

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



1
2025



Тахририят ҳайъати раиси:
СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро муҳандислик-технология институти ректори

Муовини:

ЮЛДАШЕВ Н.Х. –

БухМТИ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГKM” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро МТИ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳишлар:

БОЛТАЕВА З.З., АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:
200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти
Тел: 0(365) 223-92-40
Факс: 0(365) 223-78-84
Электрон манзил:
E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан
<https://journal.bmti.uz/>
сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Бибутов Н.С., Хожиев А.Х., Ҳабибов Ф.Ю. Балкани эгилишга синаш	4
Ataullayev Sh.N., To‘raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Xamidov D.G‘. Neft va gaz zavodlaridan chiqayotgan mash‘ala gazlarini qayta ishlash texnologiyalasini takomillashtirish . . .	11
Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D. Karyer bir cho‘michli ekskavatorlarining ish rejimlarini optimallashtirish	18
Ismailov M.A., Mannobjonov B.Z. Suv tozalash jarayonida mikroorganizmlarga ta‘sir qiluvchi asosiy faktorlar	24
Чулиев У.Х., Амонов М.Р. Разработка состава буровых растворов и изучение их реологических и эксплуатационных свойств	32
Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T. Ipak salmog‘ini oshirish uchun ipak qurtlarini parvarishlashning zamonaviy yechimlari	35
Мухамедбаев А.А. Влажностные характеристики автоклавного газобетона	39
Jo‘rayev F.O‘., Umedova U.X., Axmedov Y.H., Mardonova S.M. Plug osti tovonini yumshatadigan chuquryumshatkich qurilmasining murakkab sirtli ishchi organining dala tajriba tadqiqotlari natijalari.	45
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Фозилов С.Ф., Зоирова А.И., Фозилов Ҳ.С. Табиий газдан МТО (метанолдан олефин) технологияси асосида қуйи олефинар олиш	50
Atoyev E.X., Sharipova N.O‘. Adgeziya xossalarini oxirgi plazmali mustahkamlash usulidan foydalanib o‘rganish	57
Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko‘piklanish sabablari va uning intensivligiga ta‘sir etuvchi omillar	61
Умурова Ш.Ш., Амонов М.Р., Амонова М.М. Изучение текстурных характеристик бентонитовых материалов	64
Axmedova Sh.U., Axmedova O.B. Gazlarni absorbsion tozalashda samarali absorbent kompozitsiyalar yaratish	68
Ataqulova D.D. Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli (MAD tipli) ingibitorlarning samaradorligini o‘rganish	72
Bobokulova M.Sh., Xodjamkulov S.Z. Effect of various factors on the synthesis of ion-exchange membranes and IR-spectral description of their structure with a fure converter . . .	78
To‘raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Temirov A.H. “Vodorod sulfidi saqlagan nordon gazlarni utilizatsiyalashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish”	84
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Gazkondensat konlarini ishlatishni sa-maradorligini oshirishda organik aminlar asosidagi korroziya ingibitorining ta‘sirini tadqiq etish	91
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Magistral neft va gaz quvurlarini vodorod sulfidli korroziyasiga ingibitorlarni ta‘sirini tadqiq etish	95
Tursunova F.J., Amonov M.R. Sanoat katalizatorlari chiqindilarini qayta ishlash	99
Муҳиддинов Б.Ф., Джалилов А.Т., Исроилов О.И., Ширинов Ш.Д. Сравнительный анализ набухаемости гидрогелей синтезированных на основе карбоксиметилцеллюлозы	105
Choriyev A.U., Mirzayeva S.K., Normurodov I.O‘., Izbasarova G.Sh. 4-xlorfenilxlor-atsetat asosida nukleofil almashinish reaksiyalarini tadqiq qilish.	110

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА

Жалилов Р.Б., Караев А.Т., Камалов У.У. Исследование модернизации котельной АО «Бухараэнергомарказ»	117
Berdiev D.M., Abdullaev B.K., Abdullaev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash	125
Maxmudov M.I., Timirov X.N. Oqova suvda erigan kislorodni optik usulda o'lchashning afzalliklari	131
Muzaffarov F.F. Vertikal o'qli shamol energetik qurilmasining yurgizish momentini oshirishning ilmiy-texnik tadqiqoti	135
Mirzayev Sh.M., Hakimova S.Sh., Qodirov J.R. Qovunlarni quritishda quyosh radiatsiyasi va tabiiy vakuumli dastlabki ishlov berish	145
Makhmudov M.I., Mamirov U.F., Nurov S.S. Treatment plants increasing the energy efficiency of biological by automating measurements of main technological parameters	153
Tog'ayev I.B., Abdullayev Sh.Sh. Reaktiv quvvat manbalari yordamida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini bosqichma-bosqich oshirishda tizimli tahlil olib borish	156
Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э. Муқобил энергия манбаларидан электр энергиясини олишда кичик тезликли электр генераторни лойиҳалаш ва динамик режимларини моделлаштириш	164
Kamolov J.J. Panel-nurlanishli isitish tizimini turli izolyatsiya materiallari uchun hisoblash	174
Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S. Fotoelektrik batareyalar energetik parameterlarini monitoring qilish uchun quyosh intensivligini kuzatish qurilmasi tayyorlash	178
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Reaktiv quvvat manbalarini o'rnatish natijasida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini oshirishning baholash usullari	183
Barakayev N.R., Narziyev M.S., Talabov M.D., Jo'raqulova M.O. Inkubatsiyalash jarayonida parranda tuxumlarini o'z o'qi atrofida aylantirish uchun sarflanadigan energiyani aniqlash .	191

ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР

Жураев З.Б., Курбонов М.У., Абдувохидов Х.Ш. Современное состояние цифровой образовательной системы высшего образования в республике Узбекистан	196
Курбанов Ж.М., Курбанова М.Ж., Холтураев Х.К. Разработка математической модели изменения структурно-механических свойств плодов и овощей в процессе сушки.	201

ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Sharipov N.Z. Olcha danagining fizik xossalarini tadqiq qilish	207
Sabirov U.K., Oqilov A. Sut mahsulotlarini saqlashning mikroiklim parametrlarini intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish	211
Oltiyev A.T., Haydarova M.F. Tsukat ishlab chiqarish texnologiyasidagi an'anaviy shakar xom ashyosini, novvot ishlab chiqarish texnologiyasining qoldiq siropiga almashtirish	220
Атамуратова Т.И., Ахмедова М.Б. Способы приготовления бездрожжевого хлеба . . .	225
Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б. Применение муки из соевого жмыха для улучшения белкового состава хлеба	229
Рахмонов К.С., Атамуратова Т.И. Антибактерицидная активность настоев из пряно-ароматического растительного сырья	233
Эрматов О.С. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш миницеҳи.	240
Barakayev N.R., Uzoqov Y.A., Sadullayev S.X., Xolmuradov B.B., Axmedov A.G'. Respublikamizda ekilayotgan bug'doy don navlarini tahlil etish	247
Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З. Разработка плана эксперимента процесса стерилизации плодов и овощей	252

ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imi shikastlangan oyoq panjalari uchun ortopedik poyabzal va ortezlarning konstruktiv tahlillari	259
Ataxanov A.K., Azizov I.R., Odilxonova N.O. Tiklangan tolalardan mexanik texnologiyada notoqima matolar tayyorlash imkoniyatlari	267
Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imidagi shikastlanishlarda tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan ortopedik yechimlar tahlili.	272
Do'stova F.X. Tikuv mashinasining taklif etilgan friksion muftasi konstruksiyasi vazifasi va ish tamoyillari.	275
Мардонов С.Э. Определение уработки нитей ворсовой основы при формировании коврового изделия.	279
Бebuтова Н.Н. Ёзги махсус кийимларни тайёрлашда қўлланиладиган талабларни шакллантириш	284
Kurbanov F.A., Zarifova M.B. Jin arra tishlari ishchi yuzasiga ta'sir qiluvchi kuchlar	290
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг ифлосликларни ажралиш жараёнига таъсири . . .	293
Парпиев А., Наврузов Н., Ахмедов К., Якубов К. Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси.	299
Ibrohimov I., Obidov A. Takomillashtirilgan toshtutgich kamerasida harakatlanayotgan paxta bo'lakchasining shikastlanish holatini tadqiq qilish.	303
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг тозалаш самарадорлигига таъсири	310
Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Райимкулов Ж.К., Пардаев Б.Ч. Пахта чигити элеваторида тасмали лентанинг тажрибавий изланишлари.	315
Жуманиязов Қ., Саломов А. Пневмомеханик йигирув жараёнини такомиллаштирилган самарали технологиясини ишлаб чиқаришга қаратилган илмий тадқиқот ишлари таҳлили	319
Muhammedova M.O., Barnoyev B.E. Xromlangan charm tarkibini tahlil qilish va charm chiqindilarini qayta ishlash usullari	328
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Мустақимова Қ.С. Александр Сергеевич Пушкин ва ўзбек адабиёти	333
Цай И.К. Непрерывное образование библиотечных специалистов Республики Узбекистан	336
Mirzayev Sh.R., Eshchanov Sh.A. Issiq-quruq iqlim sharoitida sanoat usullaridan foydalgan holda o'rta qavatli turar-joy binolarini loyihalashning tamoyillari: Buxoro shahri misolida	343
Xasanova S.Q. Fe'l nisbatlari tarjimai muammolari va yechimlari	348

SUV TOZALASH JARAYONIDA MIKROORGANIZMLARGA TA'SIR QILUVCHI ASOSIY FAKTORLAR

¹Ismailov M.A., ²Mannobjonov B.Z.

¹*“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti”*

Milliy tadqiqot universiteti, ²Andijon mashinasozlik instituti.

Annotatsiya. Maqolada suv tozalash jarayonlarida biologik tozalash yo‘llaridan biri mikroorganizmlar orqali tozalash usuli bayon etilgan. Mikroorganizmlarning o‘shishi, ularning stabil holati va o‘limiga ta’sir ko‘rsatuvchi suvda mavjud bo‘ladigan faktorlar va ularning matematik modellari ko‘rib chiqilgan. Bu faktorlarga harorat, pH darajasi, kislorod, suv oqimining tezligi, substratlar va ingibitorlarning ta’sirlari matematik jihatdan ko‘rib chiqilgan va misollar yordamida grafiklar hosil qilingan va tasvirlangan.

Kalit so‘zlar: mikroorganizmlar, mikroorganizmlarning o‘shishi, o‘lishi va statsionar holati, harorat, pH, kislorod, suv oqimi tezligi, metabolizm, optimal harorat, erigan kislorod, substratlar, ingibitorlar, azot, fosfor, o‘gir zararli metallar.

MAIN FACTORS AFFECTING MICROORGANISMS IN THE WATER TREATMENT PROCESS

¹Ismailov M.A., ²Mannobjonov B.Z.

¹*Professor of National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers", ²Andijan Machine Building Institute.*

Abstract. In this article, one of the methods of biological purification in water purification processes, purification through microorganisms, is considered. This article examines the factors present in water and their mathematical models that affect the growth of microorganisms, their stable condition and death. Effects of temperature, pH level, oxygen, water flow rate, substrates and inhibitors on these factors were considered mathematically, and graphs were created and illustrated with the help of examples.

Key words: microorganisms, growth, death and stationary state of microorganisms, temperature, pH, oxygen, water flow rate, metabolism, optimal temperature, dissolved oxygen, substrates, inhibitors. Nitrogen, phosphorus, heavy harmful metals.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МИКРООРГАНИЗМЫ В ПРОЦЕССЕ ВОДООЧИСТКИ

Исмаилов М.А., Маннобжонов Б.З.

¹*Профессор Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»,*

²Андижанский машиностроительный институт.

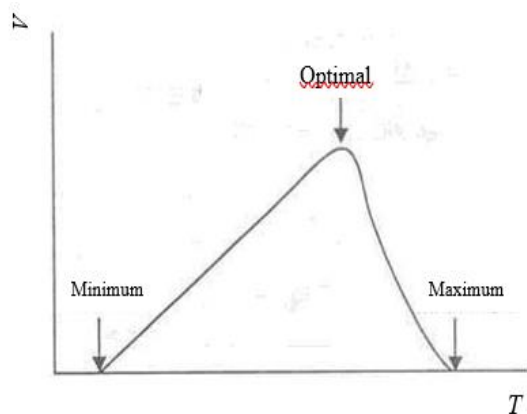
Аннотация. В данной статье рассмотрен один из методов биологической очистки в процессах водоочистки – очистка микроорганизмами. В данной статье рассматриваются факторы, присутствующие в воде, и их математические модели, влияющие на рост микроорганизмов, их стабильное состояние и гибель. Влияние температуры, уровня pH, кислорода, расхода воды, субстратов и ингибиторов на эти факторы рассмотрено математически, построены графики и проиллюстрированы примерами.

Ключевые слова: микроорганизмы, рост, гибель и стационарное состояние микроорганизмов, температура, pH, кислород, скорость потока воды, метаболизм, оптимальная температура, растворенный кислород, субстраты, ингибиторы. Азот, фосфор, тяжелые вредные металлы.

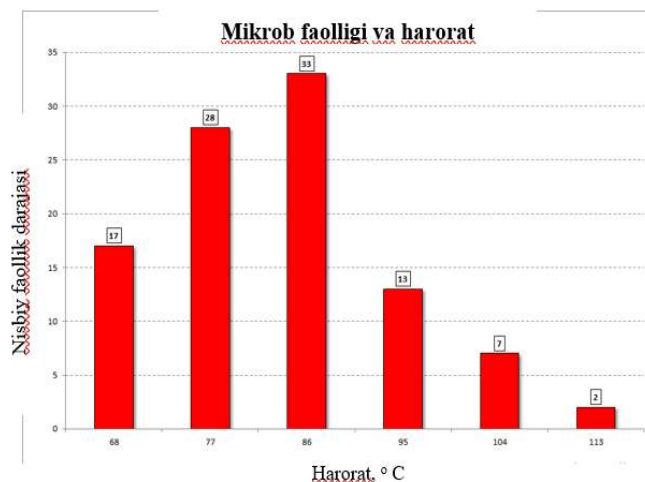
Kirish. Bugungi kunga kelib ishlab chiqarish va sanoatning yuqori darajada rivojlanishi va boshqa omillar natijasida yerdagi suv resurslarining katta qismi ifloslanmoqda. Bizning sayyoramiz 70% suv bilan qoplangan bo‘lsa ham, ularning hammasi insonlar iste’moli uchun yaroqli hisoblanmaydi. Tezkor sanoatlashtirish, kam suv resurslaridan suv iste’mol qilish va boshqa ko‘plab omillar suvning ifloslanishida muhim rol o‘ynaydi. Har yili dunyo bo‘ylab 400 milliard tonna chiqindi hosil bo‘ladi. Ushbu suvlarni tozalashning bir qancha usullari mavjud bo‘lib, shulardan biri biologik tozalash hisoblanadi. Biologik tozalash jarayonida, odatda, bir qancha turdagi mikroorganizmlardan foydalaniladi. Suv tarkibidagi ko‘plab faktorlar mikroorganizmlarning faoliyatiga ta’sir ko‘rsatadi. Bu ham foydali, ham zararli bo‘lishi mumkin. Misol uchun harorat o‘zining optimal qiymatida mikroorganizmlarning o‘shishi uchun eng qulay sharoit yaratib berishi bilan bir qatorda keragidan ortiq harorat ularning o‘limiga asosiy sabab bo‘lib qoladi. Qolgan

faktorlar ham huddi shu tarzda ta'sir ko'rsatadi. Maqolada esa ushbu faktorlarning optimal qiymatlarini topish uchun matematik modellar ko'rib o'tilgan.

Harorat ta'siri. Suvning harorati mikroorganizmlarni o'sish kinetikasiga ta'sir qiluvchi asosiy omil hisoblanadi. Har bir mikroorganizmda minimal va maksimal o'sish imkonini beruvchi harorat oralig'i mavjud. Shu oraliqdan yuqorida ham, pastda ham mikroorganizmlar rivojlanmaydi. Past haroratda organizm qobig'i qotib qoladi va oziq moddalar hujayraga yetib bormaydi. Yuqori haroratda esa oqsillar va fermentlar o'sishdan to'xtaydi va shu sababli bakteriyalar ham o'smaydi.



1-rasm. O'sish tezligining haroratga bog'liqligi



2-rasm. Mikroorganizmlar faolligining haroratga bo'gliqligi

Suv tozalash jarayonida bir vaqtning o'zida bir nechta turdagi organizmlar populyatsiyasi mavjud bo'ladi. Suv harorati o'zgarganda mikroorganizmlarning bir guruhi o'sishi sekinlashadi va ba'zida nobud bo'ladi, boshqa bir guruhlarining o'sishi esa tezlashib dominant bo'ladi. Mikroorganizmlar populyatsiyasining bunday xilma-xilligi suv haroratining 35 -37 °C gacha davom etadi. Undan yuqori haroratda esa quyidagi grafikda ko'rsatilgandek, o'sish qobiliyati pasayishi va biologik tizimdagi optimal sharoitlar yo'qoladi.

Harorat organizmning paydo bo'lish vaqtiga ham, uning kechikish davriga ham keskin ta'sir qiladi. Belgilangan harorat oralig'ida organizmning o'sish tezligi klassik tarzda Arrhenius bog'liqligi sifatida aniqlanadi. Mikroorganizmlarning o'sish tezligi konstantasi mutlaq haroratning o'zaro nisbatiga proporsional ekanligini quyidagi tenglik orqali ifodalash mumkin:

$$G = -\mu / 2.303 RT \quad (1)$$

Bu yerda: G - log o'sish tezligi doimiysi, μ - harorat xarakteristikasi (ma'lum bir mikrob uchun doimiy), R - gaz doimiysi, T - harorat (°K)

Yuqoridagi tenglik Arrheniusning chiziqli qismiga tegishli. Biroq harorat ma'lum bir mikroorganizm uchun maksimal darajaga yaqinlashganda, o'sish tezligi xuddi shu mikroorganizm uchun harorat minimal darajaga yaqinlashgandan ko'ra tezroq pasayadi. Past haroratlarda mikroorganizmlarning o'sish sur'atlarini aniqroq bashorat qiladigan tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$\mu = b (T - T_0) \quad (2)$$

μ - o'sish tezligi, b - regressiya chizig'ining qiyaligi, T - harorat (°K), T_0 - metabolik ahamiyatga ega bo'lmagan konseptual harorat

Arrhenius tenglamasi odatda mikroorganizmlarning o'sish sur'atlarini modellashtirishga moslashtirilishi mumkin bo'lgan reaksiya tezligining haroratga bog'liqligini tavsiflash uchun ishlatiladi va uning umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\mu(T) = \mu_{\max} \cdot \exp \left(\frac{-E_a}{R \cdot (T + 273.15)} \right) \quad (3)$$

$\mu(T)$ - T haroratda o'sish tezligi, $\mu_{\max}$ - maksimal o'sish sur'ati (optimal sharoitda), E_a - faollashtirish energiyasi (doimiy), R - universal gaz doimiysi (8,314 J/mol·K), T - selsiy bo'yicha harorat.

pH ta'siri. Biologik tozalash tizimi uchun pH mikroorganizmlar faoliyatiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan muhim ekologik omil hisoblanadi. Umuman olganda, aerob jarayonlar uchun optimal pH neytral pH (7-7,8) atrofida, anaerobik jarayon uchun esa 6,8-7,2 orasida bo'ladi. pH ning chiziqli bo'lmaganligi va katta vaqt kechikishi sababli uni nazorat qilish qiyin bo'lgan biologik tozalash tizimidagi bo'g'indir.

pH bakteriyal hujayraning ion xususiyatlariga ta'sir qiladi, shuning uchun u bakteriyalarning o'sishiga ta'sir qiladi. Bakteriyalarning ko'pchiligi neytral pH (6,5-7,5) da o'sadi. Biroq kislotali yoki asosiy pH da eng yaxshi o'sadigan ba'zi bakteriyalar mavjud.

pH vodorod ion konsentratsiyasining manfiy logarifmini bildiradi. Mikroblarning o'sishiga muhitning pH darajasi kuchli ta'sir qiladi. Sitoplazmatik pH ning keskin o'zgarishi plazma membranasini buzadi yoki fermentlar va membranani tashish oqsillarining faolligini to'sqinlik qiladi.

Baranyi va Robertsning (1994) asosiy o'sish modeli ko'pincha prognozli mikrobiologiyada qo'llaniladi. Bu model bu yerda boshqa modellar bilan taqqoslash uchun mezon belgilash uchun ishlatilgan. Tenglamalar hujayra zichligi n tabiiy logarifmi va q fiziologik holatining natural logarifmi yordamida yoziladi:

$$\frac{dn(t)}{dt} = \mu_{\max}(pH) \left(\frac{1}{\exp(-q(t) + 1)} \right) (1 - \exp(n(t) - n_{\max})) \quad (4)$$

bu yerda: $n(t=0) = n_0$

$$\frac{dq(t)}{dt} = \mu_{\max}(pH) \quad (5)$$

Bu yerda: $q(t=0) = q_0$

bu yerda: $\mu_{\max}$ - berilgan pH qiymatidagi maksimal o'ziga xos o'sish tezligi va $n_{\max}$ maksimal hujayra zichligi. Statsionar fazaning qiluvchi ta'sirini ifodalovchi gamma omil Van Impe va boshqalar (2005) tomonidan ishlab chiqilgan P-modelining mahsulot omiliga asoslanadi:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \mu_{\max}(pH) \cdot \left(\frac{Q(t)}{Q(t) + 1} \right) \cdot \left(1 - \frac{P(t)}{K_p} \right) \cdot N(t) \quad (6)$$

$N(t=0) = N_0$

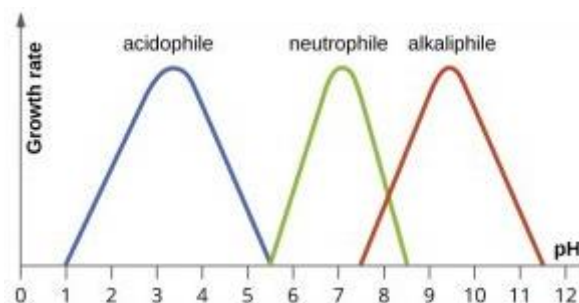
$$\frac{dQ(t)}{dt} = \mu_{\max}(pH) Q(t) \quad (7)$$

$Q(t=0) = Q_0$

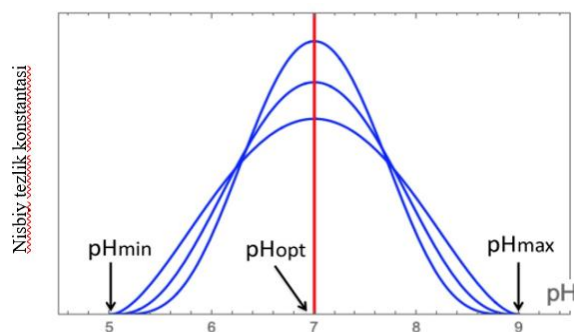
$$\frac{dN(t)}{dt} = Y_{P/N} \cdot \mu_{\max} \left(\frac{Q(t)}{Q(t) + 1} \right) \cdot \left(1 - \frac{P(t)}{K_p} \right) \cdot N(t) \quad (8)$$

$P(t=0) = P_0$

Bu yerda: N hujayra zichligi, $Q(t)$ - hujayraning o'lichamsiz fiziologik holati, $P(t)$ - o'sishni inhibe qiluvchi metabolik mahsulotlar konsentratsiyasi, K_p - o'sishni to'xtatuvchi metabolik mahsulotlarning maksimal konsentratsiyasi, $Y_{P/N}$ - o'sishni hosil qiluvchi metabolik mahsulotlarning hosildorligi.



3-rasm. Turli pH qiymatlarida rivojlanadigan mikroorganizmlar turlari



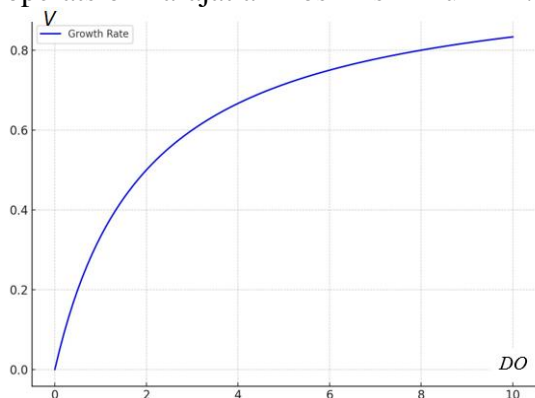
4-rasm. Mikroorganizmlar o'sishiga ta'siri

Erigan kislorodning mikroorganizmlar o'sishiga ta'siri. Biologik oqava suvlarni tozalashda kislorodning mikroorganizmlarning ko'payishiga ta'siri tozalash jarayonining samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan hal qiluvchi omil hisoblanadi.

Kislorod oqava suvlarni tozalashda aerob biologik jarayonlar uchun zarurdir. Mikroorganizmlar, birinchi navbatda, bakteriyalar, oqava suvlarda mavjud bo'lgan organik moddalarni parchalash uchun kisloroddan foydalanadilar. Davolash tizimida erigan kislorod (DO) mavjudligi ushbu aerob mikroorganizmlarning o'sishi va faolligini belgilaydi.

Faollashtirilgan loy jarayonlari kabi aerob oqava suvlarni tozalash tizimlarida DO ning yetarli darajada ta'minlanishi juda muhimdir. Kislorod aerob bakteriyalarning metabolik faoliyatini qo'llab-quvvatlaydi, ular organik ifloslantiruvchi moddalarni karbonat angidrid, suv va biomassaga aylantiradi. Optimal DO darajalari organik moddalarni samarali ravishda buzadigan foydali bakteriyalarning ko'payishiga yordam beradi.

Tozalash tizimidagi DO konsentratsiyasini diqqat bilan nazorat qilish kerak. Past DO darajalari organik moddalarning to'liq parchalanishiga olib kelishi mumkin, ortiqcha DO esa ortiqcha kislorodlanishga olib kelishi mumkin, bu esa ba'zi mikrobial jamoalarga zarar yetkazishi va operatsion xarajatlarni oshirishi mumkin.



5-rasm. Mikroblarning o'sish tezligi va erigan kislorod konsentratsiyasi orasidagi bog'lanish



6-rasm. Erigan kislorod bilan mikroorganizmlarning ko'payishi va o'lishi orasidagi bog'lanish grafigi

Xuddi shunday, erigan kislorod darajasi oqava suvlarni biologik tozalash samaradorligiga ta'sir qiluvchi muhim omil hisoblanadi. Bu mikroblarning o'sish tezligi va muayyan mikroorganizmlarning faolligi kabi parametrlarga ta'sir qiladi. Shu sababli, erigan kislorodning optimal muvozanatini saqlash nafaqat organik moddalarning samarali parchalanishi va hidning oldini olish, balki ozuqa moddalarini va tizimning boshqa asosiy biologik funksiyalarini olib tashlash optimallashtirish uchun ham muhimdir.

Mikroorganizmlarning o'sishiga ta'sir ko'rsatuvchi substraktlar va ingibitorlar

Oqova suvlarda mikroorganizmlar, birinchi navbatda, organik moddalar va ozuqa moddalarini oziq-ovqat manbalari sifatida iste'mol qiladilar. Ularning asosiy tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat:

Organik moddalar (uglerod manbai): oqava suvlarni tozalash tizimlaridagi mikroorganizmlar, asosan, uglevodlar, oqsillar, yog'lar va yog'lar kabi organik birikmalar bilan oziqlanadi. Ushbu organik moddalar oddiyroq birikmalarga bo'linadi, mikroorganizmlar energiya va o'sish uchun foydalanadilar.

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{S}{K_s + S} \quad (9)$$

Bu yerda: μ - mikroorganizmning o'ziga xos o'sish tezligi (vaqt birligida, masalan, soatda), $\mu_{\max}$ - maksimal o'sish tezligi (vaqt birligida), S - uglerod manbasining konsentratsiyasi (mg/L), K_s - yarim to'yinganlik doimiy, o'sish tezligi $\mu_{\max}$ (mg/L) ning yarmi bo'lgan uglerod manbayi konsentratsiyasi

Monod tenglamasining o'zgartirilgan talqini

Uglerod manbasining konsentratsiyasi K_s dan ancha past bo'lsa, o'sish tezligi S ga to'g'ridan to'g'ri proportsionaldir.

Tenglama quyidagicha soddalashtiriladi:

$$\mu \approx \mu_{\max} \cdot \frac{S}{K_s} \quad (10)$$

Uglerod manbasining konsentratsiyasi K_s dan ancha yuqori bo'lsa, o'sish tezligi uning maksimal qiymatiga $\mu_{\max}$ ga yaqinlashadi.

Tenglama quyidagicha soddalashtiriladi:

$$\begin{aligned} \mu &\approx \mu_{\max} \\ S = K_s \text{ bo'lsa, o'sish sur'ati } \mu_{\max} \text{ ning yarmiga teng:} \\ \mu &= \frac{\mu_{\max}}{2} \end{aligned} \quad (11)$$

Azot, odatda, ammoniy (NH_4^+), nitrat (NO_3^-) yoki organik azot birikmalari shaklida mikroorganizmlar uchun muhim ozuqa hisoblanadi. Mikroorganizmlardan azotdan oqsillarni, nuklein kislotalarni va boshqa hujayra komponentlarini sintez qilish uchun foydalanadilar.

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{N}{K_n + N} \quad (12)$$

Bu yerda: N - azot manbasining konsentratsiyasi (masalan, ammiak yoki nitrat, mg/L), K_n - azotning yarim to'yinganlik konstantasi, o'sish tezligi $\mu_{\max}$ (mg/L) ning yarmiga teng bo'lgan konsentratsiya.

Fosfor yana bir muhim ozuqa moddasi bo'lib, ko'pincha oqava suvda fosfat (PO_4^{3-}) shaklida topiladi. Mikroorganizmlarga nuklein kislotalar, ATP (adenozin trifosfat) va hujayra membranalari uchun fosfolipidlar hosil qilish uchun fosfor kerak.

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{P}{K_p + S} \quad (13)$$

Bu yerda; P - fosfor konsentratsiyasi (mg/L). K_p - fosforning yarim to'yinganlik konstantasi, o'sish tezligi $\mu_{\max}$ (mg/L) ning yarmiga teng bo'lgan konsentratsiya.

Mikroorganizmlar turli fermentativ jarayonlar va hujayra funksiyalari uchun temir (Fe), magniy (Mg), kalsiy (Ca) va kaliy (K) kabi elementlarning miqdorini talab qiladi.

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{TE}{K_{te} + TE} \quad (14)$$

TE - mikroelementning konsentratsiyasi (mg/L), K_{te} - mikroelement uchun yarim to'yinganlik konstantasi, o'sish tezligi $\mu_{\max}$ (mg/L) ning yarmi bo'lgan konsentratsiya.

Umumiy jarayonda bu barcha oziq moddalar bir vaqtning o'zida mikroorganizmlarning o'sishiga ta'sir qilishi mumkin. Ularning umumiy modelining tuzilishi quyidagicha bo'ladi:

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{S}{K_s + S} \cdot \frac{N}{K_n + N} \cdot \frac{P}{K_p + S} \cdot \frac{TE}{K_{te} + TE} \quad (15)$$

Bu yerda: S uglerod manbasini, boshqa atamalar esa azot, fosfor va mikroelementlarni bildiradi.

Ushbu birlashtirilgan model har bir ozuqa moddasi qanday qilib cheklovchi omil sifatida harakat qilishini ko'rsatadi va agar bu oziq moddalarning birortasi yetishmasa, mikroorganizmlarning umumiy o'sish tezligi pasayadi.

Ingibitorlarning ta'siri. Oqava suvda bu ingibitorlarning mavjudligi mikrobial faollikni pasayishiga olib kelishi mumkin. Mis (Cu), qo'rg'oshin (Pb), simob (Hg), kadmий (Cd) va rux (Zn) kabi zaharli og'ir metallar, fenollar, erituvchilar, pestitsidlar va xlorli uglevodorodlar kabi organik birikmalar, ammiak (NH_3) va nitritning (NO_2^-) yuqori konsentratsiyasi, natriy xlorid (NaCl) kabi tuzlarning yuqori konsentratsiyasi, harorat, pH va kislorodning yuqori qiymatlari suv tozalash jarayonlarida mikroorganizmlar o'sishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ingibitorlarning ta'sirini ifodalash uchun bir qancha matematik modellar mavjud. Ularning eng keng qo'llaniladigani bu o'zgartirilgan Monod modeli hisoblanadi. Bu model odatda raqobatdosh bo'lmagan ingibitorlar uchun qo'llaniladi:

$$\mu = \mu_{max} \cdot \frac{S}{K_s + S} \cdot \frac{1}{1 + \frac{I}{K_i}} \quad (16)$$

Bu yerda: I - ingibitor konsentratsiyasi (mg/L), K_i - Inhibitsion konstantasi, o'sish tezligi ikki baravar kamaygan ingibitor konsentratsiyasi (mg/L).

Raqobatdosh bo'lgan ingibitorlar ta'sirida mikroorganizmlarning o'sishini ifodalash uchun esa quydagi modeldan foydalaniladi:

$$\mu = \mu_{max} \cdot \frac{S}{K_s \left(1 + \frac{I}{K_i}\right) + S} \quad (17)$$

Ushbu modelda ingibitorning mavjudligi ko'rinadigan yarim to'yinganlik konstantasini K_s oshiradi, ya'ni ingibitorsiz bir xil o'sish tezligiga erishish uchun yuqori substrat konsentratsiyasi talab qilinadi.

Umumiy holatda esa quydagi modeldan foydalanish mumkin:

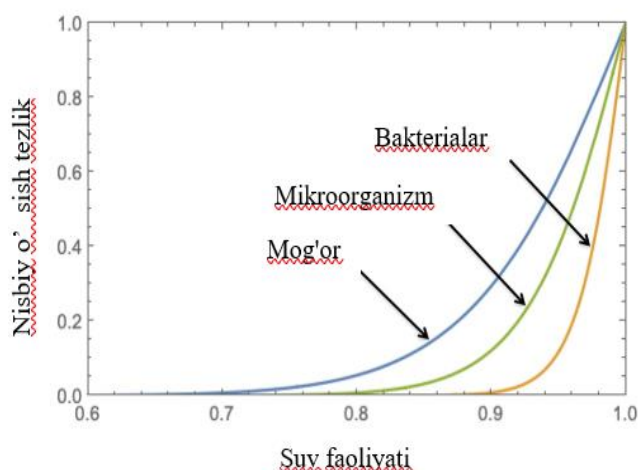
$$\mu = \mu_{max} \cdot \frac{S}{K_s + S} \cdot \frac{1}{\sum \frac{I}{K_{i,j}}} \quad (18)$$

Suv oqimi tezligining mikroorganizmlarga ta'siri. Biologik suv tozalash inshootlaridagi oqim tezligi mikroorganizmlarning ko'payishi, populyatsiyasi va o'limiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bu omillar yashash vaqtiga va aralashtirish samaradorligiga ta'sir qiladi, bu esa o'z navbatida ularning umumiy o'sishi va ishlashiga ta'sir qiladi.

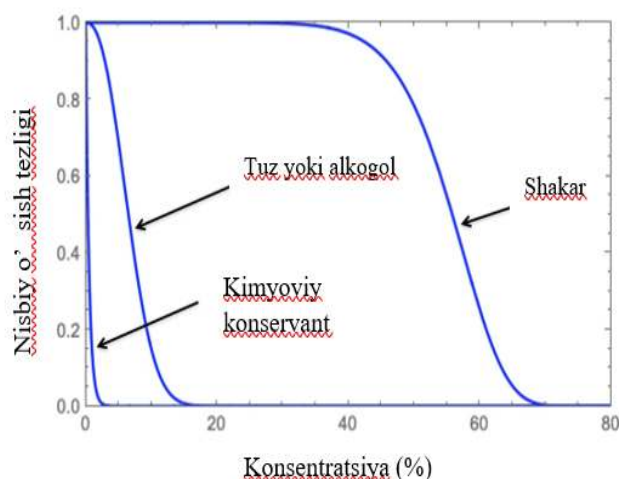
$$\frac{dN(t)}{dt} = k(T, pH, a_w, \dots) N(t) \left(1 - \frac{N(t)}{N_{asympt}}\right) \quad (19)$$

Yuqorida tezlik konstantasi $k(T, pH, a_w, \dots)$ yoki uning boshqa statik o'sish modellaridagi ekvivalentini ko'rib chiqilgan. Boshqalari doimiy bo'lib qolsa, uning bitta omilga bog'liqligining umumiy tabiatini intuitiv ravishda xulosa qilish mumkin. Masalan, 1-rasmda ko'rsatilganidek, u optimal haroratda cho'qqiga chiqishi va har ikki yo'nalishda ham optimal haroratdan yetarlicha uzoqda bo'lgan harorat darajasida nolga yaqinlashishi yoki hatto salbiy bo'lishi aniq ko'rinadi.

Xuddi shu narsani 7-rasmda sxematik ko'rsatilgandek mikroblar o'sishi sodir bo'lmaydigan chegara suv faolligi va 8-rasmda sxematik ko'rsatilganidek, yuqorida tuz va boshqa erigan moddalar konsentratsiyasi borligi aniq ko'rinadi.



7-rasm. Suv faolligi mikroorganizmlarning o'sishiga ta'siri



8-rasm. Tuz va boshqa moddalarning mikroorganizmlar o'sishiga ta'siri

6-rasmda sxematik ko'rsatilgandek, shakar, tuzlar yoki spirt kabi erigan moddalar yoki natriy benzoat yoki kaliy sorbat kabi kimyoviy konservantlar faqat maksimal bardoshlik darajasiga ega deb hisoblanadi.

7-rasmda ko'rsatilganidek, suv faolligining o'sish omili sifatida ko'rib chiqilgan. a_{wmin} ning aniq qiymatini eksperimental aniqlash murakkab bo'lmaganligi sababli, 8-tenglamani moslashuvchan eksponensial model bilan almashtirishni ko'rib chiqish mumkin.

$$\gamma(a_w) = \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} (1 - \text{Exp}[-a_w^m]) \quad (21)$$

Bu yerda: ε - eyler soni = 2,7182 ..., va a_{wmin} o'rnini bosuvchi yagona sozlanishi parametr.

$$\gamma(\text{conc}) = \frac{\text{conc}_{\max} - \text{conc}}{\text{conc}_{\max}} \quad (22)$$

bu yerda: $0 \leq \gamma(\text{conc}) \leq 1$ va $\gamma(\text{conc} \geq \text{conc}_{\max}) = 0$

Xuddi shunday muammo, erigan moddaning kimyoviy turlaridan qat'i nazar, $\text{conc}_{\max}$ ning aniq qiymatini eksperimental aniqlashda ham mavjud bo'lishi mumkin. Biroq 6-rasmda ko'rsatilgan egri chiziqlar ikki xil bo'ladi. Shunga qaramay, ular bitta cho'zilgan-eksponensial model bilan yaratilgan:

$$\gamma(\text{conc}) = \text{Exp}\left[-\left(\frac{\text{conc}}{\text{conc}_c}\right)^m\right] \quad (23)$$

bu yerda: conc_c egri chiziqlarning tushish nuqtasini belgilovchi xarakterli konsentratsiya, m esa birinchi navbatda oqimning tezligini boshqaradigan doimiydir, $\text{conc} = 0$ da, ta'rifi bo'yicha $\gamma(\text{conc}) = 1$ va amalda nolga tushadi, $\text{conc} \gg \text{conc}_c$, $m = 1$ bo'lsa, $\gamma(\text{conc})$ ning yemirilishi eksponent bo'ladi va $m > 1$ bo'lsa, yemirilish faqat egri chiziqlarning oxirida seziladi. Shunga qaramay, rasmda ko'rsatilgan real ko'rinadigan egri chiziqlar 6-tenglama asosida kimyoviy konservant uchun $m=1$ va $\text{conc}_c=0,5\%$, tuz yoki spirt uchun $m=2,35$ va $\text{conc}_c=7,6\%$, shakar uchun $m=9,5$ va $\text{conc}_c=58\%$ bo'lgan model sifatida yaratilgan.

Xulosa. Organik ifloslantiruvchi moddalarni samarali olib tashlash uchun oqava suvlarni tozalashda mikroorganizmlarning roli muhim hisoblanadi. Mikroblarning o'sishiga ta'sir qiluvchi omillarni matematik modellash tozalash jarayonini optimallashtirishga yordam beradi. Harorat, erigan kislorod konsentratsiyasi, ozuqa moddalarining mavjudligi (masalan, fosfor, azot va mikroelementlar) va suv oqimi tezligi kabi muhim omillar mikrobial faollikka va ifloslantiruvchi moddalarning parchalanish samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Monod tenglamasi kabi matematik modellar substrat konsentratsiyasi mikroblarning o'sish sur'atlariga qanday ta'sir qilishini tushunish imkonini beradi va turli sharoitlarda operatsion samaradorlikni bashorat qilishga yordam beradi. Arrhenius tipidagi modellar haroratning mikrobial kinetikaga ta'sirini samarali tasvirlaydi, maksimal biologik faollik uchun optimal sharoitlarni aniqlaydi. Bundan tashqari, erigan kislorodning ta'siri to'yinganlik kinetikasi orqali modellashirilgan bo'lib, mikroblarning optimal nafas olishi uchun aerob sharoitlarini saqlab qolish usulini taklif qiladi. Mikroblarni ushlab turish vaqti va substratlar bilan aloqa qilishiga ta'sir qiluvchi suv oqimi tezligi ko'pincha oqim rejimini tahlil qilish orqali modellashiriladi va biologik tozalash tizimlarining ishlashiga bevosita ta'sir qiladi.

Ushbu matematik ifodalarni oqava suvlarni tozalash inshootlarini loyihalash va ishlatishga integratsiyalash orqali muhandislar tizim samaradorligini oshirishi, yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarni bashorat qilishlari va ifloslantiruvchi moddalarni maksimal darajada yo'q qilishni ta'minlaydigan tozalash jarayonlarini loyihalashlari mumkin, shu bilan birga energiya sarfi va operatsion xarajatlarni minimallashtiradi. Ushbu modellarni ishlab chiqish va qo'llash zamonaviy suv tozalash tizimlarining barqarorligi va samaradorligini oshirish uchun juda muhimdir.

Xulosa qilib aytganda, atrof-muhit omillari va mikrobial jarayonlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni aks ettiruvchi matematik ifodalar oqava suvlarni biologik tozalashni optimallashtirish uchun kalit hisoblanadi. Ushbu modellar samaradorlikni oshirish, operatsion qarorlarni qabul qilish va suvni tozalash tizimlarining eng yuqori potensialda ishlashini ta'minlash uchun bebaho vositalardir.

Adabiyotlar:

1. Prest, E. I., Hammes, F., Van Loosdrecht, M. C., & Vrouwenvelder, J. S. (2016). Biological stability of drinking water: controlling factors, methods, and challenges. *Frontiers in microbiology*, 7, 45. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2016.00045/pdf>
2. Rua Dr. Diogo de Faria, Effect of dissolved oxygen concentration on biomass production in wastewater <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/b5Q7wbncwrDndSxRNK4VNPF/#> <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2937>
3. Collins, C. E., Incropera, F. P., & Grady Jr, C. P. L. (1978). The effect of temperature control on biological wastewater treatment processes. *Water Research*, 12(8), 547-554. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0043135478901318>
4. Szilveszter, S., Ráduly, B., Ábrahám, B., Lányi, S., & Niculae, D. R. (2010). Mathematical models for domestic biological wastewater treatment process. *Environmental Engineering and Management Journal*, 9(5), 629-636. https://www.researchgate.net/profile/Szabolcs-Szilveszter/publication/231582585_Mathematical_models_for_domestic_biological_wastewater_treatment_process/links/0fcfd506d202b23c40000000/Mathematical-models-for-domestic-biological-wastewater-treatment-process.pdf
5. Metcalf & Eddy, Abu-Orf, M., Bowden, G., Burton, F. L., Pfrang, W., Stensel, H. D., ... & AECOM (Firm). (2014). *Wastewater engineering: treatment and resource recovery*. McGraw Hill Education.
6. Seviour, R., & Nielsen, P. H. (Eds.). (2010). *Microbial ecology of activated sludge*. IWA publishing. https://books.google.co.uz/books?hl=ru&lr=&id=z9ohFDYcAsgC&oi=fnd&pg=PR1&dq=Microbial+Ecology+of+Activated+Sludge&ots=RQPJPYqTUDU&sig=e1RnnccLHe6B4ev6GL83KiqdPFk&redir_esc=y#v=onepage&q=Microbial%20Ecology%20of%20Activated%20Sludge&f=false
7. Grady Jr, C. L., Daigger, G. T., Love, N. G., & Filipe, C. D. (2011). *Biological wastewater treatment*. CRC press. https://books.google.co.uz/books?hl=ru&lr=&id=stjLBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Biological+Wastewater+Treatment&ots=r-9ULD6pG8&sig=AcKfnjXKYg6ZG3AFgFmUafnY1c&redir_esc=y#v=onepage&q=Biological%20Wastewater%20Treatment&f=false
8. Rittmann, B. E., & McCarty, P. L. (2001). *Environmental biotechnology: principles and applications*. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130003901570290944>
9. Atlas, R. M. (1997). *Principles of microbiology*. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130282272917159552>
10. <https://www.slideshare.net/slideshow/factors-affecting-the-growth-of-microbes/53180710>
11. https://www.slideshare.net/slideshow/factors-affecting-the-growth-of-microbes/53180710#google_vignette

Ismailov Mirxalil Agzamovich - t.f.d “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti professori Tel: +998934787932

Mannobjonov Boburbek Zokirjon o‘g‘li - Andijon Mashinasozlik instituti “MICHA” kafedrasi doktoranti Tel: +998999007932 email: bbmannobjonov@mail.ru