

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**



**TABIIY FANLAR FAKULTETI
KIMYO KAFEDRASI**

“Biologik jarayonlarning kimyoviy asoslari” fanidan

“Fermentlar”

mavzusida tayyorlangan

O Q U V K O N T E N T I

Magistratura yo'nalishi

1-kurs talabalari uchun

2-semestr

Bilim sohasi:	500 000	-Tabiiy fanlar, matematika va statistika
Ta'lim sohasi:	530 000	-Fizikaga oid fanlar
Ta'lim yo'nalishi:	70530101	-Kimyo (magistratura)

Guliston-2024

“Biologik jarayonlarning kimyoviy asoslari” fanidan “Fermentlar” mavzusida O’quv kontenti. Guliston 2024

O’quv-kontenti 70530101 «Kimyo» magistratura ta’lim yo’nalishi bo’yicha tahsil olayotgan talabalarga mo’ljallangan bo’lib, unda “Biologik jarayonlarning kimyoviya asoslari” fani o’quv dasturiga kiritilgan “Fermentlar” mavzusi yoritilgan bo’lib, 70530101- kimyo magistrature ta’lim yo’nalishi bo’yicha tahsil olayotgan talabalarni yuksak malakali, ijodkorlik va tashabbuskorlik qobiliyatiga yega, kelajakda kasbiy va hayotiy muammolarni mustaqil hal qila oladigan, yangi texnika va texnologiyalardan foydalana oladigan hamda, kimyoviy jarayonlarini taxlil qila oladigan layoqatli kadrlarni tayyorlashga qaratilgan.

Ushbu o’quv kontentida talabalarining chuqur bilimlarga yega bolishi uchun, xususan fermentlar haqidagi barcha ma’lumotlar keng tahlil qilingan holda keltirilgan bo’lib, fan dasturida belgilangan talabalar tomonidan yegallanishi lozim bo’lgan bilim, ko’nikma, malaka va kompetentsiyalarni shakllantirishni, o’quv jarayonini kompleks loyihalash asosida kafolatlangan natijalarni olishni, mustaqil bilim olish va o’rganishni hamda nazoratni amalga oshirishni ta’minlaydigan, talabaning ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishga yo’naltirilgan o’quv-uslubiy manbalar, ya’ni maruza matni, glossariy, nazorat savollari, mavzu yuzsidan asosiy xulosalar va o’z o’zini baholash uchun mo’ljallangan test savollari hamda yelektron ta’lim resurslarini o’z ichiga oladi

O’quv kontenti uslubiy majmua zamonaviy pedagogik texnologiya talabalariga mos ravishda tayyorlangan bo’lib, unda darsning maqsadi, identiv o’quv maqsadlari, mavzuda ko’rib chiqiladigan muammolar, nazorat savollari va mustaqil ish topshiriqlari keltirilgan.

Guliston davlat universiteti tomonidan “27” avgust 2024 yil (№_1_) raqami bilan tasdiqlangan fan (o’quv) dasturi asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi:**Djurayev Alisher Janikulovich****“Kimyo” kafedrasi katta o’qituvchisi, k.f.f.d.(PhD)****Taqrizchi:****k.f.f.d.(PhD) Esonov R.S.(OzR FA BKI)**

O’quv kontenti 2024 yil “26” noyabr Universitet Ilmiy Uslubiy kengashining "4" –sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

14-mavzu: FERMENTLAR

Ajratilgan vaqt: 2-soat

Mavzu yuzasidan ko'rib chiqiladigan asosiy savollar:

- 1.Fermentlarning umumiy xossalari va tuzilishi.
- 2.Fermentlarning sinflanishi.
- 3.Ferment manbaalari. Ferment preparatlarni ajratib olish
- 4.Fermentlarning faol markazlari.
- 5.Fermentlarni ingibirlash.
- 6.Fermentativ kinetikaning prinsiplari
- 7.Fermentlarning qo'llanilishi

GLOSSARIY

O'zbekcha	Ruscha	inglizcha	Ma'nosi
Ferment	Фермент	enzyme	biologik katalizator bo'lib, kimyoviy tabiatiga ko'ra oqsil yoki ribonuklein kislotadir. Ular biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtirib, moddalar almashinuvini yo'naltiradi va tartibga soladi.
Apoferment	Апофермент	Apoenzym	ikki komponentli fermentlarning oqsil qismi bo'lib, uning katalitik faolligini namoyon qilishi uchun oqsil bo'lmagan tarkibiy qism - kofaktor yoki kofermentning mavjudligi zarur.
Biologik faol modda	Биологически активное вещество	biologically active substance	keng ma'noda organizm Tomonidan ishlab chiqariladigan yoki tashqaridan olinadigan, organism-da sodir bo'ladigan jarayonlarga rag'batlantiruvchi yoki tormozlovchi ta'sir ko'rsatadigan modda
Gidrolazalar -	Гидролазы	Hydrolases	gidroliz reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi. Hidrolazalarga ko'plab hazm fermentlari kiradi.
Globulyar oqsillar	Глобулярные белки	Globular proteins	molekulalarida polipeptid zanjir-lari zich o'ralgan sharsimon tuzilmalar (globulalar)ga ega bo'lgan oqsillar
Izomerazalar -	Изомеразы	Isomerases	hujayralarda ichki molekulyar qayta

			tuzilishlarni, shu jumladan tirik hujayralardagi organik birikmalar izomerlarining o'zaro aylanishini katalizlovchi ferment-lar sinfi.
Izofermentlar	Изоферменты	Isoenzymes	bir xil reaksiyani katalizlaydigan, lekin tuzilishi, fizik-kimyoviy va immunologik xususiyatlari bilan farq qiladigan fermentlar.
Ferment ingibitori	Ингибитор ферментов	An enzyme inhibitor	fermentlar faolligini pasaytiruvchi yoki ularning faoliyatini butunlay to'xtatuvchi tabiiy yoki sun'iy modda.
Induktor -	Индуктор	An inducer	organizmni o'rab turgan muhitda bo'lib, ferment ishlab chiqarilishini rag'batlantiruvchi modda.
Karboangid-raza -	Карбоангид-раза	Carboanhydrase	uglerod dioksidi va suvdan karbonat kislotasi hosil bo'lishining qaytar reaksiyasini katalizlovchi ferment.
Katalizator	Катализатор	A catalyst	kimyoviy reaksiya tezligini oshiruvchi modda.
Kinaza -	Киназа	Kinase	ATF dan oxirgi fosfatni suvga, gidroksil, karboksil yoki amid guruhlariga o'tkazishni katalizlovchi ferment.
Kofaktor -	Кофактор	Cofactor	ko'plab fermentlarning maksimal faolligini namoyon qilish uchun zarur bo'lgan oqsil bo'lmagan kimyoviy birikma.
Koferment	Кофермент	Coenzyme	oqsil bo'lmagan tabiatli organik birikma. Kofermentlar ba'zi fermentlar tarkibiga kiradi. Kofermentlar apoferment bilan birikib, katalitik faol komplekslar hosil qiladi.
Kreatinkinaza	Креатинкиназа	Creatinkinaza	mushak qisqarishi uchun energiya yetkazib beruvchi reaksiyani katalizlovchi ferment.
Laktatdehidrogenaza -	Лактатдегидрогеназа	Lactate dehydrogenase	glikoliz jarayonida pirouzum kislotasining sut kislotasigacha

			qaytar tiklanishini katalizlovchi ferment..
Liazalar -	Лиазы	Liases	substratlardan atomlar guruhlarining gidrolitik bo‘lmagan ajralishini ikki bog‘ hosil qilib katalizlovchi, shuningdek, ikki bog‘ bo‘yicha teskari birikishni ta‘minlovchi fermentlar sinfi.
Ligaza	Лигаза	Ligase synthase	ATF energiyasidan foydalanib, hujayralarda ikki xil molekulaning bir-biriga birikishini katalizlovchi ferment
Metalloproteidlari	Металлопротеиды	Metalloproteins	oqsillarning og‘ir metallar bilan komplekslari.
Nukleaza	Нуклеаза	Nuclease	tirik organizmlarda nuklein kislotalarni parchalaydigan ferment.
Nukleozidaza	Нуклеозидаза	Nucleosidease	nukleozidlarni purin yoki pirimidin asosga va uglevodga parchalaydigan ferment.
Oksidoreduktazalar	Оксидоредуктазы	Oxidoreductases	oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi.
Penitsillinaza	Пенициллиназа	Penicillinases	penitsillinlarni faol bo‘lmagan moddalarga parchalaydigan ferment.
Ovqat hazm qilish fermentlari	Пищеварительные ферменты	Digestive enzymes	ovqat hazm qilish organlari tomonidan ishlab chiqariladigan fermentlar.
Proferment sin.zimogen	Профермент	Proferment	fermentning turli fiziologik va biokimyoviy omillar ta‘sirida faol shaklga o‘tadigan nofaol shakli.
Revertaza -	Ревертаза	Revertaza	teskari transkripsiya jarayonida ishtirok etuvchi ferment
Renin	Ренин	Renin	umurtqali hayvonlar va odamning proteolitik fermenti
Serin	Серин	Serine	oqsillar va ba’zi murakkab lipidlar tarkibiga kiruvchi alifatik aminokislota.
Transferazalar	Трансферазы	Transferases	atomlar guruhlarini bir modda (donor) molekulasidan boshqa modda (akseptor) molekulasiga

			o'tkazish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi
Trombin -	Тромбин	Trombin	qon ivish jarayonida fibrinogenning fibringa aylanishini katalizlovchi proteolitik ferment.
Fosforilazalar	Фосфоорилазы	Phosphorylases	hujayralarda fosfat kislota qoldig'ining uglevodlar va boshqa moddalarga birikishini katalizlovchi fermentlar
Sellyulaza	Целлюлаза	Cellulose	sellyulozani parchalay-digan ferment
Sitoxromlar	Цитохромы	Cytokhroms	tirik hujayralarda electron-lar va/yoki vodorodning oksidlanadigan organik moddalardan molekulyar kislorodga bosqichma-bosqich o'tishini ta'minlaydigan murakkab oqsillar (gemoproteidlar).
Esterazalar -	Эстеразы	Esterases	murakkab efirlarning hujayralarda gidrolitik parchalanishini katalizlovchi fermentlar.

1.Fermentlarning umumiy xossalari va tuzilishi.

Fermentlar (enzimlar) - oqsil tabiatga biokatalizatorlar bo'lib, organizmdagi kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etadi. Ferment so'zi **“fermentatio”** so'zidan olingan bo'lib, bijg'ish, enzym esa **“enzyme”** so'zidan olingan bo'lib, achitqidagi tomizg'i ma'nosini beradi. Fermentlarni o'rganuvchi fan **enzimologiya**, yoki **fermentologiya** deb nomlanadi.

Ferment so'zi fanga XVII asrda kimyogar van Gelmont tomonidan ovqat hazm bo'lish mexanizmini muhokama qilish uchun kiritilgan. XVII asr oxiri XIX asr boshlarida go'sht oshqozonda hazm bo'lishi, kraxmal so'lak ta'sirida shakarga aylanishi ma'lum edi, ammo bu jarayonlarning mexanizmi ma'lum emasdi.

1814 yili rus kimyogari K.S.Kirxgof undirilgan arpaning maydalangan sharbati (solod) ta'sirida kraxmal qandga aylanishini kashf etdi. U amilaza fermentini kashf etib, biologik katalizatorlar – fermentlarni o'rganishga asos soldi. XIX asrda Lui Paster achitqilar ta'sirida uglevodlarning etil spirtiga aylanishini o'rganib, bu jarayon (achish, bijg'ish) achitqi hujayralaridagi qandaydir ilohiy kuch (ferment) tomonidan katalizlanadi degan hulosaga keldi. U bu kuch achitqi tirik hujayralari tuzilishining ajralmas qismidir deb hisoblagan. L.Paster vafotidan ikki yil o'tgandan keyin 1897 yil E.Buxner **“Achitqi hujayralarisiz spirtli bijg'ish”** mavzusidagi maqolani e'lon qiladi. Bunda u hujayrasiz

bo'lgan achitqi sharbati spirtli bijg'ishni amalga oshirishi mumkinligini tajribada isbotladi va bu ishiga 1907 yil Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi. 1913 yili Menten va Mixaelis fermentlar ta'siri mexanizmi nazariyasini ilgari surdilar. 1926 yil J.Samner tomonidan ilk bor toza xoldagi kristall tuzilishga ega ferment (ureaza) ajratib olindi. Keyingi 10 davomida qator fermentlar ajratib olinib, fermentlar oqsil tabiatiga egaligi uzil-kesil hal qilindi. 1969 yil Merrifild (Nyu-York) ribonukleaza fermenti sintezini amalga oshirdi.

Fermentlar tuzilishi

Oddiy va murakkab fermentlar tarkibida substrat, allosterik va katalitik markazlar mavjud.

Oddiy fermentning katalitik markazi polipeptid zanjirining turli uchastkalarida joylashgan bir necha aminokislotalarning o'zaro yaqinlashishi hisobiga paydo bo'ladigan qismidir. Katalitik markaz ferment (oqsil) molekulasi uchlamchi strukturasini shakllanishi bilan bir vaqtda hosil bo'ladi. Ko'pincha oddiy ferment katalitik markazi tarkibiga serin, sistein, tirozin, gistidin, arginin xamda, asparagin va glutamin kislotalar qoldiqlari kiradi.

Oddiy fermentning **substrat markazi** – ferment oqsil molekulasining substrat bog'lanishiga javob beradigan uchastkasidir. Boshqacha aytganda substrat markazi **yakor (langar) maydonchasi deb xam ataladi**. Bu uchastkada substrat molekulasidagi tegishli guruhlar bilan ferment aminokislotalari qoldiqlarining ma'lum yon radikallari orasidagi turli o'zarota'sirlar hisobiga fermentga bog'lanadi. Substrat ferment bilan ion-ion o'zaro ta'sir, vodorod bog'lar, ba'zan substrat va ferment kovalent bog' hisobiga bog'lanadi.

. Substrat ferment bilan ionli o'zaro ta'sirlar, vodorod bog'lari orqali bog'lanadi; ba'zan substrat va ferment kovalent bog'lanadi. Substratning ferment bilan bog'lanishida gidrofob o'zaro ta'sirlar ham ma'lum rol o'ynaydi. Oddiy fermentlarda substrat markazi katalitik markaz bilan mos kelishi mumkin; bu holda fermentning faol markazi deyiladi. Masalan, kraxmal molekulasidagi α -1,4-glikozid bog'larini gidrolizlovchi ferment - amilazaning aktiv markazi gistidin, asparagin kislota va tirozin qoldiqlari; atsetilxolin molekulasidagi murakkab efir bog'larini gidrolizlovchi atsetilxolinesteraza esa gistidin, serin, tirozin va glutamin kislota qoldiqlari bilan ifodalanadi. Oqsil molekulasidagi ma'lum peptid bog'larini gidrolizlovchi karboksiptidaza A ning faol markazida arginin, tirozin va glutamin kislota qoldiqlari joylashgan.



Allosterik markaz ferment molekulasining shunday qismiki, unga past molekulyar og'irlikdagi modda birikishi natijasida ferment oqsil molekulasining uchlamchi strukturasini

o'zgaradi, bu esa uning faolligining o'zgarishiga olib keladi. Allosterik markaz fermentning boshqaruv markazidir.

Murakkab fermentlarda katalitik markaz vazifasini koferment bajaradi, u apofermentning ma'lum bir qismida - koferment bog'lovchi domenida birikadi. Murakkab va oddiy fermentlar uchun substrat va allosterik markazlar tushunchalari bir xildir.

Substrat (S) deb ferment (E) tomonidan mahsulot (P) ga aylanishi katalizlanadigan moddaga aytiladi. Ferment molekulasida sirtining substrat molekulasiga bilan to'g'ridan-to'g'ri o'zaro ta'sirlashuvchi qismi fermentning faol markazi deyiladi.

Fermentning faol markazi fazoviy jihatdan yaqinlashgan polipeptid zanjirining turli qismlarida yoki turli polipeptid zanjirlarda joylashgan aminokislotalar qoldiqlaridan tashkil topadi. U oqsil-fermentning uchlamchi strukturasi darajasida shakllanadi.

Uning doirasida adsorbsion qism (markaz) va katalitik qism (markaz) farqlanadi. Bundan tashqari, fermentning faol markazidan tashqarida maxsus funksional qismlar mavjud; ularning har biri allosterik markaz deb ataladi.

Fermentlar nomenklaturasi

Fermentlar nomenklaturasi 1961 yil biokimyogarlarning V Xalqaro kongressida qabul qilingan.

1. **Sistematik nomenklatura.** Ferment nomi substrat kimyoviy nomi, kimyoviy reaksiyaning tipi (xalqaro klassifikatsiya bo'yicha) va "-aza" qo'shimchasidan iborat. Masalan: L-Laktat:NAD⁺ - oksidoreduktaza.

2. **Ishchi nomenklatura.** Fermentning nomi substrat kimyoviy nomiga yoki substratning kimyoviy o'zgarishi nomiga "-aza" qo'shimchasi qo'shib yasaladi. Masalan: lipos (yog'), yog'ni parchalovchi ferment "lipaza" deb ataladi. L-Laktat:NAD⁺ - oksidoreduktaza fermentining ishchi nomi Laktatdehidrogenaza.

3. **Tarixiy (trivial) nomlanish.** Substrat va kimyoviy o'zgarish haqidan ma'lumot bermaydi. masalan pepsin, trombin, tripsin, renin.

Fermentlar o'z sinfi ichida o'zi katalizlaydigan reaksiyalarga nisbatan o'ziga xosliklarga qarab podklass va podpodklass guruhlariga bo'linadi, shu asosda fermentlarga kodli raqam (shifr) va sistematik nom berilgan. Ferment shifri to'rtta ajratilgan raqamlardan iborat. Birinchi raqam ferment klassini belgilaydi, ikkinchi va uchinchi podklass va podpodklasslarni ifodalaydi. To'rtinchi raqam esa fermentning podpodklassdagi tartib raqamini ko'rsatadi. Masalan kislotalar fosfataza 3.1.3.2 shifrga ega, bu uni gidrolazalarga taalluqli ekanligini (3.1.3.2), shu fermentlarning murakkab efir bog'lariga ta'sir qiluvchi podklassiga (3.1.3.2), fermentlarning fosfor kislotasi monoefirlarini gidroliz qiluvchi podpodklassiga tegishli ekanligini (3.1.3.2), fermentning ushbu podpodklassdagi tartib raqami – 2 (3.1.3.2).

2.Fermentlarning sinflanishi.

Fermentlar klassifikatsiyasi (kimyoviy reaksiyalar tipi bo'yicha tuzilgan):

1. Oksidoreduktazalar: oksidlanish –qaytarilish jarayonlarini katalizlaydi (degidrogenazalar, oksidazalar, sitoxromlar).

Biologik oksidlanishning asosi. Sinf 22 ta kichik sinfdan iborat. Bu sinf kofermentlari NAD, NADF, FAD, FMN, ubixinon, glutation, lipoy kislota hisoblanadi.

Donorlarning CH-OH guruhiga, donorlarning CH-CH guruhiga, donorlarning CH-NH₂- guruhiga, tarkibida gem bo'lgan donorlarga ta'sir qiluvchi fermentlar kichik sinflarga misol bo'la oladi.

Oksidoreduktazalarning quyidagi ishchi nomlari eng keng tarqalgan:

1) **Degidrogenazalar** - kisloroddan boshqa har qanday molekulalardan vodorod akseptor sifatida foydalanib, substratning degidrogenlanishini katalizlovchi oksidoreduktazalar.

2) Agar vodorodning donor molekulasidan o'tishini isbotlash qiyin bo'lsa, bunday oksidoreduktazalar **reduktazalar** deb ataladi.

3) **Oksidazalar** - oksidoreduktazalar, ular substrat molekulasiga kislorod kiritmasdan, elektronlar akseptorlari sifatida molekulyar kislorod bilan oksidlanishni katalizlaydi.

4) **Monooksigenazalar** - kislorod donori sifatida molekulyar kislorod bilan substrat molekulasiga bitta kislorod atomining kirishini katalizlovchi oksidoreduktazalar.

5) **Dioksigenazalar** - kislorod donori sifatida molekulyar kislorod bilan substrat molekulasiga 2 ta kislorod atomining kirishini katalizlovchi oksidoreduktazalar.

6) **Peroksidazalar** - elektronlar akseptorlari sifatida vodorod peroksid bilan boradigan reaksiyalarni katalizlovchi oksidoreduktazalar.

Алкогольдегидрогеназа

Sistematik nomi	Alkohol: NAD-oksidoreduktaza
Ishchi nomi	Alkoholdegidrogenaza
sinf	1. Oksidoreduktazalar
1.1. Kichik sinf	1.1. Donorlarning CH-OH guruhiga ta'sir etuvchi
1.1.1-kichik sinf	1.1.1. akseptor sifatida NAD⁺ yoki NADF⁺
Tasniflash raqami	KF 1.1.1.1
Kofaktorlar	Nikotinamidadeninidinukleotid. Temir yoki rux

2. Transferazalar – kimyoviy guruxlarni ko‘chishini katalizlaydi, ularning nomi ko‘chirayotgan gurux nomidan olinadi (metiltransferazalar, sulfotransferazalar, aminotransferazalar, fosfotransferazalar, atsiltransferazalar).

Kofermentlar **piridoksalfosfat, koenzim A, tetragidrofolat kislota va metilkobalamindan** iborat. Bu sinf ko‘chiriladigan guruhlarining tuzilishiga qarab 9 ta kichik sinfga bo‘linadi. Kichik sinflarga misol tariqasida bir uglerodli fragmentlarni, aldegid yoki keto qoldiqlarni, atsil qoldiqlarni, azot saqlovchi guruhlarini, fosfor saqlovchi guruhlarini ko‘chiruvchi fermentlarni keltirish mumkin.

Sistematik nomi	ATF: D-geksoza-6-fosfotransferaza
Ishchi nomi	Geksokinazaa
sinf	2.transferazalar
1.1. Kichik sinf	2.7. Fosfor saqlovchi guruhlarini ko‘chiruvchi
1.1.1-kichik sinf	2.7.1 akseptor sifatida spirt guruhlarini bilan
Tasniflash raqami	KF 2.7.1.1
Kofaktorlar	Magniy

3. Hidrolazalar – gidroliz reaksiyalarini katalizlaydi, ya’ni substratni suv ishtirokida parchalaydi (peptidazalar, esterazalar, fosfatazalar, glikozidazalar).

Ko‘plab substratlarning murakkabligi sababli, ayrim fermentlarning **pepsin, tripsin** kabi an’anaviy nomlari saqlanib qolgan. Kofermentlar mavjud emas. Hidrolazalar me’da-ichak yo‘li fermentlari (pepsin, tripsin, lipaza, amilaza va boshqalar) hamda lizosomal fermentlar bilan keng ifodalanadi. Ular makromolekulalarni parchalab, oson so‘riladigan monomerlar hosil qiladi. Murakkab efirlarga, oddiy efirlarga, peptidlarga va uglerod-uglerod bog‘lariga ta’sir etuvchi ferment guruhlarini kichik sinflarga misol bo‘la oladi.

4. Liazarlar – C, O, N, S atomlari orasidagi kovalent bog‘lar uzilishi bilan boradigan reaksiyalarni suv ishtirokisiz katalizlaydi (dekarboksilazalar, aldolazlar, degidratazalar).

7 ta kichik sinf ajratiladi. Bu reaksiyalar qo‘shbog‘ hosil bo‘lishi yoki qo‘shbog‘ o‘rnida gruppalar birikishi bilan birga boradi. Liazarlar murakkab fermentlardir. Kofermentlar sifatida **piridoksalfosfat, tiamindifosfat, magniy, kobalt** ishtirok etadi.

Fermentlar hujum qilinayotgan bog‘ning tabiatiga qarab **kichik sinflarga** bo‘linadi. Bunga misol qilib uglerod-uglerod bog‘lariga, uglerod-kislorod bog‘lariga, uglerod-azot bog‘lariga ta’sir qiluvchi fermentlarni keltirish mumkin.

5. Izomerazalar – izomerizatsiya reaksiyalarini bir molekula doirasida katalizlovchi fermentlar (epimerazalar, ratsemazalar, izomerazalar).

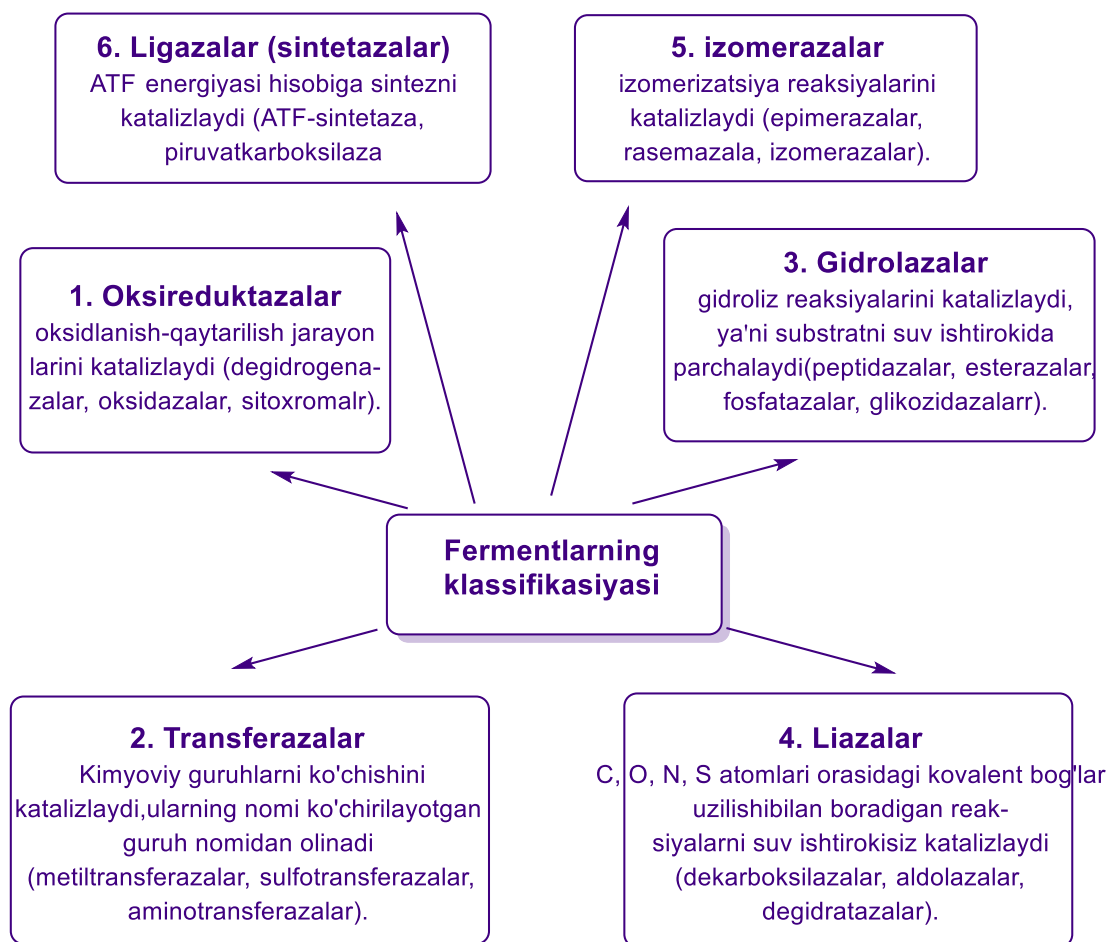
Izomerazalar murakkab fermentlardir. Ularning kofermentlariga **piridoksalfosfat**, **dezoksiadenozilkobalamin**, **glutation**, monosaxaridlar fosfatlari (glyukozo-1,6-difosfat) va boshqalar kiradi.

Reaksiya turiga qarab izomerazalarning kichik sinflari ajratiladi. Masalan, birinchi kichik sinfga **ratsemazalar** (L- va D-stereoizomerlarning qaytar aylanishi) va **epimerazalar** (birdan ortiq asimmetriya markaziga ega bo'lgan izomerlarning, masalan, α -D-glyukozaning β -D-glyukozaga aylanishi), mutazalar (molekula ichidagi kimyoviy guruhlarining ko'chishi, masalan, fosfoglyukomataza glyukozo-1-fosfatni glyukozo-6-fosfatga aylantiradi) kiradi.

6. Ligazalar (sintetazalar) – ATF energiyasi xisobiga sintezni katalizlaydi (ATF-sintaza, piruvatkarboksilaza).

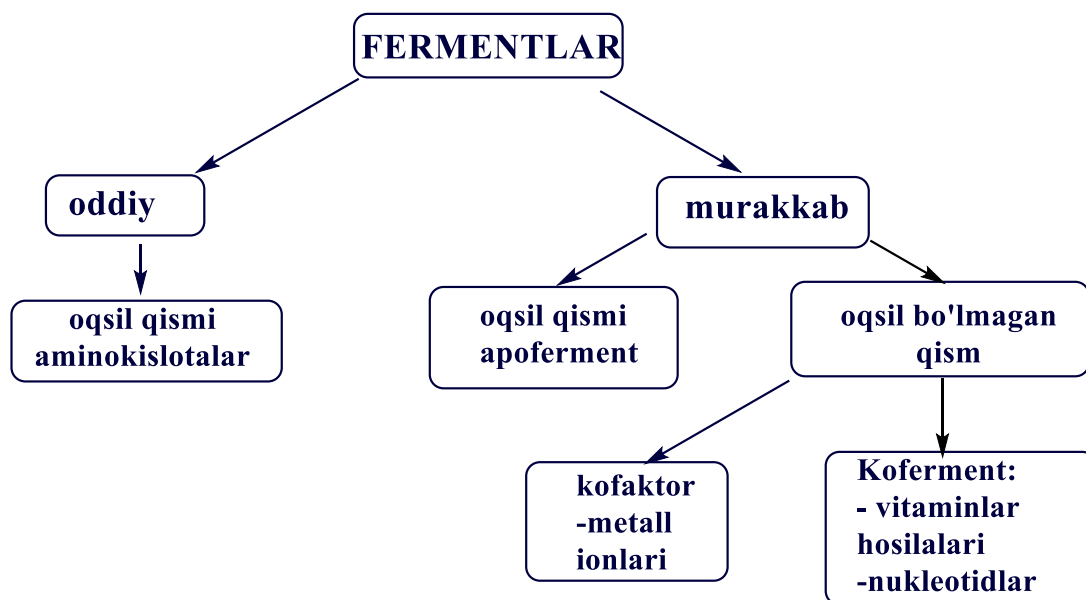
Ligazalar murakkab fermentlardir. Ularda **nukleotidlar** (UTF), **biotinlar** (N vitamini), foliy kofermentlari bo'ladi. 6 ta kichik sinf ajratiladi.

Hosil bo'ladigan bog' turiga ko'ra fermentlar guruhlarini kichik sinflarga misol bo'ladi: uglerod-kislorod (C-O), uglerod-oltingugurt (C-S), uglerod-azot (C-N), uglerod-uglerod (C-C).



Fermentlar hujayralardagi tuzilmalarda (organellalarda) ularning funksiyasiga muvofiq joylashadi. Masalan yadroda nuklein kislotalarni hosil qiluvchi fermentlar mavjud. Mitoxondriyaning ichki membranasida nafas olish "zanjiri"ning fermentlari; lizosomalarda

gidrolazalar, sitoplazmada yog‘ kislotalari sintezida ishtirok etuvchi glikoliz fermentlari joylashgan.



Fermentlar turli– 10000 dan 1000000 gacha va undan yuqori molekular og‘irlikka ega. Ular bir yoki bir necha polipeptid zanjiridan tashkil topgan bo‘lishi mumkin.

Fermentlar tarkibiga ko‘ra oqsillarga o‘xshab oddiy va murakkab bo‘ladi. Oddiy fermentlar (bir komponentli) faqat oqsildan (aminokislotalar) iborat. Murakkab ferment oqsil va oqsil bo‘lmagan qismdan iborat.

Murakkab fermentlar xolofermentlar deb ham nomlanadi. Oqsil qismi apoferment, oqsil bo‘lmagan qism koferment (V1, V2, V5, V6, V12, N, Q va shu kabi vitaminlar) va kofaktorlar (Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Zn ionlari) deb ataladi. Kofermentlarning kimyoviy tabiati o‘tgan asrning 30-yillarida aniqlagan.

Murakkab fermentlar xolofermentlar deb ham nomlanadi. Oqsil qismi apoferment, oqsil bo‘lmagan qism koferment (V1, V2, V5, V6, V12, N, Q va shu kabi vitaminlar) va kofaktorlar (Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Zn ionlari) deb ataladi. Kofermentlarning kimyoviy tabiati o‘tgan asrning 30-yillarida aniqlagan.

Ion	Mazkur ionlar mavjud bo‘lgan fermentlar
Cu	Sitoxrom -s- oksidaza
Fe	Katalaza, sitoxromlar (gem), nitrogenaza, gidrogenaza
Mg	Glyukozo-6-fosfataza, geksokinaza, DNK-polimeraza
Mn	Arginaza
Mo	Nitratreduktaza, nitrogenaza
Ni	Ureaza
Zn	Alkoholdehidrogenaza, DNK-polimeraza

Murakkab fermentlarning o'ziga xosligi shundan iboratki, alohida apoferment va koferment katalitik faollik namoyon qilmaydi. Fermentlar yuqori samarali katalizatorlar hisoblanadi, ular reaksiya tezligini million va milliard marotaba oshirishi mumkin. Masalan, ureaza ($rN\ 8,0$, $20^{\circ}Cda$) mochevina gidrolizini 1014 marta tezlashtiradi.

Fermentlar yuqori spetsifik katalizatorlar hisoblanadi. Ular o'zi katalizlayotgan kimyoviy reaksiya tipiga nisbatan spetsifiklik (o'ziga xoslik) namoyon qiladi, qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'lmaydi. Bundan tashqari ular substratga nisbatan, odatda yuqori stereospifiklik namoyon etadi. Murakkab fermentlarning o'ziga xosligi shundan iboratki, alohida apoferment va koferment katalitik faollik namoyon qilmaydi. Fermentlar yuqori samarali katalizatorlar hisoblanadi, ular reaksiya tezligini million va milliard marotaba oshirishi mumkin. Masalan, ureaza ($rN\ 8,0$, $20^{\circ}Cda$) mochevina gidrolizini 1014 marta tezlashtiradi.

Fermentlar yuqori spetsifik katalizatorlar hisoblanadi. Ular o'zi katalizlayotgan kimyoviy reaksiya tipiga nisbatan spetsifiklik (o'ziga xoslik) namoyon qiladi, qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'lmaydi. Bundan tashqari ular substratga nisbatan, odatda yuqori stereospifiklik namoyon etadi.

.3.Ferment manbaalari. Ferment preparatlarni ajratib olish

Ferment preparatlari olishning sanoat manbalari sifatida hayvon va o'simlik to'qimalari, shuningdek mikroorganizmlar xizmat qilishi mumkin.

Hayvon kelib chiqishli fermentlar. Hayvonlardan olingan fermentlar kristall holatda ajratib olingan dastlabki fermentlardan biri bo'lib, aynan ular faol markaz tuzilishini va katalitik faollik mexanizmini tushuntirish uchun asosiy obyekt bo'ldi. Ularni sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida ko'p miqdorda turli xil fermentlar, jumladan ximotripsin, kollagenaza, elastin, tripsin, amilaza, lipaza saqlovchi oshqozon osti bezi, shuningdek, cho'chqalarning oshqozon va ingichka ichak shilliq qavatlarini xizmat qilishi mumkin, ulardan pepsin va lipaza ajratib olinadi.

O'simlik kelib chiqishli fermentlar. Fermentlar olish uchun o'simlik manbalari sifatida boshqoqli ekinlarning undirilgan doni - solod ishlatilishi mumkin, u shuningdek bevosita tozalanmagan ferment preparati sifatida, asosan amilolitik ta'sir ko'rsatish uchun qo'llanilishi mumkin.

Non pishirishda undirilgan soyani fermentlar manbai sifatida qo'llash bo'yicha tadqiqotlar o'tkazilgan. Uning tarkibidagi lipoksigenaza yuqori navli bug'doy unidan tayyorlangan xamir xususiyatlariga va non sifatiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Tropik va subtropik mamlakatlarda fermentlar, xususan proteolitik guruh fermentlarini olish uchun qovun daraxti lateksi, anjir barglari va novdalari kabi fikusi o'simliklari lateksi hamda ananas yashil massasining shirasi ishlatiladi.

Mikrob kelib chiqishli fermentlar. Fermentlarning eng istiqbolli manbai mikroorganizmlardir. Ferment preparatlari produtsenti sifatida turli taksonomik guruhlariga

mansub bakteriyalar, zamburug'lar kulturalari ishlatiladi. Ular orasida organik moddalar aylanishida ishtirok etuvchi deyarli barcha fermentlarning produtsentini topish mumkin. Sanoatda tabiiy obyektlardan ajratib olingan mikroorganizmlarning tabiiy shtammlaridan ham, mutagenlar yordamida sun'iy seleksiya usulida olingan shtammlardan ham foydalanish yo'lga qo'yilgan.

Ferment preparatlarini olish uchun mikroorganizmlardan foydalanishning afzalligi o'sish siklining nisbatan qisqaligi (16-100 soat), ozuqa muhiti tarkibiga talabchan emasligi, bir ferment sintezidan boshqasiga osonlik bilan o'ta olish qobiliyati, shuningdek ferment sintezi belgisi bo'yicha genetik barqarorligidir.

Ta'kidlash joizki, sanoatda qo'llaniladigan ferment preparatlarining aksariyati kompleks bo'lib, asosiy fermentdan tashqari ko'p miqdorda yo'ldosh fermentlar va oqsillarni o'z ichiga oladi. Shu sababli fermentlar texnologiyasida preparatlar ko'pincha asosiy komponent bo'yicha tasniflanadi.

Neytral va ishqoriy proteolitik fermentlarning bakterial produtsenti sifatida sanoatda *Bacillus* avlodi bakteriyalarining turli shtammlari, xususan *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus brevis*, *Bacillus cereus* va *Bacillus licheniformis* eng ko'p qo'llaniladi.

Proteolitik fermentlarning produtsenti sifatida nafaqat neytral va ishqoriy, balki kislotali proteazalarni ham sintez qila oladigan *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Streptomyces*, *Pseudomonas* va *Mucor* avlodiga mansub mikroskopik zamburug'lar keng ma'lum. *Aspergillus* va *Penicillium* turkumining turli vakillarida proteazalar eng to'liq o'rganilgan. Masalan, *Penicillium wortmanii* proteazalarining molekulyar massasi aniqlangan va ularning 20-40 °C harorat oralig'ida hamda pH 6,0 dan 9,0 gacha bo'lgan sohadagi ta'sirining maqbul sharoitlari belgilangan.

Aktinomitset kulturalaridan olingan proteazalar, xususan *Actinomyces thermovulgaris*, *Actinomyces fradiae*, *Streptomyces griseus* katta qiziqish uyg'otadi. Ko'rsatilgan shtammlar turli substrat spetsifikligiga ega bo'lgan va pH ning keng diapazonlarida ta'sir qiluvchi proteazalarning boy komplekslarini sintezlaydi.

Adabiyotlarda aktinomitsetlarning keratinaza, elastaza, kollagenaza produtsenti sifatida ishlatilishi ta'riflangan.

Biroq, tadqiqotchilar tomonidan aktinomitsetlar fermentlaridan oziq-ovqat sanoatida foydalanish imkonini bermaydigan jiddiy kamchilik qayd etilgan. Uning mohiyati shundaki, bu mikroorganizmlar proteazalar bilan bir qatorda antibiotiklarni ham faol sintez qiladi.

Amilolitik (ovqat hazm qilish) fermentlar manbai bakterial va zamburug' kulturalari hisoblanadi. Amilazalarning eng faol produtsenti *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori*, *Rhizopus delemar* va *Rhizopus niveus* kabi *Aspergillus* va *Rhizopus* turkumiga mansub zamburug'lar hisoblanadi.

Pektolitik fermentlar (pektin moddalarini parchalovchi fermentlar) sanoatda *Clostridium* va *Bacillus* avlodiga mansub bakteriyalar, masalan, *Bacillus macerans*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus felseneus*, *Clostridium multifementas*, *Clostridium felsineum* hamda *Aspergillus*, *Fusarium* va *Penicillium* avlodiga mansub mikroskopik

zamburug‘lar: *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus foetidus*, *Fusarium moliniforme*, *Penicillium digitatus*, *Penicillium expansum*, *Penicillium italicum* yordamida olinadi.

Sellyulozani parchalovchi fermentlarning mikroblı produtsentlari *Clostridium* avlodiga mansub anaerob bakteriyalar, shuningdek, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Cellulomonas*, *Geotrichum* avlodiga mansub *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus oryzae*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma lignorum*, *Fusarium culmotum*, *Fusarium lini*, *Fusarium solani*, *Geotrichum candidum* kabi mikroskopik zamburug‘lar hisoblanadi.

Adabiyotlarda ksilanaza fermentini ham sintezlay oladigan *Trichoderma viride* mikroskopik zamburug‘idan sellyulaza ishlab chiqarish uchun foydalanilgani haqida ma’lumotlar uchraydi. M.V. Gernet *Trichoderma longibranchiatum* shtammidan sellyulazalarni chuqur va yuzaki usulda olish jarayonini o‘rgangan.

Turli manbalardan fermentlar olishning eng istiqbolli usuli fermentlar tuzilishini o‘zgartirmaydigan makroporali tashuvchılarda - sorbentlarda sorbsiyalash hisoblanadi.

Hozirgi kunda jahon sanoatida hayvon, o‘simlik va mikrob manbalaridan foydalangan holda 250 ga yaqin turdagi ferment preparatlari ishlab chiqarilmoqda.

Ferment preparatlarini ajratib olish usullari

Mikroorganizmlarning ferment preparatlarini mitseliy, bakterial massa va kultural suyuqlikdan olish mumkin. Ko‘pgina fermentlar hujayralar avtolizi natijasida mitseliydan kultural suyuqlikka o‘tadi.

Fermentlarni olish maxsus ehtiyotkorlikni talab qiladi, chunki ular osonlik bilan denaturatsiyalanadi va faolligini yo‘qotadi. Shuning uchun ishni past haroratda olib borish, metall sirtlar bilan aloqadan qochish va hokazo tavsiya etiladi.

Agar fermentlarni mitseliydan ajratib olish zarur bo‘lsa, hujayralar oldindan parchalanishi kerak. Hujayralar turli yo‘llar bilan yemiriladi. Eng qadimgi laboratoriya usullaridan biri hovonchada kvarts qumi bilan quyuq mitseliy suspenziyasini maydalashdir. Mitseliy suspenziyasi odatda fiziologik tuz eritmasida tayyorlanadi. Bu usulda ajratib olishda oqsil va fermentlarning katta qismi eritmaga o‘tadi.

Maxsus gomogenizatorlar ham mavjud. Ularda mikrob hujayralari katta tezlik bilan aylanuvchi maxsus shakldagi pichoqlar ta’sirida parchalanadi. Ba’zi mikroorganizmlar ultratovush ta’sirida yemiriladi.

Ba'zi mikroorganizmlarning hujayra devori lizotsim fermenti ta'sirida parchalanishi mumkin. Lizotsim hujayra devorlarini lizisga uchratib, parda protoplazmasini ozod qiladi.

Fermentlarni preparativ ajratib olish ko'p jihatdan oqsillarni ajratib olishga o'xshaydi. Fizik-kimyoviy xossalari bir-biriga yaqin bo'lgan oqsillar, jumladan, ferment oqsillari suv, tuzli eritmalar yoki past konsentratsiyali ishqorlar eritmaları bilan mitseliydan ajratib olinishi mumkin. Suv bilan suyultirilgan bunday ekstraktlardan, avtolizatlardan yoki nativ eritmadan (mitseliydan tozalangan kultural suyuqlik) mineral tuzlarning tuzlovchi ta'siridan foydalanib, fermentlarni fraksiyalarga ajratib cho'ktirish mumkin. Bunday tuzlarga ammoniy, natriy va magniy sulfatlari, kaliy va natriy xlorid tuzlari, ba'zi fosfatlar va nitratlar kiradi. Fraksiyalash eritmadagi tuzlovchi agentlar konsentratsiyasini asta-sekin oshirib borish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bunda eritmani cho'ktirgich bilan turlicha to'yintirishda cho'kmaga tushadigan oqsil moddalarni ajratib olish mumkin. Tuzlovchi moddalarni chiqarib tashlash vodoprovod suviga qarshi dializ yo'li bilan amalga oshiriladi. Elektrodializ usulini qo'llash mumkin. Bunda ferment preparati eritmasi ammoniy sulfat bilan ikkita yarim o'tkazuvchan membrana bilan uch qismga bo'lingan idishga solinadi. O'rta qismga ferment preparati va tuzlovchi moddani o'z ichiga olgan eritma joylashtiriladi, yon qismlarga elektrodlar joylashtiriladi. Mineral ionlar tegishli elektrodlanga ko'chadi, ferment esa o'rta kamerada qoladi.

Mineral tuzlar bilan tuzlashdan tashqari, organik moddalar - etanol, atseton, dioksan turli konsentratsiyalarda (50-75%) qo'llanilishi mumkin. Ularning turli konsentratsiyalaridan foydalanib, eritmadan kerakli oqsil fraksiyasini tanlab olish mumkin. Organik erituvchilar bilan quritilgan materialdan fermentlarni ajratib olish mumkin. Masalan, D. Samner soya unidan atseton bilan ekstraksiya qilish yo'li bilan birinchi marta ureazaning kristall fermentini olgan.

Ekstraksiya yoki tuzlash usullari bilan olingan ferment preparatlari, odatda, ko'p miqdorda begona aralashmalarni o'z ichiga oladi va shuning uchun ularning faollik darajasi nisbatan past bo'ladi. Ferment preparatlarini keyingi tozalash sorbsion usullar bilan amalga oshiriladi, ulardan so'nggi yillarda ion almashinuvi eng katta ahamiyatga ega bo'lmoqda.

Proteolitik fermentlar (peptid bog'ini gidrolizlovchi fermentlar). Zamburug'lar va aktinomitsetlar azotli oziqlanish manbai sifatida soya uni, kunjara, makkajo'xori ekstrakti va boshqalardagi oqsil birikmalaridan foydalana oladi. Murakkab oqsil moddalarining oddiy azotli tarkibiy qismlarga aylanishi proteolitik fermentlar yordamida ro'y beradi. Proteolitik fermentlar peptid bog'ni gidrolitik yo'l bilan parchalaydi. Ular oqsillarga yoki ularning parchalanish mahsulotlariga ta'sir ko'rsatadi. Proteolitik faollik mikroorganizm o'stiriladigan muhit tarkibiga bog'liq. Streptomitsin (Act. streptomycini) ishlab chiqaruvchisini o'stirishda azot manbai sifatida aminokislotalar, peptidlar va oqsillar

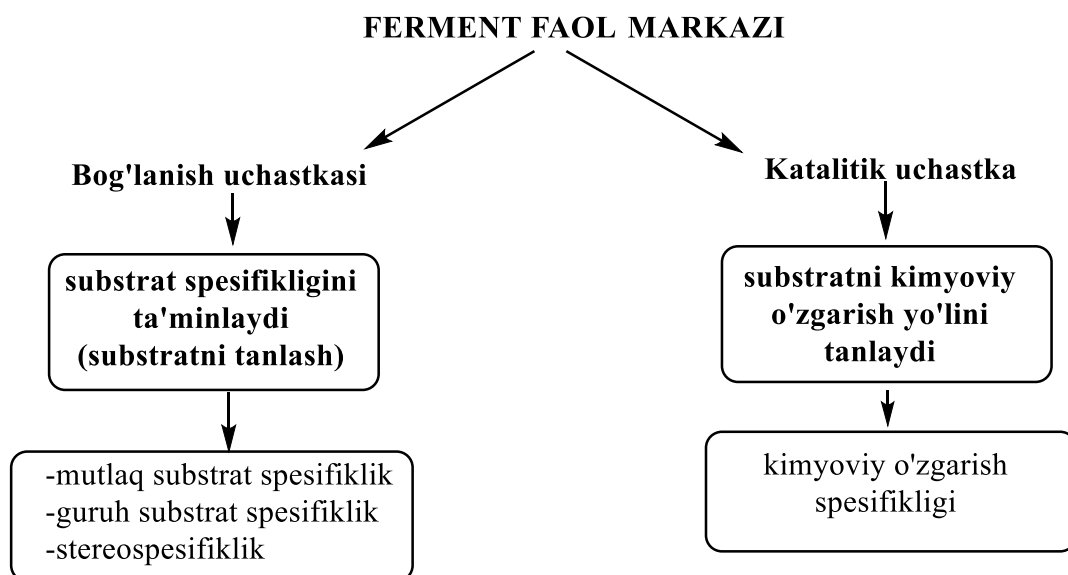
qo'llanilganda, aminokislotali muhitda eng yuqori, oqsilli muhitda esa eng past proteolitik faollik kuzatilgan.

Glyukozooksidaza. Glyukozooksidaza zamburug'larda keng tarqalgan fermentlardan biri hisoblanadi; u ba'zi aktinomitsetlarda ham aniqlangan. Ferment glyukozaning glyukon kislotaga oksidlanish reaksiyasini katalizlaydi, bunda molekulyar kislorod vodorod peroksidigacha qaytariladi

Vodorod peroksid, o'z navbatida, katalaza ta'sirida parchalanadi. Glyukozooksidaza laboratoriya amaliyotida juda katta ahamiyatga ega. Uning yuqori spetsifikligiga ko'ra uglevodlar aralashmasidagi glyukozani miqdoriy aniqlash imkoni mavjud. U antibiotik sanoatidagi tahlillarda, masalan, ozuqa muhitida ikkita uglevod: glyukoza va laktoza mavjud bo'lgan penitsillin olishda qo'llanilishi mumkin.

Mikroorganizmlarning amilolitik fermentlari. Mikroorganizmlarda glyukozid bog'larini gidrolizlovchi amilazalar keng tarqalgan. Zamburug'larning amilazalari bakteriyalarning amilazalaridan farq qiladi. Bakteriyalar amilazalari yuqori haroratlarda sezilarli faollikni namoyon etadi. Zamburug'larning amilazalari 70-75° haroratda faolligini butunlay yo'qotadi. Non yopish uchun Asp. niger kulturasidan olingan ferment preparati ishlatiladi. Fermentatsiya jarayonida α -amilaza kulturali suyuqlikda to'planadi.

4.Fermentlarning faol markazlari.



Fermentativ reaksiyaga kirishuvchi moddalar substrat deb ataladi. Fermentativ o'zgarishlar natijasida reaksiya mahsuloti hosil bo'ladi.

Fermentlar faolligini aniqlash prinsiplari:

- Substratni kamayib borish tezligi bo'yicha;
- reaksiya mahsulotlarini yig'ilib borishi bo'yicha.

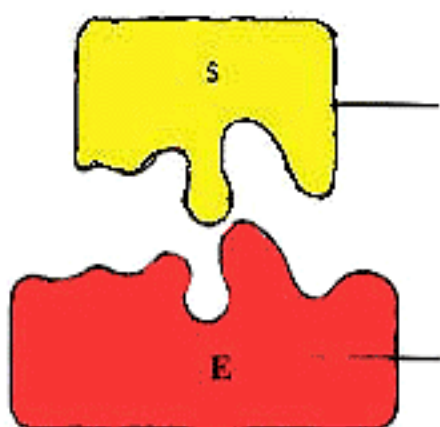
Fermentlar faolligi birliklari.

1. Ferment faolligi birligi (ing. – U-unit) uchun 1 mkmol S (substrat)ni optimal sharoitlarda 1 minut davomida katalizlaydigan ferment miqdori qabul qilinadi (1U=1 mkmol/min.)

2. SI sistemasida ferment faolligi katalda ifodalanadi: - 1 katal – optimal sharoitlarda 1 mol substratni 1 sek davomida katalizlaydigan ferment miqdori.

3. Fermentning solishtirma faolligi biologik obyektidagi 1 mg oqsilga to‘g‘ri keluvchi fermentativ faollik birligi miqdoriga aytiladi (U/mg oqsil).

Tibbiy enzymologiyada ferment faolligi 1 l biologik suyuqlikka (qon zardobi, siydik) to‘g‘ri keladigan faolliklarda ifodalanadi.

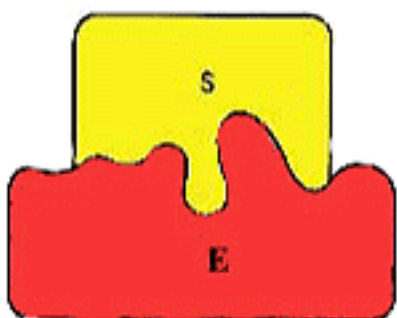


substrat
molekulasi

1.Fermentning faollashuvi

ferment
molekulasi

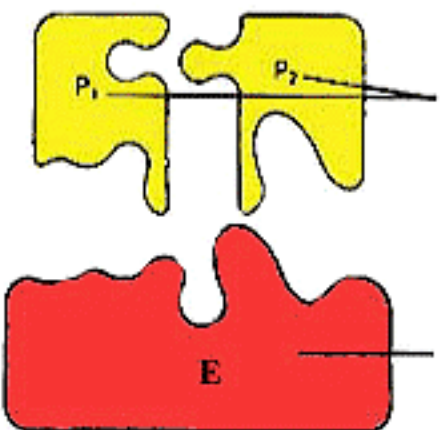
2.Fermentni o‘z substratini tanishi



ferment-substrat
kompleksi

3.Substrat va ferment kontakt

**uchastkalari aminokislotlari orasida
kuchsiz vodorod bog‘lari hisobiga faol
bo‘lmagan ferment-substrat kompleksi
ning hosil bo‘lishi**



reaksiya
mahsulotlari

4.Katalitik uchastka hisobiga faol

**ferment-substrat kompleksining hosil
bo‘lishi**

ferment
molekulasi
(o'zgarmagan)

**5.Reaksiya mahsulotlarining hosil
bo‘lishi**

Fermentlarning biokatalizator sifatida faolliklari:

1. Spetsifik ta'siri (tanlab ta'sir etishi). Quyidagi ko'rinishlari mavjud:

a) Mutlaq (absolyut) spetsifiklik – ferment faqat bitta substratni o'zgarishini katalizlaydi (bir ferment – bir substrat). Masalan – ureaza, saxaraza, laktaza va boshqalar.

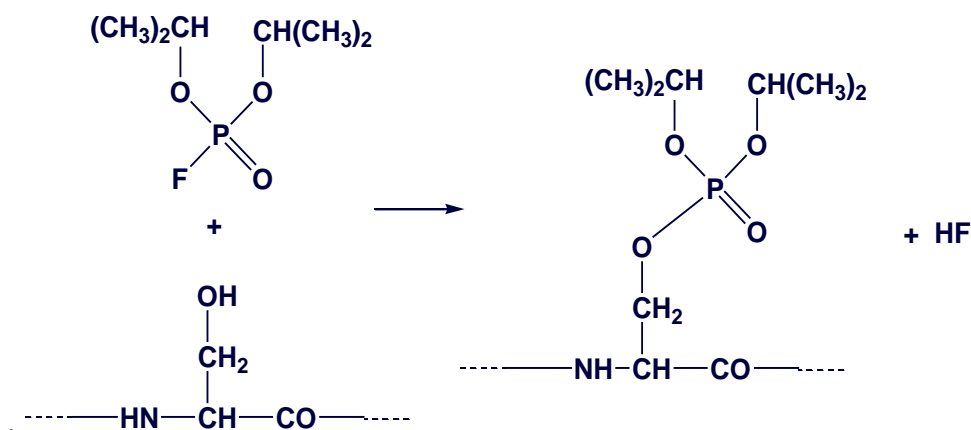
b) Stereotuzilish – ferment ma'lum stereoizomer o'zgarishini katalizlaydi (laktatdegidrogenaza faqat L-laktat o'zgarishini katalizlaydi)

v) nisbiy spetsifiklik – ferment bir xil tipdagi kimyoviy bog'larga ega birikmalar o'zgarishini katalizlaydi (bir ferment – bir bog'). Masalan: peptidazalar, esterazalar, glikozidazalar.

5. Fermentlarni ingibirlash.

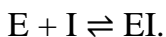
Ferment ingibitorlari. Ko'plab fermentlarning faoliyati ma'lum kimyoviy birikmalar - ingibitorlar tomonidan to'xtatilishi mumkin. Ingibitorlar yordamida fermentlarning o'ziga xosligi, ularning faol markazlari funksional guruhlarining tabiati va ta'sir mexanizmi haqida qimmatli ma'lumotlar olinadi. Ta'sir xususiyatiga ko'ra ingibitorlar qaytmas va qaytarligilarga bo'linadi. Qaytmas ingibitorlar fermentning faollik uchun muhim funksional guruhlarini kimyoviy o'zgartiradi. Tabiiy ravishda, erkin ingibitor dializ yo'li bilan olib tashlangandan so'ng, o'zgartirilgan ferment faolligi tiklanmaydi. Qaytmas ingibitorning ta'sir samaradorligi ingibirlash jarayoni tezligi konstantasi bilan tavsiflanadi. Ba'zi hollarda o'zgartirilgan ferment faolligini tegishli kimyoviy reaksiya orqali birikib qolgan qaytmas ingibitorni olib tashlash bilan tiklash mumkin; bu jarayon reaktivatsiya deb ataladi.

Qaytmas ingibitorlarga diizopropilftorfosfat (DFF) va yodatsetamid misol bo'ladi. DFF bir qator gidrolazalarni (ximotripsin, tripsin, atsetilxolinesteraza) faolsizlantiradi, bu fermentlar faolligi uchun muhim bo'lgan serin qoldig'ini o'zgartiradi. Yodatsetamid esa funksional jihatdan muhim guruhi sistein qoldig'i bo'lgan fermentlarni (glitseraldegidfosfatdegidrogenaza, papain) inaktivlaydi



Qaytuvchi ingibitorlar ferment bilan kovalent bog' hosil qilmasdan o'zaro ta'sir ko'rsatadi. Qaytuvchi ingibitor bilan inkubatsiyadan keyin, erkin ingibitor dializ orqali

chiqarib yuborilganda, fermentning faolligi tiklanadi. Tegishli tizim uchun xos bo'lgan ingibitorlanish darajasiga odatda nisbatan tez erishiladi va keyinchalik vaqtga bog'liq bo'lmaydi. Bu esa I ingibitorning E fermenti bilan kompleks hosil qilishida muvozanat mavjudligini ko'rsatadi:



Qaytuvchi ingibitorlanishda ingibitorlanish konstantasi K_i ferment-ingibitor kompleksining dissotsiatsiya konstantasi hisoblanadi.

$$K_i = \frac{[E][I]}{[EI]}$$

U ingibitorning fermentga bo'lgan moyilligiga teskari kattalikdir.

Ikki turdagi qaytar ingibitorlar farqlanadi - raqobatli va raqobatsiz. Raqobat qiluvchi ingibitorlar tuzilishiga ko'ra substratga o'xshaydi; ular ferment bilan bog'lanish uchun u bilan raqobatlashadi.

Raqobatli ingibirlashning o'ziga xos xususiyati shundaki, ingibirlash samaradorligi substrat va ingibitor konsentratsiyasining nisbatiga bog'liq (ingibitorning absolyut konsentratsiyasiga emas).

Raqobatdosh bo'lmagan (qaytar) ingibitorlar, odatda, substratga o'xshamaydi. Ular erkin ferment bilan ham, ES-kompleks bilan ham teskari bog'lanishi mumkin va substrat bilan raqobatlashmaydi, ya'ni uni ferment bilan kompleksdan siqib chiqarmaydi. Raqobatbardosh bo'lmagan ingibirlash samaradorligi ingibitor konsentratsiyasi bilan aniqlanadi va ingibitor va substrat konsentratsiyalari nisbatiga bog'liq emas.

6.Fermentativ kinetikaning prinsiplari.

Fermentativ reaksiya kinetikasi – fermentativ reaksiya tezligi haqidagi fan bo'lib, u turli omillarga bog'liq. Fermentativ reaksiya tezligi vaqt va hajm birligida ma'lum sharoitda reaksiyaga kirishgan substrat yoki hosil bo'lgan mahsulot miqdori bilan aniqlanadi.

$$V = \Delta c/t$$

Bu yerda V – fermentativ reaksiya tezligi, Δs – substrat yoki reaksiya mahsulota konsentratsiyasi o'zgarishi, t - vaqt.

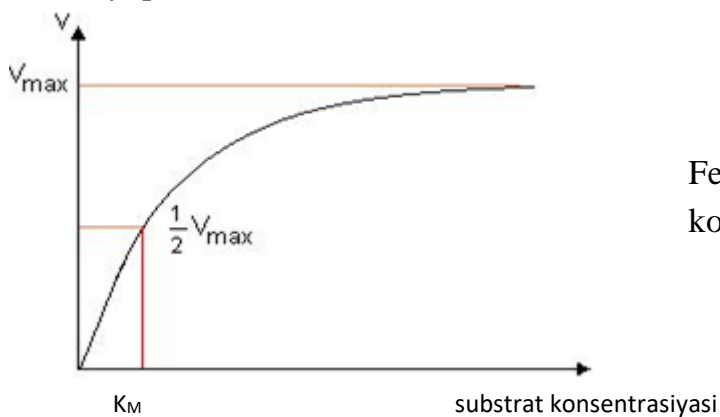
Fermentativ reaksiya jarayonida ferment (YE) substrat (S) bilan o'zaro ta'sirlashib ferment-substrat kompleksini (ES) hosil qiladi, so'ngra u ferment va reaksiya mahsulotiga parchalanadi:



Fermentativ reaksiya tezligi ko'plab omillarga bog'liq: ferment va substrat konsentratsiyasi, temperatura, muhit rN, ferment faolligini ko'paytiruvchi yoki kamaytiruvchi turli regulyator moddalar borligi.

Substrat va ferment konsentratsiyasining fermentativ reaksiya tezligiga bog'liqligi

Substratning kichik konsentratsiyalarida reaksiya tezligi uning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional, so'ngra konsentratsiya ortishi bilan reaksiya tezligi sekinlik bilan o'sadi va oxirid, substratning yuqori konsentratsiyalarida reaksiya tezligi substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmay qoladi va u o'zining maksimal qiymatiga (V_{\max}) ega bo'ladi. Substratning ushbu konsentratsiyalarida fermentning barcha molekullari ferment-substrak kompleksi tarkibida bo'ladi va fermentning faol markazlari to'liq to'yingan bo'ladi, shuning uchun mazkur xolatda reaksiya tezligi substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmay qoladi.



Fermentativ reaksiya tezligining substrat konsentratsiyaga bog'liqlik grafigi

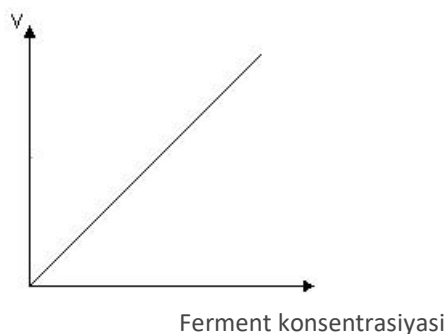
Ferment faolligini substraksiya konsentratsiyasiga bog'liqligi Mixaelis-Menten tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_M + [S]}$$

V – fermentativ reaksiya tezligi, $[S]$ – substrat konsentratsiyasi, K_M – Mixaelis konstantasi.

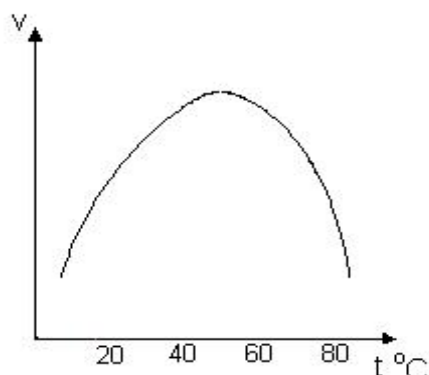
Mixaelis konstantasi (K_M)ning fizikaviy ma'nosini ko'rib chiqamiz. Agar $V = \frac{1}{2} V_{\max}$ bo'lsa, $K_M = [S]$ bo'ladi, ya'ni Mixaelis konstantasi reaksiya tezligi maksimal tezlikning teng yarmi bo'lgandagi substrat konsentratsiyasi qiymatiga teng bo'ladi.

Fermentativ reaksiya tezligi ferment konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, u to'g'ri chiziqli xarakterga ega.



Fermentativ reaksiya tezligining ferment konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigi

2. Fermentativ reaksiya tezligining temperaturaga bog‘liqligi. Fermentativ reaksiyalar, xuddi boshqa kimyoviy reaksiyalar kabi, Van-Goff qoidasiga muvofiq temperatura oshganda tezlashadi (har 10°S ga 2-4 marta). Biroq fermentativ reaksiya o‘zining **temperatura optimumiga** ega, temperaturaning undan oshishi ular molekulasini denaturatsiyasi hisobiga ferment faolligi kamayishiga olib keladi. Aksariyat fermentativ reaksiyalar uchun temperatura optimumi $38-40^{\circ}\text{S}$ ga teng, $50-60^{\circ}\text{S}$ va undan yuqorida fermentativ reaksiyalar tezligi ferment molekulasini parchalanishi hisobiga keskin kamayadi (istisno tariqasida – miokinaza fermenti 100°S da xam inaktivatsiya bo‘lmaydi).



Fermentativ reaksiyaning temperaturaga bog‘liqlik grafigi

Fermentlar faolligining temperaturaga bog‘liqligi **termolabillik** deb ataladi. Fermentlar past temperaturalarda yaxshi saqlanadi – ularning faolligi kamayadi, ammo denaturatsiya sodir bo‘lmaydi. Mazkur xossasidan tibbiyotda ferment preparatlarini ishlab chiqarishda foydalaniladi. Ba’zi jarrohlik operatsiyalarda moddalar almashinuvi tezligini kamaytirish zarur, shuning uchun organlar harorati pasaytiriladi (masalan, buyrak, yurak va boshqa organlarni ko‘chirishda).

3. Fermentativ faollikning muhit pH ga bog‘liqligi. Har bir ferment o‘zining pH optimumiga – faolligi eng yuqori bo‘lgan pH qiymatiga ega. Ferment, har qanday oqsil kabi, o‘zining strukturasi ionogen guruhlar (masalan yon zanjirlarda karboksil yoki amino guruhlar) tutadi, vodorod ionlari konsentratsiyasi ularning dissotsiatsiyasi hamda musbat va manfiy zaryadlangan guruhlar o‘zaro nisbatiga bog‘liq bo‘ladi.

	Ferment	optimal pH qiymati
	Pepsin	1,5
	Fosfataza	5,8
	Ureaza	6,7
	Tripsin	7,7
	Katalaza	7,6
	Arginaza	9,7

Fermentativ faollikning muhitning pH qiymatiga bog‘liqligi

7.Fermentlarning qo'llanilishi

Dunyoda 65 ming tonna hajmdagi 20 ga yaqin ferment ishlab chiqariladi (taxminlarga ko'ra, 25000 ta ferment mavjud). Masalan, amilaza, glyukoamilaza, proteaza, invertaza, pektinaza, katalaza, streptokinaza, sellyulaza kabi fermentlar sanoat usulida ishlab chiqariladi.

Amilaza va proteazalar to'qimachilik, nonvoychilik va ko'ncilik sanoatlarida ishlatiladi. Pektolitik fermentlar o'simlik xom ashyosini qayta ishlashda, masalan, zig'ir tolasini olishda to'qimalarni matseratsiyalash (yumshatish) uchun ishlatilishi mumkin. Ishqoriy proteazalar, ayniqsa, immobillangan proteazalar yuvish vositalari tarkibida juda samarali qo'llaniladi. Yuvish vositalari tarkibiga proteolitik fermentlardan tashqari kraxmaldan hosil bo'lgan iflosliklarni yo'qotish uchun lipaza, sellyulaza, oksidaza va amilaza kiritiladi. Immobillangan glyukoizomeraza yordamida uzluksiz ravishda glyukoza olish dunyodagi eng yirik jarayondir.

Mikrob fermentlari klinik diagnostikada qondagi xolesterin va siydik kislotasi miqdorini aniqlashda faol qo'llaniladi. Fermentlardan kanalizatsiya va vodoprovod quvurlarini tozalashda va h.k. maqsadlarda foydalanish taklif etiladi. Tibbiy yoki analitik maqsadlar uchun fermentlar yuqori darajada tozalangan bo'lishi kerak

XULOSALAR.

1.Ferment so'zi fanga XVII asrda kimyogar Van Gelmont tomonidan ovqat hazm bo'lish mexanizmini muhokama qilish uchun kiritilgan.. 1814 yili rus kimyogari K.S.Kirxgof undirilgan arpaning maydalangan sharbati (solod) ta'sirida kraxmal qandga aylanishini kashf etdi. U amilaza fermentini kashf etib, biologik katalizatorlar – fermentlarni o'rganishga asos soldi

2.Tuzilishiga ko'ra fermentlar 2 ga bo'linadi: oddiy fermentlar va murakkab fermentlar, tarkibida substrat, allosterik va katalitik markazlar mavjud bo'ladi

3. Fermentlar tarkibiga ko'ra oqsillarga o'xshab oddiy va murakkab bo'ladi. Oddiy fermentlar (bir komponentli) faqat oqsildan (aminokislotalar) iborat. Murakkab ferment oqsil va oqsil bo'lmagan qismdan iborat.

4.Oddiy fermentning katalitik markazi polipeptid zanjirining turli uchastkalarida joylashgan bir necha aminokislotalarning o'zaro yaqinlashishi hisobiga paydo bo'ladigan qismidir. Ko'pincha oddiy ferment katalitik markazi tarkibiga serin, sistein, tirozin, gistidin, arginin xamda, asparagin va glutamin kislotalar qoldiqlari kiradi.

5.Murakkab fermentlar xolofermentlar deb ham nomlanadi. Oqsil qismi apoferment, oqsil bo'lmagan qism koferment (V1, V2, V5, V6, V12, N, Q va shu kabi vitaminlar) va kofaktorlar (Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Zn ionlari) deb ataladi.

6. Murakkab fermentlarning o'ziga xosligi shundan iboratki, alohida apoferment va koferment katalitik faollik namoyon qilmaydi. Fermentlar yuqori samarali katalizatorlar hisoblanadi, ular reaksiya tezligini million va milliard marotaba oshirishi mumkin. Masalan, ureaza ($rN\ 8,0$, $20^{\circ}Cda$) mochevina gidrolizini 1014 marta tezlashtiradi.

7. Fermentlar yuqori spetsifik katalizatorlar hisoblanadi. Ular o'zi katalizlayotgan kimyoviy reaksiya tipiga nisbatan spetsifiklik (o'ziga xoslik) namoyon qiladi, qo'shimcha reaksiyalar sodir bo'lmaydi. Bundan tashqari ular substratga nisbatan, odatda yuqori stereospetsifiklik namoyon etadi.

8. Fermentativ reaksiya tezligi ferment konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, u to'g'ri chiziqli xarakterga ega.

9. Fermentativ reaksiya o'zining optimal temperaturasi qiymatiga ega, temperaturaning undan oshishi ferment molekulasida denaturatsiyasi hisobiga ferment faolligi kamayishiga olib keladi. fermentativ reaksiyalar tezligi ferment molekulasida parchalanishi hisobiga keskin kamayadi (istisno tariqasida – miokinaza fermenti $100^{\circ}S$ da xam inaktivatsiya bo'lmaydi).

10. Har bir ferment– faolligi eng yuqori bo'lgan optimal pH qiymatga ega. Ferment, har qanday oqsil kabi, o'zining strukturasi ionogen guruhlar (masalan yon zanjirlarda karboksil yoki amino guruhlar) tutadi, vodorod ionlari konsentratsiyasi ularning dissotsiatsiyasi hamda musbat va manfiy zaryadlangan guruhlar o'zaro nisbatiga bog'liq bo'ladi.

11. Fermentlar nomenklaturasi 1961 yil biokimyogarlarning V Xalqaro kongressida qabul qilingan. 1. **Sistematik nomenklatura.** Ferment nomi substrat kimyoviy nomi, kimyoviy reaksiyaning tipi (xalqaro klassifikatsiya bo'yicha) va “-aza” qo'shimchasidan iborat. Masalan: L-Laktat:NAD⁺ - oksidoreduktaza. 2. **Ishchi nomenklatura.** Fermentning nomi substrat kimyoviy nomiga yoki substratning kimyoviy o'zgarishi nomiga “-aza” qo'shimchasi qo'shib yasaladi. Masalan: lipos (yog'), yog'ni parchalovchi ferment “lipaza” deb ataladi. L-Laktat:NAD⁺ - oksidoreduktaza fermentining ishchi nomi Laktatdegidrogenaza. 3. **Tarixiy (trivial) nomlanish.** Substrat va kimyoviy o'zgarish haqidagi ma'lumot bermaydi. masalan pepsin, trombin, tripsin, renin.

12. Dunyoda yiliga 65 ming tonna hajmdagi 20 ga yaqin ferment ishlab chiqariladi (taxminlarga ko'ra, 25000 ta ferment mavjud). Masalan, amilaza, glyukoamilaza, proteaza, invertaza, pektinaza, katalaza, streptokinaza, sellyulaza kabi fermentlar sanoat usulida ishlab chiqariladi va ulardan halq xo'jaligi, oziq ovqat sanoati va boshqa sohalarda keng ko'llaniladi.

Nazorat uchun savollar

1. Fermentlarning kimyoviy tabiati va tuzilishini tavsiflang.
2. Fermentning faol markazining tuzilishi qanday? Allosterik markaz nima?
3. Izofermentlarga misollar keltiring; ko'p molekulali ferment tizimlariga misollar keltiring.
4. Fermentlar qaysi belgi asosida tasniflanadi?
5. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmini tushuntiring.
6. Fisher va Koshland nazariyalari o'rtasidagi farq nimada?
7. pH va harorat o'zgarishi fermentativ reaksiyalarning tezligiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
8. Fermentlar ta'sirining o'ziga xosligi deganda nima tushuniladi?
9. Fermentlar faolligini boshqarish qanday amalga oshiriladi?
10. Fermentlarni ingibirlashning qanday turlarini bilasiz?
11. Amalda fermentlar faolligini qanday aniqlash mumkin?
12. Tibbiyotda fermentlardan foydalanishga misollar keltiring.

Asosiy adabiyotlar

1. Племенков В.В. Введение в химию природных соединений. Казань 2001. 376 стр.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. Москва. 2004. 528 стр.
3. Alberts B., Bray D., Hopkin K., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. Essential Cell Biology (Fourth Edition) 2014. 863
4. Lehninger A.L. Principles of Biochemistry, 2005. 1120 p.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. O'zR PQ-2909. Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora tadbirlari to'g'risida. Toshkent shahri 2017 il. 20 aprel.
2. Тирков А.Г. Биоорганическая химия: Курс лекций. Астрахань: Изд-во «Астраханский университет», 2009. 236 стр.
3. Семенов А.А. Очерк химии природных соединений. – Новосибирск: Наука. 2000. 534 стр.
4. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М. Просвещение. 1987.
5. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия. Москва. 2020. 297-с.
6. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты. Часть 2. Алкалоиды: Учебно-методическое пособие / Й.Р. Абдрахимова. – Казань: Каз. гос. ун-т, 2009. – 40 с.
7. Орехов А.П. Химия алкалоидов, – М.: Академия наук СССР, 1955. – 868 с.
8. Соколов В.С. Алкалоидоносные растения, – М.: Академия наук СССР, 1958. – 388 с.

9. Ускарин М.В. Алкалоиды – от убийства до исцеления// Химия и жизнь XXI век. – 2004. – №9. – С. 29-34
10. Химия растительных алкалоидов, под редакцией акад. В.М. Родионова и докт. хим. наук Н.С. Вульфсона / Т. Генри – М.: Госхимиздат, 1956. – 904 с.
11. Юнусов С.Ю. Алкалоиды, – Ташкент: Академия наук Узбекской ССР, 1968. – 199 с.
12. Грандберг И.И. Органическая химия, – М.: Дрофа, 2001. – 672 с.
13. Машковский М.Д. Лекарственные средства, – М.: Новая волна, 2005. – 121 с.
14. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия, – М.: МЕДпресс, 2007. – 624 с.

Internet saytlari

1. <https://studfile.net/preview/5016670/page:65/>
2. https://www.orgma.ru/sveden/education/Metod_Farmakognoziya_Farmaciya-008.pdf
3. <https://www.academy.uz/ru/journals/zurnal-himia-prirodnih-soedinenij>
4. <https://www.chem.msu.ru/rus/chair/hps/>
5. <http://www.piboc.dvo.ru/structure/biosintez/lab3.php>
6. <https://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
7. https://chemi.komisc.ru/ru/page/menu.conf.CTPS_XII/

O'z-o'zini nazorat qilish: Test nazorati

“Fermentlar” muvzusi bo'yicha

TEST SAVOLLARI

Savol:	Javoblar vfriantlari			
	A	B	C	D
1	Tirik organizmda fermentlar qanday vazifani bajaradi?			
javob	katalitik	strukturaviy	transportni	himoya
2	fermentlar kimyoviy tabiatiga ko'ra:			
javob	Lipidlari	oqsil	uglevodlari	nuklein kislotalari
3	oddiy fermentlar nimadan iborat?			
javob	aminokislotalar va koenzimlardan	koenzimlardan (yoki kofaktorlardan)	faqat aminokislotalar	aminokislotalar va vitaminlar
4	har qanday fermentga nima kiradi?			
javob	faol markaz	allosterik markaz	koenzim	kofaktor
5	oddiy fermentlarda faol markaz qanday hosil bo'ladi?			
javob	Koferment	kofaktor tomonidan	Oddiy guruh	aminokislota qoldiqlari
6	murakkab fermentning oqsil qismi qanday nomlanadi?			
javob	apoferment	kofaktor	koenzim	xoloferment
7	ko'pgina fermentlarga xos bo'lgan substratning o'ziga xosligi qanday?			
javob	o'ziga xoslik yo'q	nisbiy (guruh)	mutlaq	stereospesifiklik

8	ferment va substratning qat'iy geometrik muvofiqligi nazariyasini taklif qilgan muallifni tanlang:			
javob	Koshland	Michaelis	Menten	Fisher
9	ferment va substratning induktsiyalangan muvofiqligi nazariyasini taklif qilgan muallifni tanlang:			
javob	Koshland	Michaelis	Menten	Fisher
10	fermentlarning nomi sistematik nomenklatura bo'yicha qайдan boshlanadi?			
javob	kichik sinf nomidan	Mahsulot nomida	nomi sinf nomidan	Substrat nomidan
11	oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini amalga oshiradigan fermentlar sinfining nomini tanlang?			
javob	oksidoreduktaza	transferazalar	oksidaza	izomerazalar
12	substratlarning molekula ichidagi qayta tuzilishini amalga oshiradigan fermentlar sinfining nomini tanlang:			
javob	transferazalar	ligazlar	oksidoreduktazalar	izomerazalar
13	Qaysi markaz tartibga soluvchi fermentning katalitik faolligini tartibga solishni ta'minlaydi?			
javob	katalitik	allosterik	substrat	faol markaz
14	Murakkab fermentlar qanday nomlanishi mumkin			
javob	kofaktorlar	apofermentlar	xofermentlar	koferment
15	Fermentativ reaksiya tezligigaharoratning ta'siri qanday.			
javob	t°C-oshsa V oshdi	t°C-oshsa V kamayadi	t°C-ning optimal qiymatiga ega	t°C-ning ta'siri yo'q
16	Pepsin fermenti uchun optimal pH qiymati qnday muhitga ega			
javob	Kuchsiz kislotali	kuchli kislotali	ishqoriy	Kuchli ishqoriy
17	оптимальные условия 1 мол субстрата 1 сек давомида катализлайдиган фермент микдори.			
javob	U-unit	katal	U/mg.oqsil	litr
18	Arginaza fermentining kofermenti qaysi element ioni hisoblanadi.			
javob	Fe-temir	Mo-Molibden	Cu-mis	Mn-marganes
19	Fermentlarning molekulyar massalari qaysi oraliqda o'zgarishi mumkin			
javob	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁷	10 ⁶ -10 ⁸
20	Agarda murakkab fermentning oqsil bo'lmagan qismi organik birima bo'lsa ular nima deyiladi			
javob	apoferment	xoferment	koferment	kofaktor

Test savollari kaliti: 1-A; 2-B; 3-C; 4-A; 5-D; 6-A; 7-C; 8-D; 9-A; 10-D; 11-A; 12-D; 13-B; 14-C; 15-C; 16-B; 17-B; 18-D; 19-B; 20-C.