

MIKROORGANIZMLARNING METABOLIK TIZIMIDA OZIQLANISH VA NAFAS OLISH JARAYONLARI

Hakimova Shohida Jo'rayevna

"Tabiiy va texnika fanlari" kafedrası o'qituvchisi
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3858-4387>

E-mail: hakimova_shohida@mail.ru

Tel: +998 93 437 56 07

Imomova Zilola Islom qizi

Biologiya yo'nalishi 2-kurs talabasi.
E-mail: zilolaimomova19@gmail.com

[Tel: +99897-093-26-62](tel:+99897-093-26-62)

Annotatsiya: Ushbu maqolada mikroorganizmlarning metabolik tizimida oziqlanish va nafas olish jarayonlarining biologik hamda mikrobiologik asoslari yoritilgan. Mikroorganizmlarning hayot faoliyatini ta'minlovchi asosiy metabolik jarayonlar sifatida oziqlanish mexanizmlari, energiya almashinuvi va nafas olish turlari (aerob, anaerob, fakultativ va obligat shakllar) ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Shuningdek, mikroorganizmlarning organik va anorganik moddalardan foydalanish xususiyatlari, fermentativ jarayonlar orqali energiya hosil bo'lishi hamda metabolik moslashuv mexanizmlarining ekologik va amaliy ahamiyati ko'rsatib berilgan. Tadqiqot natijalari mikrobiologiya fanining nazariy asoslarini mustahkamlash bilan birga, biotexnologiya, tibbiyot va ekologiya sohalarida mikroorganizmlardan samarali foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi. Maqolada oziqlanish va nafas olish jarayonlarining o'zaro bog'liqligi, modda va energiya almashinuvidagi ahamiyati ham ko'rsatib o'tilgan. Bundan tashqari, mikroorganizmlarning oziq-ovqat sanoati, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va ekologiyadagi amaliy ahamiyati yoritilgan. Ushbu maqola biologiya fanini o'rganayotgan talabalar va o'quvchilar uchun nazariy bilimlarni mustahkamlashda muhim manba bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Mikroorganizmlar, anabolizm, katabolizm, oziqlanish, . xemoavtotrof, geterotrof mikroorganizmlar, saprotroflar, parazitlar, simbiontlar, mixotrof mikroorganizmlari, fakultativ anaeroblar.

Abstract: This article covers the biological and microbiological foundations of nutrition and respiration processes in the metabolic system of microorganisms. Nutrition mechanisms, energy metabolism and types of respiration (aerobic, anaerobic, facultative and obligate forms) as the main metabolic processes that ensure the vital activity of

microorganisms are scientifically analyzed. Also, the features of the use of organic and inorganic substances by microorganisms, the formation of energy through enzymatic processes and the ecological and practical significance of metabolic adaptation mechanisms are shown. The results of the research, along with strengthening the theoretical foundations of microbiology, expand the possibilities of effective use of microorganisms in the fields of biotechnology, medicine and ecology. The article also shows the interrelationship of nutrition and respiration processes, their importance in substance and energy metabolism. In addition, the practical significance of microorganisms in the food industry, medicine, agriculture and ecology is highlighted. This article serves as an important source for students and pupils studying biology to consolidate theoretical knowledge.

Keywords: *Microorganisms, anabolism, catabolism, nutrition, chemoautotrophs, heterotrophs, saprotrophs, parasites, symbionts, mixotrophs, facultative anaerobes.*

Kirish

Mikroorganizmlar — ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan, ammo tabiatda va inson hayotida nihoyatda muhim rol o‘ynaydigan tirik mavjudotlardir. Ularga bakteriyalar, zamburug‘lar, protozoalar, mikroskopik suv o‘tlari va ayrim viruslar (hujayrasiz shakl bo‘lsa-da) kiradi. Mikroorganizmlar yer yuzida modda aylanishi, tuproq unumdorligi, oziq-ovqat sanoati, tibbiyot va ekologiyada beqiyos ahamiyatga ega. Ularning yashashi, rivojlanishi va ko‘payishi oziqlanish hamda nafas olish jarayonlari bilan chambarchas bog‘liq.

1. Mikroorganizmlar tuzilishi jihatidan nihoyatda sodda bo‘lishiga qaramay, ularning metabolik faoliyati yuqori darajada xilma-xil va murakkab jarayonlar bilan tavsiflanadi. Ular asosan bir hujayrali bo‘lib, ayrim hollarda koloniya holida yashaydi hamda suv, tuproq, havo va tirik organizmlar tanasi kabi turli ekologik muhitlarga oson moslasha oladi. Mikroorganizmlar tez ko‘payish xususiyatiga ega bo‘lib, qisqa vaqt ichida katta populyatsiyalarni hosil qiladi. Ularning hayot faoliyatining asosini moddalar almashinuvi — metabolizm tashkil etadi. Metabolizm anabolizm (murakkab moddalarning sintezi) va katabolizm (moddalar parchalanishi natijasida energiya ajralishi) jarayonlaridan iborat bo‘lib, oziqlanish va nafas olish ushbu jarayonlarning markaziy bo‘g‘ini hisoblanadi hamda mikroorganizmlarning o‘sishi, rivojlanishi va moslashuvini ta’minlaydi.

2. Mikroorganizmlarning oziqlanishi — bu ularning tashqi muhitdan hayot faoliyati uchun zarur bo‘lgan moddalarni qabul qilishi, ushbu moddalar asosida energiya ajratishi hamda hujayra tuzilmalari va biologik faol birikmalarni sintez qilishi jarayonidir. Oziqlanish jarayoni mikroorganizmlarning o‘sishi, ko‘payishi, moslashuvi va ekologik muhitdagi barqarorligini ta’minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Mikroorganizmlar oziqlanish usuliga ko'ra nihoyatda xilma-xil bo'lib, bu xilma-xillik ularning metabolik tizimi, energiya manbai va uglerod manbai bilan bevosita bog'liqdir. Ushbu mezonlar asosida mikroorganizmlar bir necha asosiy oziqlanish guruhlariga ajratiladi. Bunday tasnif mikroorganizmlarning ekologik moslashuvini, biosferadagi modda va energiya aylanishidagi rolini chuqurroq tushunishga imkon beradi.

2.1. Oziqlanish turlariga ko'ra mikroorganizmlar avtotrof, geterotrof va mixotrof guruhlariga bo'linadi. Ushbu guruhlar mikroorganizmlarning energiya almashinuvi, biogeokimyoviy jarayonlarda ishtiroki hamda tabiatdagi ekologik muvozanatni saqlashdagi ahamiyatini belgilaydi.

2.2. Avtotrof mikroorganizmlar o'zlariga zarur bo'lgan organik moddalarni anorganik moddalardan sintezlash qobiliyatiga ega bo'lib, uglerod manbai sifatida karbonat angidrid (CO_2) dan foydalanadi. Ushbu mikroorganizmlar biosferada birlamchi ishlab chiqaruvchilar sifatida alohida o'rin tutadi.

Energiya manbaiga ko'ra avtotrof mikroorganizmlar ikki asosiy guruhga bo'linadi:

2.2.1. Fotoavtotrof mikroorganizmlar, fotoavtotroflar energiyani quyosh nuri hisobiga oladi. Ularga quyidagilar kiradi:

- sianobakteriyalar;
- mikroskopik yashil suv o'tlari.

Bu mikroorganizmlar fotosintez jarayonida quyidagi umumiy reaksiyani amalga oshiradi:
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{yorug'lik energiyasi} \rightarrow \text{organik modda} + \text{O}_2$

Fotosintez jarayoni natijasida fotoavtotroflar nafaqat o'zlari uchun oziqa moddalarini hosil qiladi, balki atmosferani kislorod bilan boyitadi. Shu sababli ular Yerda hayotning paydo bo'lishi va rivojlanishida muhim evolyutsion ahamiyatga ega.

2.2.2. Xemoavtotrof mikroorganizmlar, xemoavtotroflar energiyani anorganik moddalarni oksidlash orqali oladi. Ular quyosh nuri bo'lmagan sharoitlarda ham faol yashash va rivojlanish qobiliyatiga ega.

Xemoavtotrof mikroorganizmlarga quyidagilar kiradi:

- nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar ($\text{ammiak} \rightarrow \text{nitrit} \rightarrow \text{nitrat}$);
- oltingugurt bakteriyalari;
- temir bakteriyalari.

Ushbu mikroorganizmlar tuproq va suv ekotizimlarida muhim rol o'ynab, tuproq unumdorligini oshiradi, azot, oltingugurt va temir aylanishini ta'minlaydi.

2.3. Geterotrof mikroorganizmlar, geterotrof mikroorganizmlar tayyor organik moddalar bilan oziqlanadi va uglerod hamda energiya manbai sifatida organik birikmalardan foydalanadi. Ular biosferada organik moddalarning parchalanishi va qayta aylanishini ta'minlovchi asosiy ishtirokchilardan hisoblanadi.

Geterotrof mikroorganizmlar oziqlanish shakliga ko‘ra quyidagi guruhlarga bo‘linadi:

2.3.1. Saprotrof mikroorganizmlar o‘lik organizmlar qoldiqlari va organik chiqindilar bilan oziqlanadi. Ularga:

- chirindi hosil qiluvchi bakteriyalar;
- mog‘or zamburug‘lari kiradi.

Ular murakkab organik birikmalarni oddiy moddalarga parchalaydi va tabiatda modda aylanishining uzluksizligini ta‘minlaydi.

2.3.2. Parazit mikroorganizmlar tirik organizmlar hisobiga yashaydi va ko‘pincha turli kasalliklarni keltirib chiqaradi. Masalan:

- sil tayoqchasi;
- ichak infeksiyalarini qo‘zg‘atuvchi bakteriyalar.

Ularning faoliyati tibbiyot va sanitariya nuqtayi nazaridan alohida ahamiyatga ega.

2.3.3. Simbiont mikroorganizmlar boshqa organizmlar bilan o‘zaro foydali munosabatda yashaydi. Masalan:

- inson ichagidagi foydali bakteriyalar;
- dukkakli o‘simliklar ildizidagi tugunak bakteriyalari.

Bunday simbioz munosabatlar oziq moddalarining o‘zlashtirilishini yaxshilaydi va ekotizim barqarorligini ta‘minlaydi.

2.4. Mixotrof mikroorganizmlar sharoitga qarab ham avtotrof, ham geterotrof oziqlanish usullaridan foydalanish qobiliyatiga ega. Bu moslashuvchanlik ularga turli ekologik sharoitlarda yashash va rivojlanish imkonini beradi. Mixotroflar energiya va uglerod manbalarini muhit sharoitiga mos holda almashtirib, biologik barqarorlikni ta‘minlaydi.

Umuman olganda, mikroorganizmlarning oziqlanish turlariga ko‘ra tasnifi ularning metabolik xilma-xilligini, ekologik barqarorlikdagi o‘rnini hamda biogeokimyoviy jarayonlardagi ahamiyatini chuqurroq anglash imkonini beradi. Mikroorganizmlar biosferada modda va energiya aylanishining ajralmas bo‘g‘ini bo‘lib, Yerdagi hayotning barqarorligini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi.

3. Mikroorganizmlarning nafas olishi — bu hujayrada sodir bo‘ladigan murakkab biokimyoviy jarayonlar majmuasi bo‘lib, organik yoki anorganik moddalarning oksidlanishi natijasida energiya ajralishi bilan kechadi. Ushbu energiya adenozin trifosfat (ATP) shaklida jamlanib, mikroorganizmlarning o‘sishi, ko‘payishi va metabolik faoliyatini ta‘minlaydi. Nafas olish jarayoni mikroorganizmlarning ekologik moslashuvi va muhit sharoitlariga chidamliligini belgilovchi asosiy fiziologik mexanizmlardan biridir.

Mikroorganizmlarda nafas olish jarayoni elektronlarning donor moddadan qabul qiluvchiga uzatilishi asosida amalga oshadi. Elektronlarning qaysi moddaga uzatilishi nafas

olish turini belgilaydi va aynan shu jarayon energiya hosil bo'lish samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

3.1. Mikroorganizmlarda nafas olish turlariga ko'ra, nafas olish mexanizmi va oxirgi elektron qabul qiluvchiga qarab mikroorganizmlar uchta asosiy guruhga ajratiladi:

- aerob mikroorganizmlar;
- anaerob mikroorganizmlar;
- fakultativ anaerob mikroorganizmlar.

Bunday tasnif mikroorganizmlarning yashash muhitiga moslashuvi, energiya almashinuvi va ekologik jarayonlardagi rolini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

3.2. Aerob mikroorganizmlar nafas olish jarayonida molekulyar kisloroddan (O_2) oxirgi elektron qabul qiluvchi sifatida foydalanadi. Aerob nafas olish eng samarali energiya ajratadigan jarayon bo'lib, organik moddalarning to'liq oksidlanishi natijasida katta miqdorda ATP hosil bo'ladi.

Aerob nafas olish quyidagi umumiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- glikoliz;
- trikarboksil kislotalar sikli (Krebs sikli);
- elektron tashish zanjiri.

Ushbu jarayonlar natijasida karbonat angidrid va suv hosil bo'ladi. Aerob mikroorganizmlarga:

- chirindi hosil qiluvchi bakteriyalarning aksariyati;
- zamburug'larning katta qismi kiradi.

Ular tuproq va suv ekotizimlarida organik moddalarni parchalaydi hamda modda aylanishining muhim bo'g'ini hisoblanadi.

3.3. Anaerob mikroorganizmlar kislorodsiz muhitda yashaydi va kislorod ular uchun zararli bo'lishi mumkin. Ular energiyani fermentatsiya yoki anaerob nafas olish orqali oladi. Anaerob nafas olishda oxirgi elektron qabul qiluvchi sifatida nitratlar, sulfatlar yoki karbonat angidrid xizmat qiladi.

Anaerob jarayonlarda energiya ajralishi aerob nafas olishga nisbatan kamroq bo'lsa-da, bu mikroorganizmlar kislorod mavjud bo'lmagan sharoitlarda ustunlikka ega bo'ladi. Anaerob mikroorganizmlarga quyidagilar misol bo'la oladi:

- klostridiyalar;
- sut kislotasi bakteriyalari.

Ular fermentatsiya mahsulotlari orqali oziq-ovqat sanoati, biotexnologiya va tibbiyotda muhim ahamiyat kasb etadi.

3.4. Fakultativ anaerob mikroorganizmlar nafas olish jarayonida muhit sharoitiga mos ravishda harakat qiladi: kislorod mavjud bo'lganda aerob nafas olishni, kislorod

yetishmaganda esa anaerob nafas olish yoki fermentatsiyani amalga oshiradi. Bu xususiyat ularni eng moslashuvchan mikroorganizmlar guruhiga kiritadi.

Fakultativ anaeroblarga klassik misol sifatida ichak tayoqchasi (*Escherichia coli*) keltiriladi. Ushbu mikroorganizmlar turli ekologik muhitlarda yashab, tez moslasha oladi hamda biologik va tibbiy tadqiqotlarda model organizm sifatida keng qo'llaniladi.

Xulosa qilib aytganda, mikroorganizmlarning nafas olish turlari ularning energiya almashinuvi samaradorligi, ekologik moslashuvi va biosferadagi funksional rolini belgilaydi. Aerob, anaerob va fakultativ anaerob mikroorganizmlar o'zaro uyg'un holda biosferada modda va energiya aylanishini ta'minlaydi. Ushbu jarayonlarni chuqur o'rganish ekologiya, biotexnologiya, tibbiyot va sanoat mikrobiologiyasi uchun muhim ilmiy ahamiyatga ega.

4. Mikroorganizmlarda oziqlanish va nafas olish jarayonlari bir-biri bilan uzviy bog'liq bo'lib, hujayra metabolizmining yagona va uzluksiz tizimini tashkil etadi. Oziqlanish jarayonida mikroorganizmlar tashqi muhitdan qabul qilgan organik yoki anorganik moddalar hujayra ichida murakkab biokimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Ushbu moddalarning parchalanishi va oksidlanishi aynan nafas olish jarayonida sodir bo'lib, energiya ajralishiga olib keladi.

Nafas olish jarayonida ajralib chiqqan energiya asosan adenozin trifosfat (ATF) molekulalari shaklida jamlanadi. ATF hujayraning universal energiya manbai bo'lib, u mikroorganizmlarning barcha hayotiy jarayonlari uchun zarur hisoblanadi. Xususan, hosil bo'lgan energiya quyidagi jarayonlarga yo'naltiriladi:

- hujayra bo'linishi va ko'payish jarayonlari;
- oqsil, ferment va boshqa biomolekulalarning biosintezi;
- hujayra ichki tuzilmalari shakllanishi;
- harakat, himoya va ekologik moslashuv mexanizmlarining amalga oshishi.

Shu bilan birga, oziqlanish orqali hujayraga kirgan moddalar nafaqat energiya manbai, balki hujayra tuzilmalari uchun plastik material vazifasini ham bajaradi. Nafas olish jarayonida hosil bo'lgan energiya esa ushbu plastik moddalarni o'zlashtirish va murakkab biomakromolekulalarga aylantirishni ta'minlaydi. Demak, oziqlanish va nafas olish jarayonlari o'zaro bir-birini to'ldiruvchi va boshqaruvchi mexanizmlar sifatida namoyon bo'ladi.

Ekologik nuqtayi nazardan, ushbu ikki jarayonning o'zaro bog'liqligi mikroorganizmlarning turli muhit sharoitlariga moslashuvini, resurslardan samarali foydalanishini va biosferada modda hamda energiya aylanishining barqarorligini ta'minlaydi. Oziqlanish va nafas olishning uyg'unlashgan holda kechishi

mikroorganizmlarning yuqori metabolik moslashuvchanligini belgilab, ularni Yer yuzidagi eng keng tarqalgan va barqaror tirik tizimlardan biriga aylantiradi.

5. Mikroorganizmlarning oziqlanish va nafas olish xususiyatlari ularning metabolik faolligini belgilab, inson faoliyatining turli sohalarida keng qo'llanilishiga asos yaratadi. Mikroorganizmlarning energiya almashinuvi, moddalarning parchalanishi va sintezlanishidagi yuqori samaradorligi ularni sanoat, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va ekologiya sohalarida muhim biologik resurs sifatida namoyon qiladi.

Oziq-ovqat sanoatida mikroorganizmlarning fermentativ faolligi asosida turli mahsulotlar ishlab chiqariladi. Xususan, xamirturushlarning anaerob va fakultativ anaerob nafas olishi natijasida non ishlab chiqarishda karbonat angidrid ajralib chiqadi va xamirning ko'tarilishi ta'minlanadi. Sut kislotasi bakteriyalari tomonidan olib boriladigan fermentatsiya jarayonlari qatiq, yogurt, pishloq kabi sut mahsulotlarini tayyorlashda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, sirka kislotasi bakteriyalari tomonidan etanolning oksidlanishi natijasida sirka kislotasi hosil bo'lib, bu jarayon mikroorganizmlarning aerob nafas olish xususiyatlariga asoslanadi.

Tibbiyot sohasida mikroorganizmlarning oziqlanish va nafas olish mexanizmlarini chuqur o'rganish antibiotiklar, fermentlar va biologik faol moddalar ishlab chiqarish imkonini yaratdi. Ayrim mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadigan antibiotiklar patogen bakteriyalarning o'sishini bostiradi. Bundan tashqari, mikroorganizmlar asosida vaksinalar tayyorlanib, yuqumli kasalliklarning oldini olishda keng qo'llanilmoqda. Mikroorganizmlarning metabolik jarayonlari biotexnologik usullar orqali nazorat qilinib, tibbiyot uchun zarur preparatlar olinadi.

Qishloq xo'jaligida mikroorganizmlar tuproq unumdorligini oshirish va o'simliklarning oziqlanishini yaxshilashda muhim rol o'ynaydi. Azot bog'lovchi bakteriyalar atmosferadagi erkin azotni o'simliklar o'zlashtira oladigan shaklga aylantiradi. Saprotrof mikroorganizmlar organik qoldiqlarni parchalab, biogumus hosil qiladi va tuproqning biologik faolligini oshiradi. Ushbu jarayonlar qishloq xo'jaligida barqaror va ekologik toza ishlab chiqarishni ta'minlashga xizmat qiladi.

Ekologiya sohasida mikroorganizmlarning oziqlanish va nafas olish xususiyatlari atrof-muhitni muhofaza qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Biologik tozalash jarayonlarida mikroorganizmlar oqava suvlar va tuproqdagi zararli organik moddalarni parchalaydi, natijada atrof-muhit ifloslanish darajasi kamayadi. Aerob va anaerob mikroorganizmlarning birgalikdagi faoliyati chiqindilarni qayta ishlash va ekotizimlarning o'z-o'zini tiklash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, biosferaning eng kichik, ammo eng muhim tirik tizimlari bo'lib, ularning oziqlanish va nafas olish xususiyatlari ekologik barqarorlik, energiya va modda

almashinuvi hamda inson faoliyati uchun asosiy biologik resurs sifatida xizmat qiladi. Oziqlanish jarayoni mikroorganizmlarga hayotiy moddalarni ta'minlab, ularni avtotrof, geterotrof yoki mixotrof tarzda turli ekologik sharoitlarga moslashish imkonini beradi. Avtotroflar anorganik moddalarni organik birikmalarga aylantirib, nafaqat o'z energiyasini hosil qiladi, balki atmosferani kislorod bilan boyitadi; geterotroflar esa tayyor organik moddalarni parchalaydi, shu orqali ekotizimlarda modda aylanishini ta'minlaydi. Mixotrof mikroorganizmlar esa sharoitga qarab oziqlanishning har ikki turidan foydalangan holda yuqori moslashuvchanlikka ega.

Nafas olish jarayoni esa oziqlanish bilan uzviy bog'liq bo'lib, mikroorganizmlarning energiya hosil qilish va uni ATP shaklida jamlash mexanizmini ta'minlaydi. Aerob, anaerob va fakultativ anaerob mikroorganizmlar o'z metabolik xususiyatlariga ko'ra turli ekologik sharoitlarda yashashga moslashgan bo'lib, ular biosferada energiya va modda aylanishida hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Mikroorganizmlarning oziqlanish va nafas olish xususiyatlarining amaliy ahamiyati inson faoliyatida keng ko'lamli qo'llanilishida namoyon bo'ladi. Oziq-ovqat sanoatida fermentatsiya jarayonlari orqali non, qatiq, pishloq va sirka kabi mahsulotlar tayyorlanadi. Tibbiyot sohasida mikroorganizmlardan antibiotiklar, vaksinalar va boshqa biologik faol preparatlar ishlab chiqarishda foydalaniladi. Qishloq xo'jaligida mikroorganizmlar tuproq unumdorligini oshiradi, azot bog'lovchi bakteriyalar o'simliklarning oziqlanishini yaxshilaydi. Ekologik tadbirlarda esa mikroorganizmlar biologik tozalash, chiqindilarni parchalanish va atrof-muhitni tiklash jarayonlarida muhim rol o'ynaydi.

Shunday qilib, mikroorganizmlarning oziqlanish va nafas olish jarayonlari ularning ekologik moslashuvchanligini, metabolik xilma-xilligini va biosferadagi funksional ahamiyatini belgilaydi. Ushbu jarayonlarni chuqur o'rganish biotexnologiya, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va ekologiya sohalarida yangi ilmiy va amaliy imkoniyatlarni yara tadi hamda inson faoliyatini yanada barqaror va samarali qilishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmedov A.A., Qodirov A.Q. Mikrobiologiya. — Toshkent: O'zbekiston Milliy ensiklopediyasi nashriyoti, 2019.
2. Yo'ldoshev B.Y., To'xtayev R.X. Umumiy va amaliy mikrobiologiya. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
3. Madigan M.T., Bender K.S., Buckley D.H., Sattley W.M., Stahl D.A. Brock Biology of Microorganisms. — 15th ed. Pearson Education, New York, 2018.

4. Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A.
Microbiology. — 10th ed. McGraw-Hill Education, New York, 2017.

5. Hakimova, S. (2025). NOTO‘G‘RI OVQATLANISH ORQALI KELIB
CHIQUADIGAN KASALLIKLAR. Nordic_Press, 7(0007).