

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

“TƏSDİQ EDİRƏM”

Biologiya fakültəsinin dekan vəzifəsini icra edən
_____ **dosent Çingiz Məmmədov**

Fakültə Tədris – Metodik Şurasının sədri
_____ **professor Ziyəddin Məmmədov**

**“2422.01” – Biotexnologiya (o cümlədən bionanotexnologiya) ixtisası üzrə fəlsəfə
doktoru proqramı əsasında doktoranturaya qəbul imtahanının**

P R O Q R A M I

Tərtib edənlər:

dos.Abdullayeva N.F.
dos.Nəsimova A.N.

Biokimya və biotexnologiya kafedrasının müdiri:
Biofizika və molekulyar biologiya kafedrasının müdiri:

prof.Z.M.Məmmədov
prof.R.İ.Xəlilov

Bakı Dövlət Universiteti
Biologiya fakültəsinin
Elmi Şurası tövsiyə etmişdir
Protokol №07, 21.12.2018

BIOTEKNOLOGIYA (o cümlədən BİONANOTEKNOLOGIYA)

İzahat vərəqi

Biotexnologiyanın tərkibini təşkil edən texniki mikrobiologiya (sənaye), mühəndislik enzimologiyası, gen mühəndisliyi və hüceyrə mühəndisliyi sahəsində meydana gələn yenilikləri öyrənmək, onların müxtəlif tərəflərini açıqlamaqdan ibarətdir.

Biotexnologiya müasir dövrdə bioloji proseslərin əsasında cəmiyyətin tələbatına uyğun olan məhsulların, dərman maddələrinin, ferment preparatlarının, antibiotiklərin və digər bioloji aktiv maddələrin əldə edilməsində mühüm rol oynayır. İndiki cəmiyyəti və onun mövcudluğunu mikroorqanizmlərdən istifadə etmədən təsəvvür etmək olmaz. Biotexnologiya biokimya, mikrobiologiya, genetikə və molekulyar biologiya ilə sıx əlaqədədir. Biotexnologiyanın tərkib hissələri kimi texniki mikrobiologiya, mühəndislik enzimologiyası, heceyrə mühəndisliyi və gen mühəndisliyi üsulları insanların həyat fəaliyyətində vacib olan problemlərin həllində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. XX əsrin 70-ci illərindən başlayaraq, bu günə qədər biotexnologiyada bir çox müvəffəqiyyətlər əldə edilmişdir. Xüsusilə də, ali bitkilərdən izole edilmiş proplastların və hüceyrələrin alınması, somatik hüceyrələrin hibridləşdirilməsi və immobilizə edilmiş fermentlərin alınmasında biotexnologiyanın böyük rolu vardır.

Fənnin mənimsənilməsi məqsədi: Biotexnologiyanın tərkib hissələri əsasında meydana gələn yenilikləri öyrənməkdən və onlartın tətbiq sahələrini müəyyənləşdirməklə yeni məhsulların alınmasına nail olmaqdan ibarətdir.

Fənnin digər fənlər strukturunda yeri: Biotexnologiya fənni biologiya ixtisası üzrə bakalavr səviyyəsində biotexnoloji yolla məhsulların hazırlanması, alınan məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üzrə tətbiq olunan fənlər sırasına aiddir. O cümlədən texniki biokimya, genetikə, mikrobiologiya, bitki fiziologiyası enzimologiya, molekulyar biologiya kimi fənlərlə sıx və qarşılıqlı əlaqədə olub, bu fənlərin sayəsində əldə olunan bütün qida və yem məhsullarının və digər sənaye sahələrində əldə olunan nailiyyətlərə əsaslanmış fəndir.

Fənnin tədrisi vəzifəsi: Kənd təsərrüfatında və sənayedə biotexnologiyanın tətbiqi nəticəsində alınan məhsulların keyfiyyət tərkibini göstərməklə yanaşı, insan və heyvanlara lazım olan maddələr aşkar olunmalıdır. Biotexnologiya sənayenin bütün sahələrində tətbiq olunur.

Fənnin mənimsənilməs nəticəsində tələbələr

bilməlidirlər:

- ✓ qida maddələrinin biotexnoloji yolla alınmasının prinsiplərini
- ✓ dərman preparatlarının və sənaye məhsullarının mənşəyini və mənbəyini müəyyən etməyi
- ✓ mikrob hüceyrələrinin metabolizminin tənzimlənməsini
- ✓ biopreparatların alınması yollarını
- ✓ immobilizə olunmuş fermentlərinin alınma qaydalarını
- ✓ tibbi və bioloji elmlərin inkişafına xidmət edən sahələrini

Bacarmalıdır:

- ✓ biotexnoloji yolla mikrob produsentlərinin alınma qaydalarını
- ✓ mikrob hüceyrələrinin metabolizminin tənzimlənməsində əks-əlaqə prinsipinin tətbiq olunması zamanı fermentativ reaksiyanın sürətinin necə dəyişməsinə müəyyən etməyi
- ✓ biotexnoloji yolla genin alınması sxemini təsvir etməyi
- ✓ biotexnoloji yolla diabet xəstəliyində tətbiq olunan insulinin alınması müəyyən etməyi
- ✓ hüceyrə və gen mühəndisliyi üsullarının biotexnologiya istifadəsinin perspektiv nəticələrini göstərməyi

Yiyələnməlidir:

- ✓ biotexnologiyanın kənd təsərrüfatında ərzaq proqramının yerinə yetirilməsinə bioloji elmlərin inkişafına, tibbdə vaksinlərin, interferonların alınmasında tətbiq olunan təcrübi üsullar və nəzəri mülahizələrlə yanaşı yeni elm sahələri olan gen mühəndisliyi və hüceyrə mühəndisliyi kimi elmi sahələrə
- ✓ müasir dövrdə biotexnologiyanın yeni üsullarının köməyi ilə əlverişli tədqiqatlar aparmaq bacarığına

Mövzular üzrə saatların bölgüsü

N	Mövzu	Cəmi	Mühazirə	Məşğələ
1.	Giriş, biotexnologiyanın predmeti və inkişaf tarixi. Biotexnologiyanın tərkib hissələri və əsas istiqamətləri	4	2	2
2.	Biobyektlərin seçilməsi, seleksiyası, kulturada becərilməsi və tənzim-lənmə, modifikasiya mərhələləri	4	2	2
3.	Zülalların və zülal məhsullarının istehsalının biotexnologiyası	4	2	2
4.	Vitaminlər və vitamin preparatlarının alınmasının biotexnologiyası	4	2	2
5.	Antibiotiklərin alınmasının biotexnologiyası	4	2	2
6.	Vaksinlərin alınması	4	2	2
7.	Amin turşularının biosintezinin texnologiyaları. Lizinin alınması üsulu.	4	2	2
8.	Üzvi birləşmələrin transformasiyası	4	2	2
9.	İmmobilizə olunmuş fermentlər	4	2	2
10.	Fermentlərin immobilizə üsulları, daşıyıcılar, fiziki və kimyəvi immobilizə üsulları, onların müqayisəsi.	4	2	2
11.	Hüceyrədaxili tənzimlənmənin mexanizmi və biosintezin idarə olunması	4	2	2
12.	Gen mühəndisliyi problemi və perspektivliyi	4	2	2
13.	Genin alınması	4	2	2
14.	Gen mühəndisliyi üsulları əsasında insulinin alınması	4	2	2
15.	Hüceyrə mühəndisliyi.	4	2	2
16.	Nanotexnologiyalar haqqında ümumi anlayış. Nanotexnologiya nəyi öyrənir? Nanotexnologiyanın yaranması və inkişaf tarixi.	4	2	2
17.	Nanobiotexnologiya nanotexnologiyanın ən	4	2	2

	mühüm sahələrindən biri kimi. Nanobiotexnologiyanın yaranması, məqsədi və əsas istiqamətləri.			
18	Nanohissəciklər və onların xassələri. Müxtəlif ölçülü nanohissəciklər. Maqnit nanohissəcikləri, onların xassələri, tətbiq sahələri.	4	2	2
19	Qızıl və gümüş nanohissəcikləri, onların xassələri, tətbiq sahələri.	4	2	2
20	Nanotoksikologiya. Nanohissəciklərin və nanomaterialların canlı sistemlərə, ətraf mühitə toksiki təsirləri.	4	2	2
21	Nanobiotexnologiyada tədqiqat üsulları.SEM, STM, AQM.	8	4	4
22	Nanohissəciklərin fiziki və kimyəvi üsullarla alınması.	4	2	2
23	Nanohissəciklərin bioloji üsul ilə sintezi. Nanohissəciklərin bitkilərdə, bakteriyalarda, göbələklərdə sintezi.	4	2	2
24	Nanobiosensör. Biosensör, onların elementləri. Nanobiosensörün növləri, komponentləri, tətbiqləri.	4	2	2
25	Nanoölçülü bioloji quruluşlar və biomateriallar.	4	2	2
26	Karbon əsaslı nanomateriallar. Karbon nanoboruları. Fullerenlər. Qrafit və qrafen. Almaz.	8	4	4
27	Dendrimərlər. Onların quruluşu, növləri, tibdə tətbiqi.	4	2	2
28	Nanokristallar və nanoklasterlər. Onların növləri, alınması üsulları və tətbiqləri.	4	2	2
CƏMI		120	60	60

Mövzuların qısa məzmunu

1. Biotexnologiya müxtəlif mənşəli hüceyrələrdən istifadə etməklə insanlar üçün qida maddələrinin sənaye üsulu ilə alınan məhsulların, dərman preparatlarını, fermentlərin, antibiotiklərin insanlara lazım olan digər məhsulların qeyri ənənəvi yolla alınmasında biotexnologiyanın rolu böyükdür. Biotexnologiya, biokimya, mikrobiologiya, molekulyar biologiya və genetikanın müvəffəqiyyətləri əsasında meydana gəlmişdir. Biotexnologiyanın inkişafını təmin edən əsas kəşflər .

Biotexnologiyanın tərkib hissələri və əsas istiqamətləri. Biotexnologiyanın aşağıda tərkib hissələri və ya elm sahələri var.

Biotexnologiyanın gələcəyi daha çox səmərə verə bilən bir sahə kimi necə qiymətləndirilməlidir. (4, 5; 7; 4).

2.Bu mövzu biotexnoloji prosesin əvvəlindən sonuna qədər (məhsul alınana qədər) qısa mahiyyətini başa düşmək üçün necə öyrənilməlidir. Obyektin seçilməsi üçün onu mövcud olan yerdə necə axtarmaq lazımdır. Məsələn, neft məhsullarını parçalayan mikroorqanizmlər harada toplanır. Onların hansı formaları mövcuddur.

Bioobyektlərin seçilməsinin sonrakı mərhələlərinə nələr daxildir. Bu çoxmərhələli proses qarşıya qoyulan məqsəddən. asılı olaraq necə dəyişir. Sonda proses bütövlükdə sxem şəklində göstərilməlidir. (3; 4; 6).

3.Zülalların alınması məqsədilə mikroorqanizmlərin istifadəsinin tarixi. Mikrob zülalının keyfiyyət xarakteristikası. Zülal istehsalının qida probleminin həllində məqsədyönlü rolu. Bu problemin həlli üçün qidanın tərkibini təşkil edən maddələr, onların əhəmiyyəti. Yem zülalının balanslaşdırılması üçün istifadə edilən maddələr.. Zülal məhsullarının alınması üçün istifadə olunan xammal və mikroorqanizmlər (2; 4).

4.Vitaminlər kiçikmolekullu, güclü bioloji təsirə malik olan üzvi maddələr kimi. B qrupu vitaminlərinin biotexnoloji istehsalında əsas istiqamətlər. B₁₂ vitamininin (kobalamin) produsentləri və onun praktiki əhəmiyyəti. B₂ vitamininin riboflavinin alınması və tətbiqi. Karatinoidlər. (2; 5).

5.Antibiotiklərin hüceyrənin metabolizminin son məhsulları kimi. Y. Fleminqin adı ilə bağlı olan antibiotiklərin kəşfinin tarixi. Antibiotiklərin produsentlərinin inkişafının ikifazlı xarakteri. Antibiotiklərin sənaye istehsalının əsas mərhələləri. Onların bioloji təsirinin mexanizmləri və antibakterial preparatlara qarşı rezistentliyi (6).

6.E. Cener və L.Pasterin vaksinlər haqqında kəşflərin inkişafında olan xidmətləri. Vaksinlərin əsas qrupları: canlı vaksinlər, ölü, anatoksiki vaksinlər, kimyəvi vaksinlər və onların alınması. Vaksinlərin biotexnoloji istehsalının mərhələləri və vaksinlərə olan əsas tələblər (1; 2; 4).

7.Yem zülalından sonra amin turşularının istehsalına da çox diqqət yetirilir. Qida rasionunun tərkibində amin turşularından hansılarının olması vacibdir. . Amin turşularının qida keyfiyyətinin yaxşılaşmasında istifadə edilən yem preparatları necə hazırlanır. Dünya təcrübəsində mikrobioloji sintez üsulu ilə hansı formalı amin turşularının alınması məqsəduyğunluğu. Sərbəst tərkibində aralıq maddələr olmayan amin turşularını sintez edən bakteriyalar göstərilməlidir. Lizinin mikrobioloji yolla alınmasında iştirak edən kulturalar hansılardır. Səpin üsulu ilə lizinin alınmasında xüsusilə, bac.flavium kulturasının müxtəlif mərhələlərində transformasiyaya uğraması və Krebs tsiklinə keçməklə lizinə çevrilməsi necə həyata keçirilir və əsas kimlər tərəfindən qoyulmuşdur. L formalı lizinin mikrobioloji yolla alınmasının sxemi (4; 11; 5).

8.Transformasiya, onun praktiki əhəmiyyəti. Mikrob kimyasının prosesləri və transformasiyanın üsulları. Kometabolizm. Politransformasiya. Karbohidratların, antibiotiklərin, üzvi turşuların (yağ turşuları, aromatik turşular) transformasiyası. Sənayedə mikrobioloji transformasiya prosesləri (1; 7).

9.Mühəndislik enzimologiyası və bioobyektlərin effektivliyinin artması (fərdi fermentlərin, ferment komplekslərinin, hüceyrə produsentlərinin). Immobilizə olunmuş fermentlərin yaradılması. Onların nativ sələflərlə müqayisəsinə görə tətbiqində üstün cəhətləri. Üzvi və qeyri üzvi təbiətli həll

olmayan daşıyıcılar. Təbii (polisaxarid, zülal, lipid), və sintetik (polimetilen, poliamid, poliefir) daşıyıcılar (9;11;12).

10. Fermentlərin immobilizasiyası haqqında məlumatlar qeyd olunmalıdır. İmmobilizasiyanın hansı üsulları mövcuddur. Heterogen katalizatorların meydana gəlmə səbəbləri. İmmobilizasiya olunmuş ferment termini necə yarandı. Fermentlərin immobilizasiyasında kovalent əlaqə hansı maddələr arasında yaranır. İmmobilizə olunmuş fermentləri almaq üçün hansı daşıyıcılardan istifadə edilir. Fermentləri immobilizə etmək üçün lazım olan materialları hansı cəhətlərinə görə seçilməsi tələb olunur. Hansı sahələrdə immobilizə olunmuş fermentlərin tətbiqinə geniş yer verilir (7; 9; 5).

11. Birincili və ikincili metabolitlərin biosintezinin idarə olunması. Fermentlərin sintezinin represiyası və induksiyası. Operonun funksional sahələri. Genlərin təsirinin tənzimlənməsi mexanizmi və onların biotexnoloji proseslərdə istifadə olunması. Jakob-Mono sxemi. Əks-əlaqə prinsipinə əsasən fermentlərin aktivliyinin ingibirləşməsi. Allosterik ferment. Müxtəlif biotexnoloji məhsulların biosintezi və birincili və ikincili metabolitlərin alınmasında metabolizmin tənzimlənməsi sisteminin rolu (5;7;12).

12. Gen mühəndisliyi molekulyar biologiya və biokimyayın yeni istiqaməti kimi. Gen mühəndisliyinin inkişaf tarixi. Məqsəd və məsələləri. Gen genetik mühəndislikdə əsas manipulyasiya obyektini kimi. Süni genetik proqramların yaradılması. Rekombinant DNT-in qurulması. Rekombinant DNT-in yaradılmasında tətbiq olunan fermentlər (4; 8).

13. Təbii mənbələrdən genlərin alınması üsulları: fermentativ sintez yolu və RNT-nin əsasında DNT genin alınması. Molekulyar klonlaşmanın sxemi. Molekulyar klonlaşmanın vektorları: balteril plazmidlər, faqlar, kosmidlər (8; 9; 12).

14. İnsulin - mədəaltı vəzinin hormonudur. İnsulin qanda şəkərin səviyyəsinin tənzimləyicisi hesab olunur. Şəkərli diabetin əmələ gəlməsi. Biotexnoloji üsulların tətbiqi ilə insan insulininin alınmasının sxemi. İnsulinin alınmasının müxtəlif üsulları (8; 9).

15. Biologiyanın fiziki-kimyəvi istiqamətlərinin intensiv inkişafı imkan verir ki, yeni texnologiya yaratmaq mümkün olsun. Bu yeni texnologiya hansı prinsiplər əsasında yaradılır. Bu yeni yaradılan biotexnologiya insanların təlabatını ödəmək üçün necə tətbiq olunmalıdır. Bitkilərin hüceyrə və toxuma kulturalarının əsasında yaradılan hansı istiqamətləri qeyd etmək olar. Yeni texnologiya əsasında yaradılan bitki hüceyrələri hansı xüsusiyyətləri özündə saxlamalıdır. Hüceyrə mühəndisliyinin daha perspektivli sahələri (10; 4; 7).

16. Yaşadığımız müasir dövrdə dünyanın elmi istiqamətlərindən biri sayılan nanotexnologiya çox böyük sürətlə inkişaf edir. Hal-hazırda nanotexnologiyanın inkişafını buxar maşını və informasiya texnologiyasından sonra üçüncü elmi-texniki inqilab hesab edirlər. Nanotexnologiya 1-100 nm ölçülü hissəcikləri və bu quruluşlarda baş verən fiziki, kimyəvi və bioloji hadisələri öyrənir. Bu elmi-texniki istiqamətin əsasını yeni nanoquruluşlu materialların alınması, tədqiqi və tətbiqi təşkil edir.

17. Nanobiotexnologiya molekulyar biologiya ilə bioinformatikanın ittifaqidir. Bu termin adətən nanotexnoloji qurğuların və nanomateriallərin biotexnologiyada tətbiqi zamanı və

nanotexnologiya məqsədlər üçün bioloji molekulların istifadəsi zamanı istifadə olunur. Nanobiotexnologiyayı, həmçinin iki sərbəst və çox böyük nailiyyətlər qazanmış sahələrin – nanotexnologiya və molekulyar biologiyanın konvergeniyasından yaranan texnologiya adlandırmaq olar. Nanobiotexnologiya biologiya, kimya, fizika və texniki elmlərin yüksək dərəcədə qarşılıqlı əlaqəsindən yaranan və nanomiqyasda fəaliyyət göstərən texnologiya kimi xarakterizə edilir.

18. Nanohissəcik (ing. nanoparticle) — izolə olunmuş bərkfazlı obyektədir, ətraf mühitlə aydın şəkildə sərhədə malikdir, ölçüsü 1-100 nm – dir (hər üç ölçüdə). Maqnit nanohissəcikləri əsasən tibdə tətbiq olunur.

19. Qızıl nanohissəcikləri – ölçüsü 1-100 nm diapazonunda olan çoxlu sayda qızıl atomlarından ibarət olan sistemdir. Müasir tibdə qızıl bədxassəli şişlərin diaqnostikası və müalicəsi üçün istifadə edilir. Gümüş nanohissəciklərinin xassələri isə fərqlidir. Belə ki, gümüş nisbətən asanlıqla oksidləşir. Onların tipik ölçüləri 5-50 nm-dir. Tətbiq sahələri müxtəlifdir.

20. Nanotoksikologiyanın məqsədi nanomaterialların insan və ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqə riskini öyrənməkdir. Nanomaterialların tətbiqlərinin əhəmiyyəti ilə yanaşı, onların toksiki effektlərinin də olması mümkündür. Bununla əlaqədar olaraq nanomaterialların insan orqanizminə və ətraf mühitə təsirini nanotoksikologiya tədqiq edir.

21. Nanobiotexnologiyada müxtəlif tədqiqat üsulları tətbiq olunur. Bunlardan Skanedici Elektron Mikroskopunu, Skanedici Tunel Mikroskopunu, Atom Qüvvət Mikroskopunu göstərmək olar.

22. Nanohissəciklərin fiziki və kimyəvi üsullarla alınması məlumdur. Nanomaterialların alınması üçün bu üsulları nanostrukturların yaranma növünə görə iki böyük qrupa bölmək olar: “aşağıdan yuxarıya” yaxınlaşma və “yuxarıdan aşağı” yaxınlaşma. Hal-hazırda nanomaterialların nanotoz və ya plyonkalar şəklində, həmçinin müxtəlif matrislərin daxil edilməsi ilə alınması mümkündür.

23. Nanohissəciklərin bioloji üsulla da sintezi mövcuddur. Bu üsul digər üsullardan daha üstündür. Belə ki, bioloji yolla nanohissəciklərin sintezi həm iqtisadi cəhətdən səmərəlidir və həm də ekoloji cəhətdən daha təmizdir.

24. Nanobiosensörler kimyəvi və bioloji materialları müəyyən etmək üçün istifadə edilən nanosensörlerdir. Nanobiosensörün aşağıdakı növləri var: Elektronik nanobiosensörler, Elektrokimyəvi nanobiosensörler, Optik nanobiosensörler, Kantilever biosensör, Karbon boruları biosensörleri, DNT biosensörler, Virus nanosensörler və s.

25. Nanoölçülü bioloji quruluşlar biotexnologiya proseslərdə istifadə edilən nanoquruluşlara deyilir. Bu materiallar iki qrupa bölünür. Birinci qrup ölçüləri nano diapazonda yerləşən və demək olar ki, bütün canlı orqanizmlərin əsasını təşkil edən strukturlar – zülallar (4 - 50 nm) , zülalların tərkib hissəsi olan 20 amin turşuları (1 nm), karbohidratlar, lipidlər və nuklein turşuları (DNT və RNT), DNT-nin tərkib hissəsini təşkil edən nukleotidlər (0,1 nm).

26. Karbon nanoboruları, diametri 1 nanometr, uzunluğu isə bir neçə mikrona qədər olan, bir və ya bir neçə iç-içə qrafit laylarının bükülməsindən yaranan silindrik quruluşlara deyilir. İlk dəfə Sumio İcim tərəfindən 1991-ci ildə C60 fullerenin sintezində aralıq məhsul kimi tapılıb. Fulleren – karbonun allotrop formasıdır. Kürə formasına malikdir. 60 Karbon atomu ilə meydana gəlmiş

bir molekuldur. Almazın kristallik qəfəsi bir –biri ilə çox davamlı s- əlaqələri ilə birləşmiş karbon atomlarından ibarətdir.

27. Dendrimerlər mərkəzi özəkdən ayrılan bir çox qolu olan, olduqca şaxəli, qlobal makromolekullardır. Dendrimerlər hər biri səth, daxili və əsası (özəyi) müxtəlif növ tətbiqlərə uyğunlaşdırıla bilən unikal xüsusiyyətlərə malik olan əllidən çox ailəyə bölünür.

28. Nanoklasterlər və nanokristallar atom və molekulların nanoölçülü kompleksləridir. Onlar arasındakı əsas fərq onları təşkil edən atom və molekulların yerləşməsindən və həmçinin onlar arasında kimyəvi rabitələrdən ibarətdir. Nanokristal – kəsilməz kristallik qəfəsə malik ayrıca bircins kristaldır. Klaster ingilis sözüdür, mənası yığım deməkdir. Klaster termini ilk dəfə elmə professor Kotton tərəfindən gətirilmişdir. Kaster dedikdə bir neçə bircins elementlərin birləşməsi başa düşülür.

Ədəbiyyat

Əsas

1. Альберт Сасеон. Биотехнология. Сверхшения и надежды. М., Мир, 1987, 411 с.
2. Бекер М.Е., Лиенин Г.К. Гайнулик Б.Н. Биотехнология, М., Агропромиздим, 1990, 231 с.
3. Егоров Н.С. и др. Биотехнология (БТ), Проблемы и перспективы. М. «Высшая школа», т. 1, 1987, 159 с.
4. Гамбаров Х.Г. Таги-заде З.А. и Абдуллаева Н.А. Биотехнология. Баку, БГУ, 2005, 360 с.
5. Биотехнология. Подред. Баева А.А. М., 1984, 311 с.
6. Дегли С., Никольсон Д. Метаболические пути. М., Нур, 1973, 51 с.
7. Дебатов В.Г., Лившиц В.А. Биотехнология современные методы создания промышленных микроорганизмов. М., «Высшая школа», 1988, 208 с.
8. Быков В.А. и др. Биотехнология. Микробиологическое производство биологических активных веществ и препаратов. М., Высшая школа. т. VI, 1987, 213 с.
9. Промышленная микробиология и успехи генетической инженерии. Под ред. акад. Г.К. Скрыбина М., Мир, 1984, 172 с.
10. Березин И.В. и др. Биотехнология. Имобилизованные ферменты. М., Высшая школа, 1987, 159 с.
11. Быков В.А. и др. Производство белковых веществ. М., Высшая школа, т. V., 1987.
12. Бутенко Р.Г. и др. Биотехнология. Клеточная инженерия. М., Высшая школа, т. III, 1987, 128 с.

Əlavə

13. Артамонов В.И. Биотехнология агропромышленному комплексу. А.Н.СССР, М., Наука 1989, 160 с.
14. Степанов В.М., Молекулярная биология. Структура и функции белков. М., Высшая школа, 1996, 335 с.
15. Вакула В. Биотехнология. Что это такое? М., Молодая гвардия, 1989, 301 с.
16. Баскова А.А. Безбородова С.И., Белчаева М.И. и др. Нуклеазы. Микроорганизмов. Наука 1974, 168 с.

17. Э.Газит. Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития. Научный мир. 2011. 134с.
18. В.Балабанов. Нанотехнологии –наука будущего. Москва-2009. С.242.
19. Н.Кобаяси. Введение в нанотехнологию._2010.С. 5-79.
20. И.В. Артюхов, В.Н. Кеменов, С.Б. Нестеров. Биомедицинские технологии. Обзор состояния и направления работы. Материалы 9-й научно-технической конференции "Вакуумная наука и техника" - М.: МИЭМ, 2002
21. Нанобиотехнологии. Практикум. Под редакцией чл.-корр.РАН. А.Б.Рубина. Москва. Бином. Лаборатории знаний. 2012. 382 с.