Patulibacter medicamentivorans* under aerobic conditions // Environ. Technol. (United Kingdom) 2018. P. 1–16.
148. *Saravanan M., Hur J.H., Arul N., Ramesh M.* Toxicological effects of clofibric acid and diclofenac on plasma thyroid hormones of an Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* during short and long-term exposures // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2014. V. 38. P. 948–958.
149. *Saunders L.J., Mazumder A., Lowe C.J.* Pharmaceutical concentrations in screened municipal wastewaters in Victoria, British Columbia: A comparison with prescription rates and predicted concentrations // Environ. Toxicol. Chem. 2016. V. 35. P. 919–929.
150. *Schmidt W., O’Rourke K., Hernan R., Quinn B.* Effects of the pharmaceuticals gemfibrozil and diclofenac on the marine mussel (*Mytilus* spp.) and their comparison with standardized toxicity tests // Mar. Pollut. Bull. 2011. V. 62. P. 1389–1395.
151. *Schwarz S., Schmieg H., Scheurer M., Köhler H.R., Triebskorn R.* Impact of the NSAID diclofenac on survival, development, behaviour and health of embryonic and juvenile stages of brown trout, *Salmo trutta* f. *fario* // Sci. Total Environ. 2017. V. 607–608. P. 1026–1036.
152. *Selderslaghs I.W.T., Blust R., Witters H.E.* Feasibility study of the zebrafish assay as an alternative method to screen for developmental toxicity and embryotoxicity using a training set of 27 compounds // Reprod. Toxicol. 2012. V. 33. P. 142–154.
153. *Sengupta A., Lyons J.M., Smith D.J., Drewes J.E., Snyder S.A., Heil A., Maruya K.A.* The occurrence and fate of chemicals of emerging concern in coastal urban rivers receiving discharge of treated municipal wastewater effluent // Environ. Toxicol. Chem. 2014. V. 33. P. 350–358.
154. *Simazaki D., Kubota R., Suzuki T., Akiba M., Nishimura T., Kunikane S.* Occurrence of selected pharmaceuticals at drinking water purification plants in Japan and implications for human health // Water Res. 2015. V. 76. P. 187–200.
155. *Singh K.P., Rai P., Singh A.K., Verma P., Gupta S.* Occurrence of pharmaceuticals in urban wastewater of north Indian cities and risk assessment // Environ. Monit. Assess. 2014. V. 186. P. 6663–6682.
156. *Spongberg A.L., Witter J.D., Acuña J., Vargas J., Murillo M., Umaña G., Gómez E., Perez G.* Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters // Water Res. 2011. V. 45. P. 6709–6717.
157. *Stancova V., Plhalova L., Blahova J., Zivna D., Bartoskova M., Siroka Z., Marsalek P., Svobodova Z.* Effects of the pharmaceutical contaminants ibuprofen, diclofenac, and carbamazepine alone, and in combination, on oxidative stress parameters in early life stages of tench (*Tinca tinca*) // Vet. Med. (Praha). 2017. V. 62. P. 90–97.
158. *Stenholm Å., Hedeland M., Arvidsson T., Pettersson C.E.* Removal of diclofenac from a non-sterile aqueous system using *Trametes versicolor* with an emphasis on adsorption and biodegradation mechanisms // Environ. Technol. 2018. V. 40. P. 2460–2472.
159. *Straub J.O., Stewart K.M.* Deterministic and probabilistic acute-based environmental risk assessment for naproxen for Western Europe // Environ. Toxicol. Chem. 2007. V. 26. P. 795–806.
160. *Stylianou K., Hapeshi E., Vasquez M.I., Fatta-Kassinos D., Vyrides I.* Diclofenac biodegradation by newly isolated *Klebsiella* sp. KSC: Microbial intermediates and ecotoxicological assessment // J. Environ. Chem. Eng. 2018. V. 6. P. 3242–3248.
161. *Tauxe-Wuersch A., De Alencastro L.F., Grandjean D., Tarradellas J.* Occurrence of several acidic drugs in sewage treatment plants in Switzerland and risk assessment // Water Res. 2005. V. 39. P. 1761–1772.
162. *Tiehm A., Schmidt N., Stieber M., Sacher F., Wolf L., Hoetzl H.* Biodegradation of pharmaceutical compounds and their occurrence in the Jordan Valley // Water Resour. Manag. 2011. V. 25. P. 1195–1203.
163. *Tong A.Z., Ghoshdastidar A.J., Fox S.* The presence of the top prescribed pharmaceuticals in treated sewage effluents and receiving waters in southwest nova scotia, canada // Environ. Sci. Pollut. Res. 2015. V. 22. P. 689–700.
164. *Toušová Z., Vrana B., Smutná M., Novák J., Klučárová V., Grabic R., Slobodník J., Giesy J.P., Hilscherová K.* Analytical and bioanalytical assessments of organic micropollutants in the Bosna River using a combination of passive sampling, bioassays and multi-residue analysis // Sci. Total Environ. 2019. V. 650. P. 1599–1612.
165. *Tran N.H., Urase T., Kusakabe O.* The characteristics of enriched nitrifier culture in the degradation of selected pharmaceutically active compounds // J. Hazard. Mater. 2009. V. 171. P. 1051–1057.
166. *Triebskorn R., Casper H., Scheil V., Schwaiger J.* Ultrastructural effects of pharmaceuticals (carbamazepine, clofibric acid, metoprolol, diclofenac) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and common carp (*Cyprinus carpio*) // Anal. Bioanal. Chem. 2007. V. 387. P. 1405–1416.
167. *Tyumina E.A., Bazhutin G.A., Vikhareva E.V., Selyaninov A.A., Ivshina I.B.* Diclofenac as a factor in the change of *Rhodococcus* metabolism // IOP Conf. Ser. Mat. Sci. 2019. V. 487. Article 012027. https://doi.org/10.1088/1757-899X/487/1/012027
168. *UNESCO, HELCOM*. Pharmaceuticals in the aquatic environment of the Baltic Sea region – A status report. UNESCO Emerging Pollutants in Water Series – N 1, UNESCO Publishing, Paris. 2017. 120 p.
169. *Valcárcel Y., Alonso S.G., Rodríguez-Gil J.L., Maroto R.R., Gil A., Catalá M.* Analysis of the presence of cardiovascular and analgesic/anti-inflammatory/antipyretic pharmaceuticals in river- and drinking-water of the Madrid Region in Spain // Chemosphere. 2011. V. 82. P. 1062–1071.
170. *Velázquez Y.F., Nacheva P.M.* Biodegradability of fluoxetine, mefenamic acid, and metoprolol using different microbial consortiums // Environ. Sci. Pollut. Res. 2017. V. 24. P. 6779–6793.
171. *Verlicchi P., Al Aukidy M., Zambello E.* Occurrence of pharmaceutical compounds in urban wastewater: Removal, mass load and environmental risk after a secondary treatment-A review // Sci. Total Environ. 2012. V. 429. P. 123–155.
172. *Vystavna Y., Huneau F., Grynenko V., Vergeles Y., Celle-Jeanton H., Tapie N., Budzinski H., Le Coustumer P.* Pharmaceuticals in Rivers of Two Regions with Contrasted Socio-Economic Conditions: Occurrence, Accumulation, and Comparison for Ukraine and France // Water Air Soil Pollut. 2012. V. 223. P. 2111–2124.
173. *Wang S., Wang J.* Degradation of emerging contaminants by acclimated activated sludge // Environ. Technol. 2018. V. 39. P. 1985–1993.
174. *Wang Yuwen, Li Y., Hu A., Rashid A., Ashfaq M., Wang Yinhan, Wang H., Luo H., Yu C.-P., Sun Q.* Monitoring, mass balance and fate of pharmaceuticals and personal care products in seven wastewater treatment plants in Xiamen City, China // J. Hazard. Mater. 2018. V. 354. P. 81–90.
175. *Węgrzyn A., Felis E.* Isolation of bacterial endophytes from *Phalaris arundinacea* and their potential in diclofenac and sulfamethoxazole degradation // Polish J. Microbiol. 2018. V. 67. P. 321–331.
176. *Wojcieszyńska D., Domaradzka D., Hupert-Kocurek K., Guzik U.* Bacterial degradation of naproxen – Undisclosed pollutant in the environment // J. Environ. Manage. 2014. V. 145. P. 157–161.
177. *Wojcieszyńska D., Domaradzka D., Hupert-Kocurek K., Guzik U.* Enzymes involved in naproxen degradation by *Planococcus* sp. S5 // Polish J. Microbiol. 2016. V. 65. P. 177–182.
178. *Yang B., Yang M., Li J., Gan J., Ding T., Li W., Lin K.* Biodegradation of naproxen by freshwater algae *Cymbella* sp. and *Scenedesmus quadricauda* and the comparative toxicity // Bioresour. Technol. 2017. V. 238. P. 164–173.
179. *Yang L., He J.T., Su S.H., Cui Y.F., Huang D.L., Wang G.C.* Occurrence, distribution, and attenuation of pharmaceuticals and personal care products in the riverside groundwater of the Beiyun River of Beijing, China // Environ. Sci. Pollut. Res. 2017. V. 24. P. 15838–15851.
180. *Yokota H., Taguchi Y., Tanaka Y., Uchiyama M., Kondo M., Tsuruda Y., Suzuki T., Eguchi S.* Chronic exposure to diclofenac induces delayed mandibular defects in medaka (*Oryzias latipes*) in a sex-dependent manner // Chemosphere. 2018. V. 210. P. 139–146.
181. *Zhang Y., Wang B., Cagnetta G., Duan L., Yang J., Deng S., Huang J., Wang Y., Yu G.* Typical pharmaceuticals in major WWTPs in Beijing, China: Occurrence, load pattern and calculation reliability // Water Res. 2018. V. 140. P. 291–300.