

**BIOGAZ ISHLAB CHIQUARISHNI VA IFLOSLANTIRUVCHI
MODDALARNI SAMARALI OLIB TASHLASHNI TA'MINLASH.AZOTLI
O'G'ITLARNI O'Z ICHIGA OLGAN OQAVA SUVLAR ANAEROB
FERMENTATSIYANING KOMBINATSIYALANGAN JARAYONI
ORQALI AVTOTROFIK AZOTNI OLIB TASHLASH**

Ochilov Mansur

TDTU Olmaliq filiali,

Kimyoviy texnologiya kafedrası kata o'qituvchi

Annotatsiya. Azotli o'g'itlar qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonida keng qo'llanilib, oqizishga olib keldi C/N nisbati past bo'lgan azotli oqava suvlarning katta miqdori. Azotni o'z ichiga olgan o'g'itlarni o'z ichiga olgan oqava suvlarni tozalash uchun anaerob parchalanish usuli qo'llanildi, so'ngra nitritlar (CANON) yordamida azotni to'liq avtotrofik olib tashlash, reaktoring xususiyatlari va mikroblar jamoasining tuzilishi tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, cod asosan anaerob hazm qilish yo'li bilan olib tashlangan, codni olib tashlash samaradorligi 98,4% ni tashkil etgan va azot qisman denitrifikatsiya bilan CANON integrating yordamida samarali ravishda olib tashlangan. Olib tashlash samaradorligi 96,3% ni tashkil etdi. Kombinatsiyalangan jarayonning oqava suvlarida COD, ammiak va umumiy azot miqdori 3,7, 2,9 va 7,4 mg/l⁻¹ni tashkil etdi. Shunga ko'ra. Metanotrix (43,2%) va Metanomassiliicoccus (34,0%) dominant metan ishlab chiqaruvchi arxeya sifatida topildi. Nitrosomanas (10,4%), Candidatus Kuenenia (13,8%) va Truepera (2,8%) esa qayta ishlash jarayonida azotni olib tashlash uchun funksional bakteriyalar sifatida topildi.

Kalit so'zlar: Azotli o'g'it oqava suvlari, azotni olib tashlash, biogaz, barqaror oqava suvlarni tozalash, CANON (Completely autotrophic nitrogen removal over nitrite - To'liq avtotrofik azot nitritni olib tashlash)

1. Kirish

So'nggi yillarda aholining ko'payishi dunyoda oziq-ovqat talabining oshishiga olib keldi. Biroq, tez urbanizatsiya va sanoatlashtirish qishloq xo'jaligi yerlaridan foydalanishni cheklab qo'ydi va maydon yetishtirishni rad etdi, bu esa ekinlar hosildorligini oshirishga talabning oshishiga olib keldi (Tilman va boshq., 2011; Zhang va boshq., 2021a). O'g'itlardan foydalanish qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligiga sezilarli hissa qo'shadi (Chen va boshq., 2021). Natijada fermerlar tomonidan o'g'itlarning ishlatilish miqdori ortib bordi va bu o'z navbatida oziq-ovqat ishlab chiqarishga katta hissa qo'shdi (Xoshnevisan boshq., 2020). Xitoyda kimyoviy moddalardan foydalanish haqida xabar berildi. 1980 yildan 2015 yilgacha o'g'itlar

60,23 dan 12,69⁻¹ mln., 40% bilan ko'proq sintetik azotli o'g'it ishlatila boshlandi (Cui va boshq., 2021). Azotli o'g'itga bo'lgan katta talab muqarrar ravishda uning ommaviy ishlab chiqarish va katta miqdordagi azotli oqava suvlarni chiqarish ishlab jarayoni bilan birga keldi. Azotli o'g'it oqava suvlarida asosiy ifloslantiruvchi sifatida (100-500⁻¹ mg L) azot mavjud va ba'zi organik moddalar bilan birgalikda og'ir metallar hamda gazlashtirish chiqindi sulfidli suvlar ham ko'paydi (Bhandari va boshq., 2016; Chavan va Mutnuri, 2020). Shuning uchun azotli o'g'it oqava suvlaridan azotni samarali ravishda olib tashlash daryoga yoki shahar trubkasiga tushirishdan oldin juda muhimdir. Azotli o'g'it chiqindi suvida ikkalasi ham bo'lsa ham azot va C/N nisbati odatda (COD) past edi. Tashqi organik an'anaviy vositalardan foydalangan holda azotni samarali olib tashlash uchun uglerod kerak. Ya'ni nitrifikatsiya-denitrifikatsiya jarayonini (Gao va boshq., 2012) hisobga olgan holda ammiak azotining yuqori konsentratsiyasi, shuningdek past C / N nisbati azotli o'g'it oqava suvlari, butunlay avtotrof azot nitrit ustidan olib tashlash (CANON- To'liq avtotrofik azot nitritni olib tashlash) jarayoni qabul qilinishi mumkin. CANON jarayoni organik iste'mol qilmasdan umumiy azotni (TN) olib tashlashi mumkin. Uglerod manbalari va u 60% dan ortiq kislorod sarfini tejashga qodir, quyi loy ishlab chiqarish bilan birgalikda (Ma va boshq., 2019). Boshqa tomondan ko'l, oqava suvlardagi organiklar energiya uchun metanga hazm qilish mumkin barqaror kanalizatsiya talablariga muvofiq bo'lgan tiklanish davolash (Dai va boshq., 2015). Anaerob hazm qilish bo'lsa ham asosan oqava suvlarni yuqori organik moddalar bilan tozalash uchun ishlatiladi. Oqava suvlarni past organik moddalar bilan tozalash uchun ishlatiladi (AlSayed va boshq., 2020). Shuning uchun azotli oqava suvlarni anaerob hazm qilish- CANON jarayoni yordamida tozalash mumkin, bu energiyani qayta tiklash va kam iste'mol bilan azotni olib tashlashga erishishga olib keladi. Bu jarayonda, COD eng mikrobial reaksiya orqali biogas ishlab chiqarish uchun foydalaniladi. Anaerob hazm qilish, qolgan oz miqdordagi COD va katta azot miqdori CANON yordamida olib tashlanishi mumkin. Lekin bugungi kunga qadar Canon anaerob fermentatsiyasining kombinatsiyalangan jarayonidan foydalangan holda azotli o'g'itlarni o'z ichiga olgan oqava suvlarni tozalash bo'yicha hech qanday tadqiqot o'tkazilmagan edi. Ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash samaradorligi, biogaz ishlab chiqarish va mikrobiologik xususiyatlari ham aniq emas edi. Ushbu tadqiqotda azotli o'g'it oqava suvlarini tozalash o'rganildi va tadqiqotning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat edi: a) azotli o'g'it chiqindi suv kombinatsiyalangan jarayonni loyihalash va uni tozalash uchun qabul qilish; b) ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlashni tahlil qilish, biogaz ishlab chiqarish, shuningdek mikrobial xususiyatlar; va d) azotli o'g'it oqava suvlari miqdoriga katta tozalash uchun kombinatsiyalangan jarayonning maqsadga muvofiqligini tahlil qilish. Natijalar va xulosalar ushbu tadqiqot azotli o'g'it chiqindi suv samarali tozalash shuningdek rivojlantirish uchun barqaror oqava suvlarni tozalash jarayoni uchun

yaxshi ahamiyatga ega edi.

2. Materiallar va usullar

2.1. Eksperimental qurilma

Ushbu tadqiqotda ishlatiladigan eksperimental qurilma MBR, USB-dan iborat va 1-rasmda ko'rsatilgan. UASB anaerob hazm qilish uchun ishlatiladi, MBR esa CANON jarayoni uchun qabul qilingan. Azotli o'g'it chiqindi suv birinchi bo'lib Uasban oqib o'tdi, bu yerda cod metan gaziga yuttirildi. Keyin azotni olib tashlash uchun oqava suv mbrga past COD va yuqori ammiak azoti quyildi, Bu yerda CANON jarayoni bilan ammiak azoti olib tashlandi. Keyin tozalangan oqava suv chiqarildi. Uasb tomonidan qilingan polimetil metakrilat, 4,5 L samarali hajmi bilan (balandligi :565 mm, diametri: 80 mm), reflyuks chizig'iga yetdi. Reflyuks bilan granulalarning suyuqlanishini ta'minlash uchun UASB ga 1:5 nisbati sifatida qo'shiladi. MBR polimetil metakrilat materiali tomonidan ham tayyorlangan, uning samarali hajmi 4,6 L, balandligi va diametri 700 ga teng va mos ravishda 100 mm. Kislorod MBRGA havo orqali yetkazib berildi hamda kompressor va havo oqimi o'lchagich yordamida boshqarildi. Ikkita reaktor ham 20-25 °C atrofida xona haroratida ishladi.

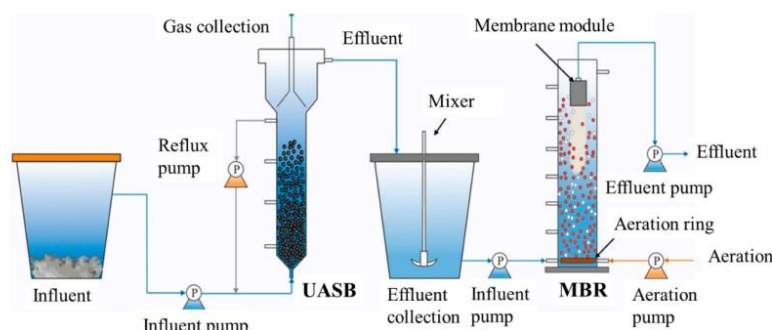


Fig. 1. Experimental device and the flow chart.

2.2. Loy va oqava suvlar

Tajriba 110 kun davomida o'tkazildi. Birinchidan, reaktorlar sintetik oqava suv bilan bosqichma-bosqich oziqlantirildi. Keyingi bosqichda haqiqiy azot o'g'itli oqava suv bilan almashtirildi. Batafsil ta'sir sifati va ish sharoitlari 1-jadvalda ko'rsatilgan. Uasb uchun urug'langan granulalar ichki aylanma reaktor qismidan olingan zarrachalar hajmi 2-3 mm bo'lgan, aralash miqdori suyuq uchuvchi to'xtatilgan qattiq moddalar (MLVSS) va COD, shunga ko'ra, taxminan $11,3^{-1} \text{ g L}$ va $11 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ ni tashkil qiladi. Eksperimental MBR uchun ishlatiladigan loy ko'proq CANON reaktoridan ishlaydigan laboratoriyada ikki yildan ortiq olingan, MLVSS va azotni olib tashlash bilan taxminan 4.1^{-1} g L va $0,7 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ sifatida bo'lgan.

Jadval№1

Influent and operational parameters of the UASB and MBR.

Reactor	Phases	Ratio of actual wastewater	Inf. COD (mg L ⁻¹)	Inf. NH ₄ ⁺ -N (mg L ⁻¹)	pH	DO (mg L ⁻¹)	HRT (h)
UASB	P0	0	530.9	209.5	7.14	-	4.5
	P1	10%	522.8	202.0	7.17	-	4.5
	P2	30%	517.5	199.5	7.24	-	4.5
	P3	50%	352.3	200.5	7.33	-	4.5
	P4	100%	178.3	214.8	7.48	-	4.5/ 2.5
MBR	P0	0%	0	198.4	8.05	0.23	7
	P1	10%	125.2	204.5	8.13	0.24	7/8
	P2	50%	80.7	205.9	8.07	0.27	8
	P3	100%	27.8	204.5	8.24	0.25	8

Haqiqiy azotli o'g'it oqava suvlaridan olingan azotli o'g'itlar zavodi Xitoyning AnYang shahrida joylashgan. Unda mavjud COD (100-600 mg L⁻¹), NH₄⁺- N (200-250 mg L⁻¹), Yo'q²⁻- N (0-5 mg L⁻¹), Yo'q³⁻- N (0-15 mg L⁻¹) va oz miqdordagi aralashmalar, masalan sulfat va sulfid. Azotli o'g'it oqava suvlarining pH qiymati 7.5–8.5 edi. UASB uchun ishlatiladigan sintetik chiqindi suv asosan 500% ni tashkil etdi mg L⁻¹ CH₃COONa 3H₂O va 200 mg L⁻¹ tomonidan COD NH₄⁺-N NH₄Cl tomonidan MgSO₄ bilan birgalikda 7H₂O (5 mg L⁻¹), CaCl₂(5 mg L⁻¹) va KH₂PO₄ (10 mg L⁻¹), shuningdek iz elementlari (1 mL L⁻¹). MBR uchun ishlatiladigan sintetik oqava suv 200 mg L⁻¹dan iborat. NH₄⁺-N NH₄Cl tomonidan taqdim etilgan, 2000 mg L⁻¹ NaHCO tomonidan taqdim etilgan ishqoriylik 3, birgalikda KH₂PO₄ (68 mg L⁻¹) bilan MgSO₄ 7H₂O (150 mg L⁻¹), CaCl₂ (68 mg L⁻¹) va iz elementlari (1 mL L⁻¹), ilgari aytilganidek (Chen va boshq., 2020). Bu MBR oqava suv uchun ta'kidlash joiz organik moddalar yo'q.

2.3. Usullar analizi.

PH, harorat, NH₄⁺- N, NO₂⁻- N va NO₃⁻- N yuqorida aytilganidek standart usullari yordamida tahlil qilindi, (Zhang va boshq., 2019).COD olib tashlash samaradorligi (1), TN olib tashlash samaradorligi(2) , Codni olib tashlash darajasi (CODER)(3) va tnni olib tashlash darajasi (4) quyidagi tenglamalar yordamida mos ravishda hisoblab chiqilgan:

$$CODRE = \frac{[COD]_{inf.} - [COD]_{eff.}}{[COD]_{inf.}} \times 100\% \tag{1}$$

$$TNRE = \frac{[TN]_{inf.} - [TN]_{eff.}}{[TN]_{inf.}} \times 100\% \tag{2}$$

$$CODRR = \frac{[COD]_{inf.} - [COD]_{eff.}}{HRT \times 1000} \times 24 \tag{3}$$

$$TNRR = \frac{[TN]_{inf.} - [TN]_{eff.}}{HRT \times 1000} \times 24 \tag{4}$$

2.4. Mikroblarni aniqlash

Sintetik va haqiqiy oqava suvlarni tozalash bosqichlari oxirida, loy namunalari mos ravishda UASB va MBR dan olingan. Olingan DNK aniqlandi va keyin Miseqda tartiblandi. Sangon kompaniyasi xizmatidan foydalanadigan platforma uchun ishlatiladigan primerlar uasb loyidagi arxeyani aniqlash birinчисida 340f/1000r edi.

Ikkinchi turda 349f/806r, aniqlash uchun ishlatilgan Canon loy bakteriyalar 341F/805r edi. Hujayradan tashqari polimer modda (EPS) tomonidan chiqarilgan sentrifugalash va isitish, keyin EPS tarkibidagi polisakkarid va oqsil mos ravishda antron va Folin-fenol usuli yordamida aniqlandi (Zhang va boshq., 2017). Degidrogenaza faolligi (DHA) yordamida tahlil qilindi. Iodonitrotetrazolium (INT), ferment birligi (EI) esa ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan ferment soatiga 1 mM INT-formazan va DHA EI ni ishlatilgan loy sifatiga bo'lish yo'li bilan hisoblab chiqilgan. Heme-c NaOH va piridin yordamida aniqlandi va quyidagicha hisoblandi Eq.6 (mmoldatexnologiyalar g⁻¹ SS).

$$\text{Heme} - C = \frac{A_{550} - A_{535}}{23.97 \times m} \quad (5)$$

Gidroksilamin oksidoreduktaza (HAO) faolligi yordamida kaliyferritsianid aniqlandi va gidroksilamin substrat sifatida va shunday bo'lgan Eq sifatida tahlil qilindi. (Zhang va boshq., 2021b).

$$\text{HAO} = \frac{A_{400}}{[\epsilon \times b \times l]} \times \frac{V_L}{V} \times \frac{B}{m} \quad (6)$$

3. Natijalar va munozaralar

3.1. UASBDA COD olib tashlash

COD konsentratsiyasi va UASB ning olib tashlash ko'rsatkichlari quyidagicha 2. Sintetik oqava suvning ta'sirchan kodi taxminan 500 mg L⁻¹, va uasb tomonidan codni olib tashlash barqaror. Natijada, chiqindi suv ichida COD 73.6 mg L⁻¹ atrofida va CODRR 2,42 kg m⁻³d⁻¹ atrofida qoldi va CODRE 85.6%da qoldi . Uasbda organik moddalar yaxshilab olib tashlanmagan. Keyin P1da 10% azotli o'g'it chiqindi suv influent joriy etildi, keyin 43-kuni codni olib tashlash to'satdan yomonlashdi 218.4 mg l⁻¹ COD oshirish chiqindi suv. Shunga mos ravishda CODRE va CODRR mos ravishda 59,1% va 1,68 kg m⁻³ d⁻¹ eng past qiymatiga kamaydi. Bu hodisa shuni ko'rsatdiki, bu iflosliklar haqiqiy oqava suvda mavjud bo'lgan COD olib tashlashni va mikroorganizmlar uchun ba'zi zaharlilik bor edi. Shundan so'ng, codni olib tashlash ushbu bosqichda asta-sekin tiklandi va nihoyat barqarorlashdi. Keyin haqiqiy chiqindi suv uchun nisbati 30% ko'tarilgan edi. P2da COD olib tashlash ta'sir qilmadi, chunki reaktor chiqindi suv aralashmalariga muvaffaqiyatli moslashdi. Natijada, chiqindi COD 112,4 mg L⁻¹ ga kamaydi , CODRR va CODRE bilan mos ravishda 2,19 kg m⁻³ d⁻¹ da va 78,4% qoldi. Keyin P3da oqava suvlarning haqiqiy nisbati 50% ga oshdi, ta'sir qiluvchi COD mos ravishda kamaydi vva zavod operatsiyasi o'zgardi. Natijada, CODRR 1,47 kg m⁻³ d⁻¹ gacha sezilarli darajada kamaydi, lekin CODRE ozgina taqdim etdi variatsiya va nihoyat taxminan 78,2% barqarorlashdi. Nihoyat P4, ta'sir 100% azotli o'g'it chiqindi suv bilan almashtirildi, ta'sir COD yanada haqida 120 mg L⁻¹ kamaydi , oqava suvlarda bu mos ravishda 10,8 mg L⁻¹ ga kamaydi. Biroq, ushbu bosqichda CODRR juda past edi va 83-kuni 0,51 kg m⁻³ d⁻¹ ga erishdi. Ushbu natija substrat uchun taqdim etilganligini ko'rsatildi va UASB yetarli emas edi. Shuning

uchun gidravlik saqlash vaqti (HRT) 2.5 kundan boshlab 84 h ga kamaydi. Natijada, CODRR asta-sekin ortdi va nihoyat $2,06 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ ga, taxminan dastlabki daraja yetdi. Chiqindi ichidagi COD taxminan $26,9 \text{ mg L}^{-1}$ edi, COD esa $87,6\text{--}268,2 \text{ mg L}^{-1}$ ta'sirdagi konsentratsiyada o'zgargan. Garchi anaerob hazm qilish har doim oqava suvni yuqori darajada tozalash uchun ishlatilgan organik moddalar, shuningdek, past kanalizatsiyani tozalash uchun qo'llanilishi kutilgan bo'lsada energiyani tiklash (AlSayed va boshq., 2020; Kartal va boshq., 2010). Codni kam organik moddalar samarali olib tashlashga oqava suvda erishildi, codni olib tashlash samaradorligi taxminan 70% bo'lganda tozalangan maishiy kanalizatsiya (COD konsentratsiyasi $100\text{--}500 \text{ mg L}^{-1}$) (Gao boshq., 2014). Ushbu tadqiqotda UASBning olingan natijalari bundan tashqari, u chiqindi dan COD olib tashlash uchun mumkin ekanligini isbotladi. Anaerob hazm qilish jarayonidan foydalangan holda past organik moddalar bilan. Ammo azotli o'g'it oqava suvlaridan COD olib tashlash ushbu tadqiqotda taniqli bo'lib, 200 mg L^{-1} ekanligini ko'rsatdi, ammiak anaerob hazm qilish mikroorganizmlariga ozgina ta'sir ko'rsatdi. UASB operatsiyasi davomida o'rtacha 2.66% bor edi. Ta'sirdagi ammiak taxminan $215,1 \text{ mg L}^{-1}$ edi, bu esa chiqindi suv $207,5 \text{ mg L}^{-1}$ atrofida edi. UASB anaerob hazm davomida azot deyarli o'zgarmadi. Butun tajriba davomida, eng yuqori biogaz ishlab chiqarish $1 \text{ L}^{-1} \text{ d}$ ga yetdi, CH_4 bilan nisbati ichida gaz taxminan 70%. Biogaz elektr energiyasiga o'tkazilishi va bo'lishi mumkin operatsion iste'mol uchun yetkazib beriladi, bu esa chiqindi suv barqaror va o'z-o'zini yetarlicha tozalashga imkon berdi (Pin va boshq., 2020). Bu 30 mg L^{-1} COD va 200 mg L^{-1} ammiak qoldi UASB oqava suvlarida, ular hali ham tozalanishga muhtoj ekanligi qayd qilinishi kerak. Shuning uchun, Keyingi ifloslantiruvchi moddalarni olib tashlash uchun CANON jarayoni qabul qilindi ((Mainardes boshq., 2020).

3.2. MBRda azotni olib tashlash

3-rasmda tasvirlangan, MBR uchun berilgan ta'sirdagi ammiak konsentratsiyasi 200 mg L^{-1} da nazorat qilindi, lekin azot removal qobiliyati turli taqdim etildi. P0da, keyin Canon ekilgan loy, TN olib tashlash asta-sekin oshdi, taxminan 80% bilanb oshdi va TNRR taxminan $0,51 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ gacha o'zgardi. Ammo 18-kuni, shamollatish oqimi o'lchagichi buzilgan va shamollatish ta'minoti yetarli emas edi, shuning uchun tnni olib tashlash sezilarli darajada ta'sir ko'rsatdi. Oqava suvdagi ammiak konsentratsiyasi to'satdan $78,5 \text{ mg L}^{-1}$ ga yetdi va natijada TNRE sezilarli darajada 52,7% gacha kamaydi. Keyin yangi oqim meter almashtirildi, shundan so'ng TN olib tashlash asta-sekin tiklandi va nihoyat 85,5% va $0,61 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$, nisbatga yetdi ((Vaqt va TNRR).

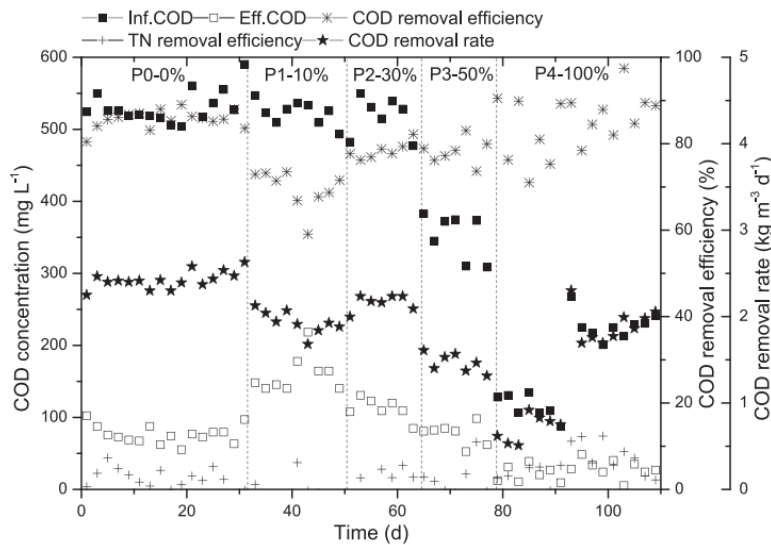


Fig. 2. COD removal performance of UASB in different phases.

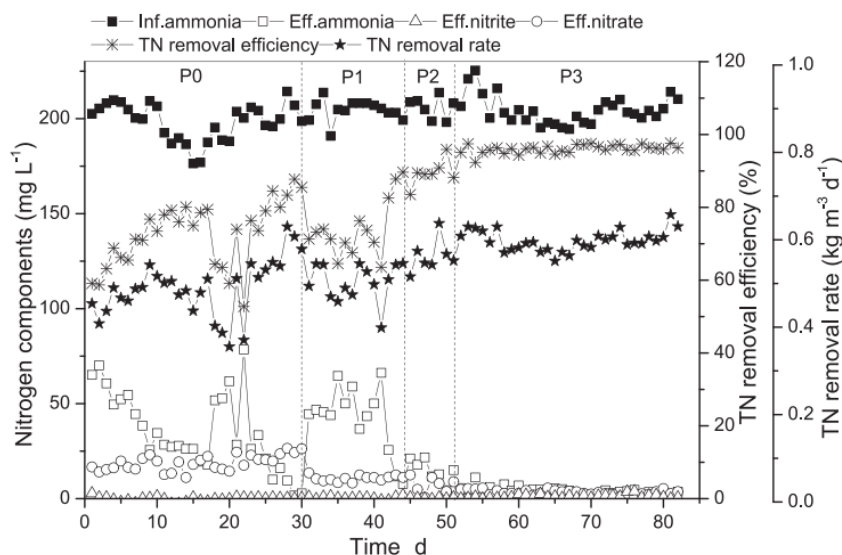


Fig. 3. Nitrogen removal performance of MBR in different phases.

Keyin P1da MBR uchun yetkazib berilgan ta'sir almashtirildi. Uasb oqava suvlarini tozalash uchun ishlatilganda azotli o'g'it chiqindi suv 10% o'z ichiga olgan. Buni ta'sir o'zgarganda ko'rish mumkin, tnni olib tashlash to'satdan edi qilingan. Darhol oqava suvdagi ammiak konsentratsiyasi taxminan 50 mg L^{-1} ga oshdi va TNRE 63,5% gacha kamaydi. TNRE yaxshilash uchun, HRT uzaytirildi 8 kuni h 41, va Natijada TNRE tezda 82,6% gacha o'sdi. Keyin P2, uchun ta'sir qiluvchi MBR operatsiyasi qilinganida yana uasb chiqindi suvi bilan almashtirildi 50% haqiqiy oqava suvlarni va 50% sintetik oqava suvlarni tozalash uchun (P3 ning UASB). Ajablanarlisi shundaki, TNRE va ikkalasida ham barqaror 89,4% va $0,56 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ qoldi TNRR, navbati bilan inhibisyon kuzatilmagan. Mumkin bo'lgan sabab bir tomondan bo'lishi mumkin CANON jarayoni yaxshi edi azotli o'g'it tarkibidagi moddalarga moslashuvchanlik va qarshilik boshqa tomondan, uasbdagi COD-50% oqava suv pastroq edi uasb haqiqiyga moslashganidan beri 10% oqava suvga qaraganda ushbu bosqichda edi. Shuning uchun tozalash uchun operatsion davr MBR ning P50 dagi 2% haqiqiy chiqindi suv 7 kunga qisqartirildi. 52-kundan boshlab MBR uchun ta'sir

qiluvchi 100% o'g'it oqava suvlarini tozalash uchun UASB chiqindilari to'g'ridan-to'g'ri almashtirildi. Ushbu bosqichda azotni olib tashlashning taniqli ko'rsatkichiga erishildi. Ammiak kontsentratsiyasi hali ham 200 mg L^{-1} atrofida edi, bu esa $3,2 \text{ mg L}^{-1}$ gacha kamaydi, $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ bilan birga nitrit va $2,6 \text{ mg L}^{-1}$ oqava suvdagi nitrat. TNRR va TNRE navbati bilan $0,61 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ va 96,5% edi. CANON jarayoni sifatida isbotlangan yuqori azotli oqava suvlarni tozalash uchun samarali jarayon edi. (Arora va boshq., 2019) va ushbu tadqiqot natijalari uning maqsadga muvofiqligini yanada isbotladi. Bu bosqichda TNRE nisbatan yuqori ekanligini qiziqarli bo'ldi. CANON jarayonining eng yuqori qiymati (89%) va haqiqiy nitrat ishlab chiqarish nazariy reaksiyaga qaraganda ancha past edi (nitrat ishlab chiqarish/ammiakning kamayishi =0,11) (Sliemers va boshq., 2002). Bu ikkala natijalar ham shuni ko'rsatdiki, ba'zi nitrat iste'mol qilingan reaksiya CANON tizimi kichik miqdordagi COD mavjudligini hisobga olgan holda ta'sir qiluvchi (uasb oqimi), bu denitrifikatsiya deb taxmin qilingan Canon tomonidan ishlab chiqarilgan nitratni iste'mol qilgan tizimda mavjud edi. Reaksiya va keyin azotni olib tashlash qobiliyatini yaxshilagan, shuningdek codni bir vaqtning o'zida olib tashlash yoqilgan. Butun tajriba davomida MBR uchun ta'sir qiluvchi COD $125,2 \text{ mg L}^{-1}$ atrofida edi (P1), $80,7 \text{ mg L}^{-1}$ (P2) va $27,8 \text{ mg L}^{-1}$ (P3) navbati bilan. Biroq, COD ariq har doim quyida edi 10 mg L^{-1} har bir bosqichni tugatishda. Nihoyat P3 100% azotli o'g'it chiqindi suv muomala qachon, chiqindi suvdagi COD, ammiak va TN mos ravishda 3,7 atrofida qoldi, 2,9 va $7,4 \text{ mg L}^{-1}$. Bu Canon jarayonining quyidagi imkoniyatlarga ega ekanligini ko'rsatdi: azotli oqava suvlarni past COD bilan tozalash, bu ishlab chiqarilgan rad etilgan suvni tozalash bo'yicha loyning anaerob hazm bo'lishidan avvalgi tadqiqotda olingan natijaga o'xshash edi. (Chjan va boshq., 2020). Natijalar anaerob hazm qilish va Kanon jarayoni azotli oqava suvlarni past C/N nisbati bilan tozalash uchun ishlatilishi mumkin. Samarali COD va azotni olib tashlash ikkalasi ham past darajada amalga oshirildi iste'mol va ba'zi organik moddalar energiya sifatida tiklandi. Shuning uchun azot o'g'itli chiqindi suvni samarali tozalash jarayoni bo'lishi mumkin.

3.3. Funktsional mikroorganizmlarning mikrobial siljishi

Uasb mikrob komponentlar shakl sifatida tasvirlangan edi. 4a. qachon sintetik oqava suv muomala, arxeyaa loyda mavjud edi. Asosan Metanotrix, Metanomassiliikok va Metanobakteriya, bilan nisbiy mos ravishda ko'pligi sifatida 83,4%, 4,8% va 2,5%. Aksariyat mikroorganizmlar Metanotrix edi, ehtimol bu sintetik oqava suvning oddiy tarkibiy qismlari. Metanotrix bitta metan va karbonat angidrid ishlab chiqarish uchun faqat sirka kislotasidan foydalanadi (Demirel va Sherer, 2008; Liu va boshq., 2019). Organikdan beri sintetik chiqindi suv CH_3COONa tomonidan yetkazib berildi, bu asosiy rol ushbu turdagi arxeylarni tushuntirish mumkin. UASB uchun ta'sir qilganda haqiqiy chiqindi suv sifatida o'zgartirildi, Metanotrixning nisbiy ko'pligi endi yetkazib berilmasligi sababli asetat 43,2% gacha kamaydi.

Metanomassiliikok va metanotrofik metanogen arxeiya, asosan metanol kabi metil birikmalaridan foydalanadi, metanni aylantirish uchun metilamin va metil sulfid (Dridi va boshq.,2012). Uning ko'pligi, shubhasiz, boshlang'ichdan 4,8%dan 34,0% gacha oshdi. Azotli o'g'it oqava suvlarida ba'zi moddalar mavjudligi tufayli arxeianing boshqa ikki turi ham aniq o'sishni ko'rsatdi, Metanolinea va Metanobakteriya, bu 0% dan 9,4% ga oshdi va 5,7% dan 2,5% gacha. Natijalar shuni ko'rsatdiki anaerob hazm qilish loyidagi mikrobial komponentlar haqiqiy oqava suvlarni tozalashda sezilarli siljishga ega edi. Metanolinea bir xil deb xabar berilgan gidrogenotrofik va ammiakga chidamli metanogenlar, uning ko'payishi mavjud ammiakning ko'payishi va kamayishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin uchuvchi yog' kislotalari (Yan va boshq., 2020). Muhim dalil sifatida metanomassiliikokk, Metanolineya va Metanobakteriya, bu haqiqiy oqava suv deb taxmin qilish mumkin. Turlararo elektronlarning to'g'ridan-to'g'ri uzatilishini kuchaytirdi, bu ham oldingi tadqiqotda kuzatilgan edi (Ting va boshq., 2020).

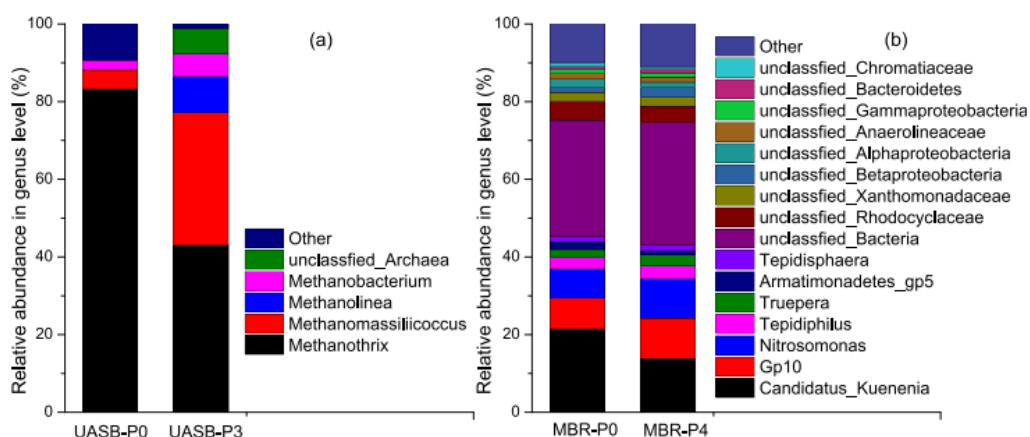


Fig. 4. Microbial variation of the sludge in UASB and MBR when treated synthetic and actual wastewater (a. UASB; b. MBR).

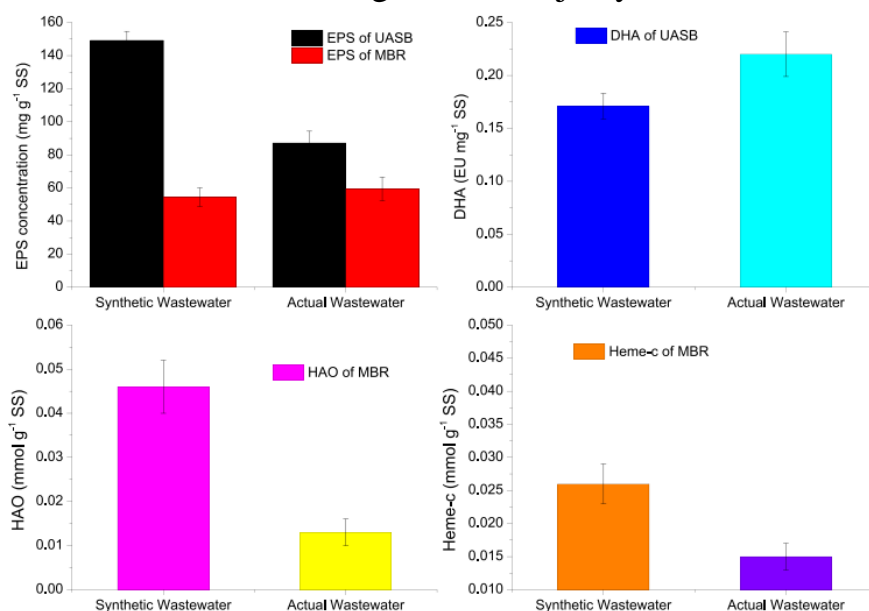
3.4. Loyning xususiyati va ferment faolligi

EPS, DHA, HAO va Heme-c loyni aks ettirish uchun 5-rasmda ko'rsatilgandek aniqlandi UASBdagi EPS 149,1 mg g⁻¹dan 87.1 ga kamaydi. SS ta'sir haqiqiy chiqindi suv bilan almashtirilganda, mikroorganizmning ta'sir qiluvchi zarbaga javobini ko'rsatish,lekin, MBR EPS o'zgarish bor edi. Haqiqiydan beri chiqindi suv birinchi navbatda uasb tomonidan muomala qilindi, bu MBR kelganda, iflosliklar olib tashlandi. Shuning uchun MBR-CANON jarayonida yengil zarba berildi . EPS asosan to'g'ridan-to'g'ri deb hisoblangan mikrobial hamjamiyatning operatsion sharoitlar o'zgarishiga javobi, MBR uning yengil o'zgarish ham haqiqiy chiqindi uchun CANON jarayonining yaxshi moslashuvchanligi ko'rsatilgan. DHA oksidlanishni katalizlash uchun fermentlarning bir turi edi va ko'pincha ishlatiladigan uglevod, organik kislota, aminokislotalarni kamaytirish mikroorganizmlarning organik moddalarni parchalash kanalizatsiya tozalash tizimlari qobiliyatini baholash. Ushbu tadqiqotda UASBDAGI DHA 0.220 EI mg dan 0.171⁻¹ ga oshdi.Haqiqiy oqava suvlarni tozalashdan keyin SS. DHA anaerob hazm qilish mikroorganizmlarining mikrobial faolligini aks ettirish uchun muhim ferment bo'lib, uning ko'payishi mikroorganizmlarning haqiqiy zarbaga

tezkor ta'sirini ko'rsatdi va reaktorni tiklashga imkon berdi.

3.5. Operatsiyani tahlil qilish

Anaerob hazm qilish orqali hosil bo'lgan biogazni quyidagilarga elektr energiyasi va jarayonning ishlashi uchun o'tkazishda foydalaniladi. Hozirda, organik moddalarning aksariyati biogazga aylantirildi va chiqindi suvda COD juda past edi. 100% haqiqiy oqava suv bilan ishlov berilganda, chiqindi suv Uasb ning COD 27 mg L⁻¹ edi. Agar barcha ammiak olib tashlangan bo'lsa MBRdagi CANON reaksiyasi, keyin taxminan 22 mg L⁻¹ nitrat ishlab chiqarilishi mumkin. Ishlab chiqarilgan nitratni denitrifikatsiya orqali olib tashlash uchun taxminan 63 mg L⁻¹ Cod ta'sirda yetkazib berilishi kerak (chunki 1 mg nitrat uchun 2,86 mg COD kerak edi). Biroq, ta'sir ichida COD ancha past edi, shuning uchun qisman denitrifikatsiya deb taxmin qilingan MBRda sodir bo'lgan. Ishlab chiqarilgan nitrat nitritga denitrifikatsiya qilib kamaytirildi, taxminan 1,05 mg COD/mg NO₃ iste'mol qilish orqali-- N va keyin ishlab chiqarilgan nitrit aaoob uchun substrat sifatida yetkazib berilishi mumkin edi, natijada qisman denitrifikatsiyani birlashtirish orqali MBRda COD va azotni bir vaqtning o'zida va samarali olib tashlashga CANON jarayonida erishildi.



Xulosa

Azotli o'g'itlarni o'z ichiga olgan oqava suvlarni tozalash uchun anaerob fermentatsiya va azotni avtotro folib tashlashni birlashtirgan jarayon amalga oshirildi. COD asosan USB-ga olib tashlandi va biogaz-ga qayta ishlandi, qolgan COD va ammiak CANON va MBR yordamida qo'shimcha ravishda olib tashlandi. Jarayonda chiqindi suvlarni azotli o'g'itlar bilan tozalashda DHA tarkibi MBR-dagi USB, HAO, Theme-C va AOB shokga javob bera oldi. Biroq, COD va tnni samarali olib tashlash ish sharoitlari va integratsiyani tartibga solish orqali erishildi. Qisman denitrifikatsiya, olib tashlash samaradorligi 98,4% va 96,3%. Shunga ko'ra azotli o'g'itlarni o'z ichiga olgan oqava suvlar kombinatsiyalangan jarayon tozalash uchun qo'llanilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. AlSayed, A., Soliman, M., Eldyasti, A., 2020. Anaerobic-Based water resources recovery facilities: a review. *Energies* 13 (14), 3662.
2. Arora, A.S., Nawaz, A., Yun, C.M., Cho, H., Lee, M., 2019. Ecofriendly anaerobic ammonium oxidation system: optimum operation and inhibition control strategies for enhanced nitrogen removal. *Ind. Eng. Chem. Res.* 58 (45), 20847–20856.
3. Bhandari, V.M., Sorokhaibam, L.G., Ranade, V.V., 2016. Industrial wastewater treatment for fertilizer industry—A case study. *Desalin. Water Treat.* 1–11.
4. Chavan, R., Mutnuri, S., 2020. Demonstration of pilot-scale integrative treatment of nitrogenous industrial effluent for struvite and algal biomass production. *J. Appl. Phycol.* 32 (2), 1215–1229.
5. Chen, Y., Hu, S., Guo, Z., Cui, T., Zhang, L., Lu, C., Yu, Y., Luo, Z., Fu, H., Jin, Y., 2021.
6. Effect of balanced nutrient fertilizer: a case study in Pinggu District, Beijing, China. *Sci. Total Environ.* 754, 142069.
7. Chen, Z., Zhang, X., Ma, Y., Song, Y., Li, Y., Geng, G., Huang, Y., 2020. Anammox biofilm system under the stress of Hg(II): Nitrogen removal performance, microbial community dynamic and resistance genes expression. *J. Hazard. Mater.* 395, 122665.
8. Cui, X., Guo, L., Li, C., Liu, M., Wu, G., Jiang, G., 2021. The total biomass nitrogen reservoir and its potential of replacing chemical fertilizers in China. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 135, 110215.
9. Dai, W., Xu, X., Liu, B., Yang, F., 2015. Toward energy-neutral wastewater treatment: a membrane combined process of anaerobic digestion and nitrification–anammox for biogas recovery and nitrogen removal. *Chem. Eng. J.* 279, 725–734.
10. Demirel, B., Scherer, P., 2008. The roles of acetotrophic and hydrogenotrophic methanogens during anaerobic conversion of biomass to methane: a review. *Rev. Environ. Sci. Bio/Technol.* 7 (2), 173–190.
11. Dridi, B., Fardeau, M.-L., Ollivier, B., Raoult, D., Drancourt, M., 2012. *Methanomassiliicoccus luminyensis* gen. nov., sp. nov., a methanogenic archaeon isolated from human faeces. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 62 (Pt_8), 1902–1907.
12. Du, R., Peng, Y., Ji, J., Shi, L., Gao, R., Li, X., 2019. Partial denitrification providing nitrite: Opportunities of extending application for anammox. *Environ. Int.* 131, 105001.