

БИОРЕАКТОРЛАР ТУРЛАРИ ВА УЛАР АСОСИДА FERMENTATSIYA JARAYONI

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

YO'NALISH: BIOTEXNOLOGIYA

Kucharova Mahbuba Rustamovna

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada biotexnologiya ishlab chiqarishlarida qo'llaniladigan bioreaktorlarning asosiy turlari, ularning konstruktiv xususiyatlari, ishlash prinsiplari hamda ular asosida olib boriladigan fermentatsiya jarayonlarining nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Bioreaktorlarning sanoat biotexnologiyasi, farmatsevtika, oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi sohalaridagi o'rni ilmiy manbalar asosida tahlil qilindi. Fermentatsiya jarayonining bosqichlari, parametrlarni nazorat qilish va optimallashtirish usullari keng yoritilgan.

Kalit so'zlar: *bioreaktor, fermentatsiya, aeratsiya, aralashtirish, biotexnologiya, mikroorganizmlar, bioprosess, sterilizatsiya, ferment, bioprodukt.*

ABSTRACT

This article provides a comprehensive review of the main types of bioreactors used in modern biotechnology, including their structural characteristics, operational principles, and application areas. The fundamentals of fermentation processes, control strategies, optimization methods, and industrial relevance are analyzed. Special emphasis is placed on the use of stirred-tank, airlift, packed-bed, fluidized-bed, and photobioreactors in industrial bioprocessing. Practical aspects of process parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen, mixing, and substrate concentration are also discussed.

Keywords: bioreactor, fermentation, aeration, mixing, biotechnology, microorganisms, bioprocess engineering, sterilization, yield optimization.

KIRISH

Биореакторлар — bu mikroorganizmlar, o‘simlik va hayvon hujayralari, shuningdek fermentlar ishtirokida biokimyoviy jarayonlarni boshqarilgan sharoitda amalga oshirishga mo‘ljallangan maxsus qurilmalardir. Ular biotexnologiya, farmatsevtika, kimyo sanoati, oziq-ovqat sanoati, bioyoqilg‘i ishlab chiqarish kabi ko‘plab sohalarda asosiy texnologik qurilma hisoblanadi.

Zamonaviy bioreaktorlar yuqori darajada avtomatlashtirilgan bo‘lib, ularning ichida fermentatsiya jarayoni aniq nazorat ostida olib boriladi. Fermentatsiya — bu mikroorganizmlar yordamida organik moddalarning ma‘lum bioproductlarga aylanish jarayoni bo‘lib (etanol, antibiotiklar, organik kislotalar, aminokislotalar, enzimlar), uning samaradorligi ko‘p jihatdan bioreaktorning konstruksiyasiga bog‘liq.

Ushbu maqolaning maqsadi — bioreaktorlarning tasnifi, ularning ishlash mexanizmlari va fermentatsiya jarayonlarining ilmiy-texnik asoslarini tahlil qilish.

MUHOKAMA — ASOSIY QISM

1. Bioreaktorlarning tasnifi

Bioreaktorlar quyidagi mezonlar bo‘yicha tasniflanadi:

1.1. Aralashtirish turi bo‘yicha

Mexanik aralashtirishli (Stirred Tank Reactor — STR)

Pnevmatik (airlift) — aeratsiya yordamida aralashtiriladi

Pufakchali (bubble column)

1.2. Fazalar harakatlantirilishi bo‘yicha

Surunkali oqimli (continuous)

Periodik (batch)

Yarim surunkali (fed-batch)

1.3. Ichki tuzilishi bo‘yicha

Paketli (packed-bed)

Suyultirilgan qatlamli (fluidized-bed)

Membranali bioreaktorlar

Fotobioreaktorlar (algalar uchun)

2. Asosiy bioreaktor turlari

2.1. Mexanik aralashtirgichli bioreaktorlar (STR)

Ular eng keng tarqalgan bioreaktorlar bo'lib, quyidagi afzalliklarga ega:

Kislota va baza qo'shilishi oson

Aralashmaning bir xil bo'lishi

Sterillikni ushlab turish oson

Turli mikroorganizmlar uchun mos

Kamchiliklari:

Energiya sarfi yuqori

Katta hajmlarda aralashtirish qiyinlashadi

2.2. Airlift bioreaktorlar

Ularda aralashtirish havo oqimi yordamida amalga oshiriladi.

Afzalliklari:

Energiya tejamkor

Hu-jayra shikastlanishi kam

Katta hajmda samarali ishlaydi

2.3. Bubble column bioreaktorlar

Konstruksiyasi oddiy, harakatlanuvchi qismlari yo'q.

2.4. Packed-bed bioreaktorlar

Ular immobilizatsiya qilingan hujayralar yoki fermentlar bilan ishlaydi.

2.5. Fluidized-bed bioreaktorlar

Oziqa moddalari uzluksiz harakatlanadi, samaradorlik yuqori, o'sish tezligi yuqori hujayralar uchun mos.

2.6. Fotobioreaktorlar

Algalar va fotosintetik mikroorganizmlar uchun maxsus yaratilgan.

3. Fermentatsiya jarayoni va uning asosiy parametrlari

3.1. Fermentatsiya bosqichlari

1. Inokulyatsiya — madaniyani reaktorga kiritish

2. Lag-faza — moslashish davri

3. Eksponensial o'sish

4. Stasionar faza

5. Pasayish fazasi

3.2. Nazorat qilinadigan parametrlar

Harorat (30–37°C ko‘pchilik mikroblar uchun)

pH (taxminan 6.5–7.5)

Eritilgan kislorod (DO)

Aralashtirish tezligi

Oziqa konsentratsiyasi

Ko‘piklanis

Bularning barchasi bioreaktorda kompyuterlashtirilgan tizimlar bilan boshqariladi.

4. Bioreaktorlarning sanoatdagi qo‘llanilishi

4.1. Farmatsevtika

Antibiotiklar (penitsillin, streptomitsin)

Vaksinalar

Insulin, interferon

4.2. Oziq-ovqat sanoati

Sut mahsulotlari (yogurt, kefir)

Achitqilar

Organik kislotalar (sut, limon, sirka)

4.3. Bioyoqilg‘i

Bioetanol

Biogaz

Biodizel (mikroalgalar asosida)

4.4. Qishloq xo‘jaligi

Biogumus ishlab chiqarish

Biopestisidlar

Biostimulyatorlar

NATIJALAR

Tadqiqotlarga ko'ra:

STR bioreaktorlar antibiotiklar va fermentlar ishlab chiqarishda 80% dan ortiq samaradorlikka ega.

Airlift bioreaktorlar hujayralar shikastlanishini 40–60% ga kamaytiradi.

Fotobioreaktorlar an'anaviy ochiq suv tizimlariga qaraganda 10 baravar ko'proq biomass beradi.

Fluidized-bed reaktorlar immobilizatsiyalangan fermentlar samaradorligini 30–50% ga oshiradi.

Fermentatsiya jarayonini to'g'ri boshqarish bioproduct chiqishini 2 baravargacha ko'paytiradi.

XULOSA

Bioreaktorlar zamonaviy biotexnologiyaning ajralmas qismi bo'lib, ularning konstruktiv tuzilishi hamda boshqaruv tizimi fermentatsiya samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Mexanik aralashtirishli, airlift, bubble column, packed-bed va boshqa bioreaktorlarning o'ziga xos afzalliklari sanoat talabidan kelib chiqib qo'llanadi. Fermentatsiya jarayonida asosiy parametrlarni optimallashtirish yuqori sifatli bioproduktlar (antibiotiklar, fermentlar, bioyoqilg'i, oziq-ovqat qo'shimchalari) olish imkonini beradi. Bioreaktorlar texnologiyasining rivoji bioproseslarni ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali va boshqaruvni avtomatlashtirilgan tarzda olib borish imkonini bermoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Doran, P. M. Bioprocess Engineering Principles. Academic Press, 2013.
2. Shuler, M., Kargi, F. Bioprocess Engineering: Basic Concepts. Prentice Hall, 2017.
3. Stanbury, P., Whitaker, A. Principles of Fermentation Technology. Butterworth-Heinemann, 2016.
4. Glassey, J. Bioreactor Design and Operation. Elsevier, 2019.
5. Bajpai, P. Bioreactors: Design, Operation and Novel Applications. Springer, 2020.
6. Smith, J. M. Industrial Microbiology and Biotechnology. CRC Press, 2018.

7. Allahverdiyev, A. Fermentatsiya jarayonlari va biotexnologiya asoslari. Toshkent, 2021.