



**A biomérnöki alapképzési szak
nappali munkarendű
magyar képzési nyelvű
képzésének
KÉPZÉSI PROGRAMJA**

**Elfogadta a Szenátus SZ–X/8.2/2025/2026. (2026. VI. 29.)
számú határozatával**

Hatályos 2026. év szeptember hónap 1. napjától

**Érvényes a tanulmányaikat 2026/2027. tanév őszi félévétől
megkezdő hallgatókra**

1. A képzés alapvető adatai.....	4
1.1. A szak és a szakképzettség.....	4
1.2. A képzés profilja	4
1.3. Duális, kooperatív képzés	4
1.4. Képzési idő és kreditérték	4
1.5. A képzés munkarendje, képzésszervezés	5
1.6. A képzés nyelve	5
1.7. A képzés felelősei	5
1.8. A felvétel feltételei.....	5
2. A képzés tartalma, sajátosságai és követelményei	5
2.1. A képzés célja, minőségbiztosítási rendszere.....	5
2.2. Általános kompetenciák	7
2.3. Szakmai kompetenciák.....	8
2.3.1. Képzési és kimeneti követelmények.....	8
2.3.2. A képzés sajátos kompetenciái	10
2.4. A képzés alapvető szerkezeti elemei	11
2.4.1. A szakmai gyakorlat.....	11
2.4.2. Szakdolgozat, diplomamunka.....	11
2.4.3. Szabadon választható tantárgyak	11
2.4.4. Ismeretkörök	11
2.4.5. Specializációk.....	15
2.5. Értékelési és ellenőrzési módszerek	16
2.5.1. Tanulmányi teljesítményértékelési módszerek.....	16
2.5.2. Szaknyelvi kompetenciák.....	19
2.5.3. Szakmai gyakorlat	19
2.5.4. Kritériumkövetelmények	20
2.5.5. Szakdolgozat-készítés.....	21
2.5.6. Záróvizsga	24
2.6. Munkaerőpiaci kapcsolódások.....	31
2.7. Specializálódás a képzés során.....	38
2.7.1. A specializációk közötti választás részletes szabályai	38

2.7.2. Alkalmazott biotechnológia specializáció.....	38
2.7.3. Egészségvédelmi specializáció	44
2.7.4. Élelmiszerminősítő specializáció	48
2.7.5. Környezetvédelmi specializáció.....	54
2.8. A mesterképzési szak sajátosságai.....	60
3. Kompetenciamérések.....	60
3.1. Bemeneti kompetenciamérés	61
3.2. Közbenső kompetenciamérés(ek)	61
3.3. Kimeneti kompetenciamérés	62
4. Mobilitási ablak	62
4.1. A mobilitási ablak féléve vagy félélvei	62
4.2. A mobilitási ablakban teljesített tantárgyak elismerése.....	62
4.3. A mobilitási ablakra vonatkozó különös rendelkezések	65
4.4. A mobilitási ablakban végzett szakmai gyakorlat különös szabályai	68
4.5. A mobilitási ablakban történő záródolgozat-készítés különös szabályai	68
5. Mikrotanúsítványokkal összefüggő rendelkezések, modulok.....	69
6. A képzés mintatanterve.....	70
6.1. A képzés mintatanterve.....	70
6.2. Tantárgyi megfeleltetés a korábbi mintatantervvel.....	70
6.2.1. A korábbi mintatanterv tantárgyainak megfeleltetése.....	70

1. A képzés alapvető adatai

1.1. A szak és a szakképzettség

A szak megnevezése

magyarul: biomérnöki alapképzési szak

angolul: Biochemical Engineering

A szakképzettség megnevezése

magyarul: biomérnök

angolul: Biochemical Engineer

Végzettségi szint

magyarul: alapfokozat

angolul: Bachelor of Science (BSc)

1.2. A képzés profilja

Képzési szint: alapképzés

A képzés

Európai Képesítési Keretrendszer (EKKR) szerinti besorolása: 6

Magyar Képesítési Keretrendszer (MKKR) szerinti besorolása: 6

ISCED 2011 szerinti besorolása: 6

ISCED-F 2013 szerinti besorolása: 0711

képzési terület szerinti besorolása: műszaki

orientációja: kiegyensúlyozott (40-60%)

FIRgráf¹ elérhetősége: <https://firgraf.oh.gov.hu/felsooktatasi-kepzesek/kepzes/BSZKBIM/>

1.3. Duális, kooperatív képzés

Ezen képzés esetében nem releváns, illetve nem alkalmazható.

1.4. Képzési idő és kreditérték

Képzési idő: 7 félév

Megszerzendő kreditek száma: 210 kredit

¹ Az Oktatási Hivatal központi képzésnyilvántartási felületén (<https://firgraf.oh.gov.hu/felsooktatasi-kepzesek/>) az adott képzés adatlapja (pl. vegyészmérnöki alapképzés esetén <https://firgraf.oh.gov.hu/felsooktatasi-kepzesek/kepzes/BSZKVEM/>)

1.5. A képzés munkarendje, képzésszervezés

A képzés munkarendje: nappali

A képzés megszervezésének részletes leírása: nappali képzés. A tanórák 100%-a jelenléti formában biztosított, speciális esetekben bizonyos tantárgyak elérhetők on-line formában is. Az órarend alapvetően nem blokkosított. Az órarend hétfőtől-péntekig, a BME mindenkori szabályzatainak megfelelő órasávon belül kerül kialakításra.

1.6. A képzés nyelve

A képzés nyelve: magyar

A magyar nyelven folyó képzés sajátosságai: a képzés magyar nyelvű, szabadon választható tantárgyak keretében az angol nyelven is futó vegyészmérnöki alapképzés tantárgyai teljesíthetők. Nyelvi kreditekkel kapcsolatos információkat ld. a 2.5.2 fejezetben.

A nem magyar nyelven folyó képzés sajátosságai: nem releváns

1.7. A képzés felelősei

A képzésért felelős kar: Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar

Szakfelelős: Dr. Tardy Gábor Márk, egyetemi docens, BME ABÉT

1.8. A felvétel feltételei

Jogszabályban, Felvételi szabályzatban és a felsőoktatási felvételi tájékoztatóban meghatározott feltételek a következők szerint:

Alapképzésre történő felvétel feltétele az érettségi vizsga sikeres teljesítését igazoló bizonyítvány, felsőoktatási szakképzésben szerzett oklevél vagy felsőfokú végzettséget igazoló oklevél vagy ezekkel egyenértékű külföldön szerzett oklevéllel rendelkezik, továbbá megfelel a jogszabályban és a BME Felvételi Szabályzatában foglalt rendelkezéseknek. A Kar alkalmassági és felvételi vizsgát nem tart.

A szak egészének képzési és kimeneti követelményeit meghatározó miniszteri közlemény elérhetősége:

<https://kormany.hu/application/documents/faabddf2-d8b2-4247-857d-7779c206819f/download>

2. A képzés tartalma, sajátosságai és követelményei

2.1. A képzés célja, minőségbiztosítási rendszere

A képzés célja:

A képzés célja biomérnökök képzése, akik alkalmasak a széles körűen értelmezett biotechnológiai rendszerek, és az azokat működtető személyzet irányítására, analitikai vizsgálatok, gyártásközi és végső minőségellenőrzés végzésére, valamint legalább egy idegen nyelven a műszaki dokumentáció megértésére. A képzés lezárultával a

biomérnök részt vehet technológiai rendszerek fejlesztésében, tervezésében, új eljárások, termékek kifejlesztésében, részfeladatokat láthat el kutatásokban, a munkaerőpiac igényeinek megfelelően. Felkészültek tanulmányaik mesterképzésben történő folytatására.

A képzés négy specializációt kínál:

Alkalmazott biotechnológia specializáció

A specializáció a mikrobiológiai folyamatok ipari méretű felhasználásával és alkalmazásával ismerteti meg. Ez leginkább különböző anyagok (pl. finom-kémikáliák, gyógyszerhatóanyagok, élelmiszeralkotók, fehérjék, enzimek, mezőgazdasági ágensek) ipari előállítását jelenti mikrobák segítségével. A biológiai technológiák működéséhez szükséges elméleti ismeretek és a gyakorlati ismeretek (pl. biofinomító- és bioipari technológiák, in-vitro sejttechnológiák) egyaránt fontos részei a specializációnak.

Egészségvédelmi specializáció

A specializáció az orvosi munkával kapcsolatos, több kémiai és biológiai ismeretet igénylő tevékenységekre készít fel, a szakirányi tárgyak jelentős része (pl. anatómia, élettan, klinikai kémia) is ezt tükrözi. A képzésben fontos szerepet vállal a Semmelweis Egyetem. A specializáción végzett mérnökök például klinikai laborokban, gyógyszeripari kutatásban, egészségügyi intézetekben helyezkedhetnek el.

Élelmiszerminősítő specializáció

A specializáció képzése az élelmiszerminőség, minősítés, és élelmiszerbiztonság ismeretanyagát helyezi a fókuszba. Kiemelten foglalkozik az élelmiszeranalitika és mikrobiológia alapismereteinek tárgyalásával, mintavételezéssel és mintaelőkészítéssel, a laboratóriumi minőségirányítással, a digitális rendszerek alkalmazhatóságával. Ezen túlmenően a képzés fontos eleme az élelmiszerkémiai és táplálkozástani, az élelmiszertechnológiai és élelmiszer biztonsággal kapcsolatos tudás és jártasság megszerzése. Nagy hangsúlyt fektetünk a laboratóriumi gyakorlatok fenntartására, analitikai, mikrobiológiai és technológiai laboratóriumi gyakorlatok is szerepelnek a képzésünkben.

Környezetvédelmi specializáció

A specializáció ismeretei a környezetvédelem számos területére kiterjednek: szennyvíz- és hulladékkezelés, a környezetet szennyező anyagok vizsgálata, elemzése, hatásaik felmérése, szennyezett területek állapotának felmérése és helyreállítása stb. A környezeti elemekről (talaj, víz, levegő) a képzés alapvető ismereteket nyújt. Hangsúlyosak a laboratóriumi gyakorlatok és a gyakorlati alkalmazások.

A képzés minőségbiztosítási elemei az ESG szerint

Az ESG 1.1 [Minőségbiztosítási politika] standardnak való megfelelés:

A képzési célok illeszkednek az intézmény minőségbiztosítási politikájához, és hozzájárulnak a képzési kínálat folyamatos fejlesztéséhez, stratégiai prioritások mentén.

Az ESG 1.2 [Képzési programok tervezése és jóváhagyása] standardnak való megfelelés:

A képzést a releváns szakmai és társadalmi igényeket figyelembe vevő, egyeztetésen alapuló folyamatban tervezték, amelyben oktatók, munkaerőpiaci szereplők és hallgatói képviselők is részt vettek. A célok világosan megfogalmazott tanulási eredményeken keresztül kerültek meghatározásra. A tanterv kidolgozása széles körű oktatói és hallgatói részvétellel történt és a tantervet a Szakbizottság, a Kari Tanács és a Szenátus jóváhagyta.

Az ESG 1.3 [Hallgatóközpontú tanulás, oktatás és értékelés] standardnak való megfelelés:

A képzési célok és a képzés szervezése támogatják az aktív tanulást és a hallgatók autonómiáját, a szakmai felelősségvállalást és a kompetenciaalapú fejlődést. A tanterv a specializációkat is beleértve nagy arányban tartalmaz választható tárgyakat és tárgyakon belüli témaválasztási lehetőségeket, valamint a nagy hangsúlyt fektet a projektalapú oktatásra.

Az ESG 1.4 [Hallgatói előmenetel, elismerés és oklevélkiadás] standardnak való megfelelés:

A célrendszer és a tantervi struktúra biztosítja az átlátható előmeneteli szabályokat, a korábban megszerzett tudás elismerését, valamint a következetes és igazságos oklevélkiadást.

Az ESG 1.9 [Programok folyamatos nyomon követése és időszakos felülvizsgálata] standardnak való megfelelés:

A képzés céljait és a szakterületi orientációt rendszeres felülvizsgálatnak vetik alá a hallgatói visszajelzések, végzett hallgatók nyomon követése és munkaadói konzultációk alapján.

Az ESG 1.10 [Ciklikus külső minőségbiztosítás] standardnak való megfelelés:

A képzési célok meghatározása és időszakos felülvizsgálata beépül az intézményes akkreditációs és külső minőségbiztosítási eljárások rendszerébe.

2.2. Általános kompetenciák

Az Nftv. 11. § (2) bekezdés, 114/P. § (2) bekezdés b) pont és a KKK által meghatározott általános kompetenciák megszerzését biztosító tantárgyak:

Általános kompetencia	Tantárgyak [tantárgykód, tantárgynév]
digitális kompetenciák (digitális kompetenciák és szakmaspecifikus digitális készségek, a médiatudatosság, a biztonságos internethasználat, valamint digitális technológia hatékony alkalmazása tanulási célok elérését szolgáló digitális megoldások ismerete)	BMEVEFABSBALAD-01 Alkalmazott adatelemzés BMEVESABSBHADA-01 Haladó adatelemzés biomérnököknek

Általános kompetencia	Tantárgyak [tantárgykód, tantárgynév]
mesterséges intelligencia (MI alapú eszközök és eljárások, valamint ezek ismerete és alkalmazása a képzéshez kapcsolódóan)	BMEVIHIBSBAIBA-01 AI eszközök biomérnöki alkalmazásokhoz
a tudásalapú gazdasághoz kapcsolódó pénzügyi- és vállalkozói ismeretek fejlesztése	BMEGT20BX4U002-00 Innovatív üzleti modellek
egészségfejlesztési ismeretek, testnevelés [Nftv. 11. § (2) A felsőoktatási intézménynek az alaptevékenységéhez igazodóan biztosítania kell testi és lelki egészségfejlesztést is beleértve a rendszeres testmozgás és sporttevékenység megszervezését (...)]	BMEGT70BSE-01 Testnevelés 1 BMEGT70BSE-02 Testnevelés 2
fenntartható fejlődési alapismeretek (az SDG ² megvalósítását szolgáló ismeretek és képességek)	BMEVEBESBFeko-01 Fenntarthatóság és környezetvédelem
környezet-, baleset-, munka- és fogyasztóvédelmi ismeretek	BMEVESZBSVBTT-01 Vegyipari és bioipari biztonságtechnika BMEVEBESBFeko-01 Fenntarthatóság és környezetvédelem
korruptiómegelőzési alapismeretek	BMEGT20BX4U002-00 Innovatív üzleti modellek
az Ipar 4.0 alapú működés és technológiai tudás, a kibernetikai rendszerek, önszervező mechanizmusok, valamint a digitalizáció és automatizáció munkaerőpiacra strukturális változásokat indukáló következményeinek ismerete (csak a műszaki, az informatika képzési terület alap- és mesterképzési szakjain, a gazdaságtudományok képzési terület üzleti szakjain, és a természettudomány képzési terület szakjain)	BMEVEKFBSBFIR1-01 Folyamatirányítás biomérnököknek BMEVESABSBHADA-01 Haladó adatelemzés biomérnököknek

2.3. Szakmai kompetenciák

2.3.1. Képzési és kimeneti követelmények

A képzést elvégző hallgató kompetenciái (a KKK szerint):

Tudás

1. Ismeri a biológiai rendszerek felépítését, működését és ezek szabályozási lehetőségeit.
2. Ismeri a kémiai, biokémiai és mikrobiológiai folyamatok alapvető törvényszerűségeit és az ezekre épülő vizsgálati módszereket.
3. Ismeri a modern molekuláris biológiai elveket, technikákat és azok összefüggéseit.
4. Ismeri az általános és bioipari művelettan elveit, összefüggéseit, eljárásait.
5. Ismeri a széles körűen értelmezett biotechnológiai műveleteket, berendezéseit és ezek irányítását.
6. Ismeri a biológiai, biotechnológiai ipar fő termékeit, a gyártási technológiákat és a tervezési alapelveket.

² Lásd részletesen: <https://sdgs.un.org/goals>

7. Ismeri a szakterületéhez kapcsolódó munka- és tűzvédelmi, biztonságtechnikai területek alapvető elvárásait, követelményeit, a környezetvédelem és a biológiai biztonság, vonatkozó előírásait.
8. Ismeri a szakterülethez szervesen kapcsolódó minőségbiztosítási, információtechnológiai, jogi, közgazdasági és menedzsment szakterületek alapjait, azok határait és követelményeit.
9. Ismeri a biomérnöki szakterület tanulási, ismeretszerzési, adatgyűjtési módszereit, azok etikai korlátait és problémamegoldó technikáit.
10. Ismeri a környezetvédelem és környezetvédelmi technológiák alapelveit, összefüggéseit és a környezetvédelmi szabályozás főbb elveit.

Képesség

1. Képes biológiai, biotechnológiai és mikrobiológiai rendszerek biztonságos, környezettudatos működtetésére, a szakterülettel kapcsolatos szolgáltatások, kereskedelmi feladatok ellátására.
2. Képes biotechnológiai jellegű laboratóriumi, félüzemi, üzemi feladatok elvégzésére, új vizsgálati módszerek, metodikák elsajátítására, munkavédelmi feladatok megoldására.
3. A laboratóriumi gyakorlati tevékenységhez megfelelő manualitással rendelkezik.
4. Alkalmazni tudja a szakterülethez kapcsolódó számítási, biometria és modellezési módszereket, képes számítástechnikai ismeretek, adatbázisok alkalmazására.
5. Képes a szakmai adatbázisok és szakirodalom felhasználására és feldolgozására.
6. Képes önállóan végrehajtani laboratóriumi vagy technológiai részfolyamatokat. Képes felismerni a felmerülő problémákat és döntéseket hozni megoldásukra.
7. Képes irányítani és ellenőrizni a széles körűen értelmezett biotechnológiai gyártási folyamatokat, a minőségbiztosítás és minőségsszabályozás elemeit szem előtt tartva.
8. Képes részfeladatok ellátására a technológiai rendszerek fejlesztésében, tervezésében, új eljárások, termékek kifejlesztésében, biológiai és rokon tudományok kutatásában.
9. Képes bonyolultabb feladatok elvégzésére, ismeretek gyakorlati alkalmazására a választott specializációnak megfelelő szakterületen.
10. Képes biotechnológiai, bioipari munkavédelmi feladatok megoldására.
11. Képes legalább egy idegen nyelven a műszaki dokumentáció megértésére.
12. Képes együttműködni és megfelelően kommunikálni más szakterület szakembereivel (más irányultságú mérnök, jogász, informatikus, menedzser stb.)

13. Képes korábban nem ismert új folyamatok, termékek, rendszerek megismerésére, megértésére. Képes irányítani biológiai, biokémiai, mikrobiológiai alapú biotechnológiai rendszerek biztonságos, környezettudatos működtetését, fejlesztését.

Attitűd

1. Törekszik arra, hogy önképzése és továbbképzése a biomérnöki szakterületen folyamatos és szakmai céljaival megegyező legyen.
2. Nyitott a biotechnológiai, bioipari területeken zajló szakmai, technológiai fejlesztés és innováció megismerésére, elfogadására, hiteles közvetítésére.
3. Érdeklődik a bioipari, biotechnológiai szakterülettel összefüggő új ismeretek, módszerek és eszközök iránt.
4. Betartja a biotechnológiai területre speciálisan fontos munkavégzés biológiai biztonsággal kapcsolatos szabályait, valamint munkajogi szabályait.
5. Törekszik arra, hogy feladatainak megoldása, vezetési döntései az irányított munkatársak véleményének megismerésével, lehetőleg együttműködésben történjen meg.
6. Gyakorlati tevékenységek elvégzéséhez megfelelő kitartással és monotóniátűrővel rendelkezik.
7. Igényli és munkatársaitól elvárja a minőségi munkát.
8. Érzékeny a mikro- és makrokörnyezet szempontjaira.

Autonómia és felelősség

1. Döntéseikért és beosztottjaikért felelősséget vállal, felelősséggel irányít és önirányít.
2. Jellemzője a kezdeményezés, személyes felelősségvállalás és döntéshozatal.
3. Képes a személyes motiváció és a csoportmunka összeegyeztetésére.
4. Autonóm módon képes a biotechnológiai területen átfogó szakmai kérdések értelmezésére.
5. Törekszik a jogkövető magatartásra és az etikai, bioetikai szabályok betartására.
6. Igényli és támogatja az eredményesség és biztonságosság folyamatos ellenőrzését.

2.3.2. A képzés sajátos kompetenciái

Az alábbiakban megadott program-specifikus kompetenciák a biomérnöki alapképzésnek az Egyetemen történő megvalósítására jellemző sajátosságokat tükrözik. Ezek a kompetenciák túlmutatnak a képzési és kimeneti követelményekben (KKK) meghatározott alapkövetelményeken, a BME VBK tradicionálisan kutatás-fejlesztés orientált gondolkodásmódjának megfelelő képzési környezet eredményei.

A kompetenciák célja, hogy a képzés végzettjei ne csupán megfeleljenek az általános végzettségi szintek követelményeinek, hanem olyan speciális tudással, készségekkel és hozzáállással, problémamegoldásra való hajlandósággal is rendelkezzenek, amelyek révén kiemelkedő szereplőivé válhatnak a biotechnológiai iparnak és kutatás-fejlesztésének, esetleges további tanulmányokat követően.

Kompeten- ciaterület	Képzésspecifikus kompetencia
Tudás	1. Magasszintű elméleti és gyakorlati biokémiai, biotechnológiai és molekuláris biológiai ismeretekkel rendelkezik, különös tekintettel a fermentációs biotechnológiákra, a molekuláris genetikára, valamint az alkalmazott biokémiai szakterületre.
	2. A faktoriális kísérlettervezés és adatértékelés elméleti háttérrel tisztában van.
	3. A vegyi anyagok egészségre, környezetre gyakorolt hatásának megértéséhez elegendő elméleti háttérismeret birtokában van, valamint a járatos a biobiztonság alapvető kérdéseiben.
Képesség	1. Képes átlátni összetett biotechnológiai rendszerek működését, és képes elméleti ismereteinek felhasználásával komplex feladatok megoldásában aktívan részt venni.
	2. Rutinszerűen alkalmaz számítógépes adatelemzési módszereket, beleértve az ezzel kapcsolatos alapvető programozási készséget és mesterséges intelligencia használatot.
	3. Jó laboratóriumi rutinnal rendelkezik, önálló kémiai és biotechnológiai laboratóriumi munkára képes.
	4. Laboratóriumi és félüzemi kísérletek hatékony tervezésére és megvalósítására képes, amely során egy-egy esetben figyelembe veszi a gyakorlati (laboratóriumi) és kiértékelési (matematikai) szempontokat.
Attitűd	1. Felmérte a kutatás-fejlesztés jelentőségét a biotechnológiai ipar jövője szempontjából.
	2. Az esetleges hibáját elismeri és a kijavítása érdekében aktívan cselekszik.
	3. A szakirodalom jelentőségével, valamint etikus felhasználásával és idézésével tisztában van.
	4. Törekszik az önképzésen túl a gyakorlati tapasztalatait okozó háttér megértésére, felderítésére is.
Önállóság és felelősség	1. Leíratok, munkautasítások, receptek önálló, megbízható követésére alkalmas.
	2. Személyi és a csoportfelelősség vállalására egyszerre képes, érti a személy felelősségét a csoportban.
	3. Felismerve a technológiai folyamatok kiemelt környezeti és személyi kockázatait, a kémiai és biobiztonság iránt mindennapi tevékenységében elkötelezett.

2.4. A képzés alapvető szerkezeti elemei

2.4.1. A szakmai gyakorlat

A szakmai gyakorlat kreditérték nélküli kritériumkövetelmény

A szakmai gyakorlat ajánlott teljesítési féléve: 7

A szakmai gyakorlat időtartama: 6 hét

2.4.2. Szakdolgozat, diplomamunka

A szakon készítendő szakdolgozat: 15 kredit

2.4.3. Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgyakhoz rendelt kreditérték: 11 kredit

2.4.4. Ismeretkörök

A KKK-ban meghatározott ismeretkörök és az egyes tantárgyak ismeretkörökbe sorolása, az ismeretkör felelőse:

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeretkör összegzett kreditértéke	Ismeretkör felelős
természettudományi ismeretek [matematika (legalább 12 kredit), fizika, kémia, biológia, biokémia, mikrobiológia] 40-50 kredit	Általános kémia biomérnököknek BMEVESABSBKEMB-01 7 Matematika biomérnököknek- BMETE90BSBMATB-01 7 [mat. 7] Sejtbiológia BMEVEBESBSEBI-01 4 Fizika C BMETEFIBSCFIZC-00 5 Biokémia 1 BMEVEBESBBKE1-01 4 Alkalmazott adatelemzés BMEVEFABSALAD-01 3/5 [mat. 3] Alkalmazott statisztika és kísérlettervezés BMEVEKFBSEKIST-01 3/5 [mat. 3] Mikrobiológia 1 BMEVEBESBMBI1-01 4 Fizikai kémia biomérnököknek BMEVEFABSBFIZK-01 1/6 [mat. 1] Bioorganikus kémia BMEVESZBSBBORK-01 5 Haladó adatelemzés biomérnököknek BMEVESABSBHADA-01 1/3 [mat. 1]	44 kredit Ezen belül matematika: 15 kredit	Dr. Szarka András
gazdasági és humán ismeretek (mikro- és makroökonómia, menedzsment- és vállalkozásgazdaságtan, üzleti jog) 16-30 kredit	Fenntarthatóság és környezetvédelem BMEVEBESBFEKO-01 3 Vegyipari és bioipari biztonságtechnika BMEVESZBSVB BT-01 3 Minőségirányítás alapjai BMEVEBESBSEMINB-01 3 Innovatív üzleti modellek BMEGT20BX4U002-00 5 Projektgyakorlat BMEVEBESBPROJ-01 1/3	17 kredit	Dr. Tömösközi Sándor
biomérnöki szakmai ismeretek (biológiai rendszerek működése, fizikai kémia alkalmazásai és anyagtudomány, mérés- és irányítástechnika, géptan és művelettan, technológia) 70-103 kredit	Alkalmazott adatelemzés BMEVEFABSALAD-01 2/5 Alkalmazott statisztika és kísérlettervezés BMEVEKFBSEKIST-01 2/5 Biokémia 2 BMEVEBESBBKE2-01 5 Fizikai kémia biomérnököknek BMEVEFABSBFIZK-01 5/6 Gépészeti alapismeretek BK BMEGEHDBSVGEBK-01 4 Kolloidika BMEVEFABS BKOLL-01 3 Művelettan alapok BMEVEKFBSEMALA-01 6 Biokémia 3 BMEVEBESBBKE3-01 5 Mikrobiológia labor BMEVEBESBMBIL-01 4	85 kredit	Dr. Tardy Gábor Márk

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeretkör összegzett kreditértéke	Ismeretkör felelős
	Haladó adatelemzés biomérnököknek BMEVESABSBHADA-01 2/3 Genetika BMEVEBESBGENE-01 4 Analitikai kémia biomérnököknek BMEVESABSBANAL-01 6 Molekuláris biológiai módszerek 1 BMEVEBESBMOB1-01 4 Biomérnöki műveletek és folyamatok BMEVEBESBBIM1-01 5 Mikrobiológia 2 BMEVEBESBMBI2-01 4 Biológiai minták analitikája BMEVESABSBANA-01 3 Műanyagok és biopolimerek BMEVEFABSBMUAN-01 3 Molekuláris biológiai módszerek 2 BMEVEBESBMOB2-01 3 Folyamatirányítás biomérnököknek BMEVEKFBSBFIR1-01 6 AI eszközök biomérnöki alkalmazásokhoz BMEVIHIBSBAIBA-01 3 Bioinformatika BMEVEBESBBINF-01 3 Projektgyakorlat BMEVEBESBPROJ-01 2/3 Szigorlat (választható) BMEVEMBSBXXSZ-01 1		
a biomérnöki szakma igényeinek megfelelően megszerezhető speciális ismeret a képzés egészén belül 40-60 kredit Alkalmazott biotechnológia specializáció	Biomérnöki műveletek és folyamatok labor BMEVEMBBSBBIML-01 5 Biotermékek izolálása BMEVEMBBSBBIZO-01 6 Biotechnológiai folyamatszimuláció, tervezés és kontroll BMEVEMBBSBBFTK-01 4 Biotechnológia a 21. században BMEVEMBBSBBXXI-01 5 Biofinomító technológiák BMEVEMBBSBBIFI-01 5 Bioipari technológiák 1 BMEVEMBBSBBTE1-01 3 Élelmiszeripari technológiák AB BMEVEMBBSBETAB-01 3 Bioipari technológiák 2 BMEVEMBBSBBITE-01 3 In vitro sejttechnológiák BMEVEELBSBINVI-01 3 Bioipari technológiák labor BMEVEMBBSBBITL-01 3	40 kredit	Dr. Németh Áron

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeretkör összegzett kreditértéke	Ismeretkör felelős
a biomérnöki szakma igényeinek megfelelően megszerezhető speciális ismeret a képzés egészén belül 40-60 kredit Egészségvédelmi specializáció	Biomérnöki műveletek és folyamatok labor BMEVEMBBSBBIML-01 5 Biotermékek izolálása BMEVEMBBSBBIZO-01 6 Biotechnológiai folyamatszimuláció, tervezés és kontroll BMEVEMBBSBBFTK-01 4 Biotechnológia a 21. században BMEVEMBBSBBXXI-01 5 Humán anatómia BMEVESOBSBHANA-01 3 Humán élettan BMEVESOBSBHELE-01 4 Egészségügyi mikrobiológia BMEVEMBBSBEMIK-01 3 Klinikai kémia BMEVEMBBSBKLIK-01 4 Kórélettan BMEVESOBSBKELE-01 3 Élelmiszerkémia és táplálkozástan BMEVEMBBSBEKTA-01 3	40 kredit	Dr. Gergely Szilveszter
a biomérnöki szakma igényeinek megfelelően megszerezhető speciális ismeret a képzés egészén belül 40-60 kredit Élelmiszerminősítő specializáció	Biomérnöki műveletek és folyamatok labor BMEVEMBBSBBIML-01 5 Biotermékek izolálása BMEVEMBBSBBIZO-01 6 Biotechnológiai folyamatszimuláció, tervezés és kontroll BMEVEMBBSBBFTK-01 4 Biotechnológia a 21. században BMEVEMBBSBBXXI-01 5 Élelmiszeranalitika BMEVEMBBSBELAN-01 3 Élelmiszermikrobiológia alapjai BMEVEMBBSBELMB-01 4 Élelmiszeripari technológiák EL BMEVEMBBSBETEL-01 4 Élelmiszeranalitika labor BMEVEMBBSBELAL-01 3 Élelmiszerkémia és táplálkozástan BMEVEMBBSBEKTA-01 3 Élelmiszerbiztonság BMEVEMBBSBELBI-01 3	40 kredit	Dr. Tömösközi Sándor
a biomérnöki szakma igényeinek megfelelően megszerezhető speciális ismeret a képzés egészén belül 40-60 kredit Környezetvédelmi specializáció	Biomérnöki műveletek és folyamatok labor BMEVEMBBSBBIML-01 5 Biotermékek izolálása BMEVEMBBSBBIZO-01 6 Biotechnológiai folyamatszimuláció, tervezés és kontroll BMEVEMBBSBBFTK-01 4 Biotechnológia a 21. században BMEVEMBBSBBXXI-01 5	40 kredit	Dr. Tardy Gábor Márk

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeretkör összegzett kreditértéke	Ismeretkör felelős
	Környezetvédelmi analitika BMEVESABSBKOAN-01 3 Környezetvédelmi analitika labor BMEVESABSBKANL-01 3 Ökológia és természetvédelem BMEEOVKBSKOKOL-01 4 Környezetvédelmi biotechnológia BMEVEMBBSBKOB-01 6 Környezettoxikológia BMEVEMBBSKTOX-01 4		
szakmai gyakorlat	BMEVETOBBSKRSG-01	0 kredit	
szakdolgozatkészítés (15 kredit)	Szakedolgozat 1 BMEBSBSZD1-01 5 Szakedolgozat 2 BMEBSBSZD2-01 10	15 kredit	
szabadon választható tantárgyak	az Egyetem szabadon választható tantárgy kínálatából	11 kredit	

2.4.5. Specializációk

A képzésben választható specializációk felsorolását a következő táblázat tartalmazza. A kreditérték a specializációba tartozó tantárgyak összegzett kreditértéke. A specializáció egyben a képzés egyik modulja is (lásd: 0. fejezet). A specializációk csak akkor indulnak, ha azokat előre meghatározott számú hallgató választja és a specializációk korlátozhatják a felvehető hallgatók létszámát. E követelményekről és korlátozásokról a specializációválasztási időszakot megelőzően a hallgatókat tájékoztatják.

Specializáció elnevezése	Specializáció kreditértéke	Specializáció felelős szervezeti egysége	Specializációfelelős
Alkalmazott biotechnológia specializáció	40 kredit	Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék	Dr. Németh Áron
Egészségvédelmi specializáció	40 kredit	Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék	Dr. Gergely Szilveszter
Élelmiszerminősítő specializáció	40 kredit	Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék	Dr. Tömösközi Sándor
Környezetvédelmi specializáció	40 kredit	Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék	Dr. Tardy Gábor Márk

2.5. Értékelési és ellenőrzési módszerek

Az egyes tantárgyakban kizárólag olyan értékelési és ellenőrzési módszerek alkalmazhatók, amelyeket e képzési program meghatároz. Az egyes tantárgyak vonatkozásában az értékelési és ellenőrzési módszereket, eljárásokat és szabályokat a tantárgyleírások (tantárgyi adatlapok) tartalmazzák részletesen, összhangban a hatályos Tanulmányi és Vizsgaszabályzattal, valamint a jelen képzési programmal.

Az értékelési módszerek általános leírása, célrendszere (hogyan felelnek meg az értékelési módszerek az ESG 1.3-nak):

- olyan módon kell kialakítani őket, hogy mérhetővé tegyék a tanulási eredmények elérésének mértékét, beleértve a tudást, készségeket és attitűdöket;
- különféle értékelési módszereket kell alkalmazni, amelyek igazodnak a tantárgy jellegéhez és az oktatási-tanulási tevékenységekhez (pl. írásbeli vizsga, projektmunka, szóbeli vizsga, portfólió, prezentáció, csoportmunka, projektfeladat, házi feladat);
- támogatniuk kell az aktív hallgatói részvételt és felelősségvállalást, elősegítve az elmélyült tanulást és a folyamatos fejlődést a puszta memoriter helyett;
- időben adott, konstruktív visszajelzést kell biztosítaniuk, amely segíti a hallgatót saját teljesítményének megértésében és fejlődési lehetőségeinek azonosításában;
- átlátható és méltányos módon kell történniük, a hallgatókat előzetesen világosan tájékoztatni kell az értékelés szempontjairól, eljárásrendjéről és súlyozásáról;
- figyelembe kell venniük a sokszínűséget és inkluzivitást, lehetővé téve a speciális szükségletekkel rendelkező hallgatók számára az észszerű alkalmazkodást; támogatniuk kell az akadémiai integritást és etikus magatartást, világos szabályokkal és eljárásokkal az esetleges plágium vagy más visszaélések megelőzése és kezelésére.

2.5.1. Tanulmányi teljesítményértékelési módszerek

A képzés során alkalmazott tanulmányi teljesítményértékelési módszerek típus szerinti részletes leírását a következő táblázat tartalmazza. A tantárgyak értékelési módszerei ezektől érdemben nem térhetnek el, a képzésben egységesen és következetesen alkalmazandók.

Értékelési módszer	Módszertani leírás, tipikus megvalósítási módok	Az értékelés teljesítésének átlagos időtartama, vagy tipikus időkerete, perc vagy óra	Az értékelésre való hallgatói felkészülés átlagos időtartama, óra
írásbeli beugrót követő szóbeli vizsga	a szóbeli vizsgát megelőzően előre kiadott alapfogalmakat, alapvető tudás felmérő max 20 perces írásbeli beugró sikeres megírását követő szóbeli vizsga. A szóbeli	15- 20 perc + 20-60 perc	45 óra

Értékelési módszer	Módszertani leírás, tipikus megvalósítási módok	Az értékelés teljesítésének átlagos időtartama, vagy tipikus időkerete, perc vagy óra	Az értékelésre való hallgatói felkészülés átlagos időtartama, óra
	vizsgarész leírása a releváns pontban.		
szóbeli vizsga	legalább kéttagú bizottság előtt, felkészülési idő (3-5 perc) biztosítása mellett megvalósított, részben vagy egészében párbeszédes jellegű szóbeli értékelés, amely alapulhat strukturált kérdésekre adott (tételsor, témakörlista) feleleten (összefüggő kifejtés) vagy kérdések és válaszok nem strukturált sorozatán (pl. alkalmazási problémák megoldása)	20-60 perc	45 óra
írásbeli vizsga	írásbeli vizsga papír alapú vagy online, teszt, esszé alapú, számításos vagy ezek kombinációja lehet. A kiadott kérdésekre a hallgató írásban válaszol, amelyek alapján felmérhető a tantárgyban a számonkéréshez rendelt elvárt tanulási eredmények elérése. A számonkérésen csak az oktató által explicit engedélyezett segédeszköz használható.	45-90 perc	45 óra
összegző tanulmányi teljesítményértékelés	összegző tanulmányi értékelés papír alapú vagy online, teszt, esszé alapú, számításos vagy ezek kombinációja lehet. A kiadott kérdésekre a hallgató önállóan írásban válaszol, amelyek alapján felmérhető a tantárgyban a számonkéréshez rendelt elvárt tanulási eredmények elérése. A számonkérésen csak az oktató által explicit engedélyezett segédeszköz használható.	30-90 perc	20-60 óra
részteljesítmény értékelés	altípusokra bontva (pl. házi feladatok, miniprojektek, esszék, elemzések és ezek sajátosságai		

Értékelési módszer	Módszertani leírás, tipikus megvalósítási módok	Az értékelés teljesítésének átlagos időtartama, vagy tipikus időkerete, perc vagy óra	Az értékelésre való hallgatói felkészülés átlagos időtartama, óra
	– rendszeres (legfeljebb egy hetes határidővel) házi feladat: feladatok megoldása, jegyzőkönyv készítése – komplex házi feladat (két-három hetes határidővel): szakirodalom feldolgozása, bemutató/beszámoló készítése, esszé írása – átfogó házi feladat (legalább egy hónapos határidővel): projektfeladat megoldása, szakirodalom feldolgozása, bemutató/beszámoló készítése, esszé írása – féléves, kvázi projekt típusú házi feladat: projektfeladat megoldása, tervezési feladat kidolgozása, szakirodalom feldolgozása, bemutató/beszámoló készítése, esszé írása, videó készítése – rövid papír alapú vagy online részletes ítmény-értékelés – csoportos viták a tanórákon – mini projektfeladatok megoldása órán	15–60 perc (a bemutatás, beszámoló időtartama) 15–60 perc (a bemutatás, beszámoló időtartama) 15–60 perc (a bemutatás, beszámoló időtartama) 5–30 perc 15–60 perc 15–60 perc	2-6 óra 5-10 óra 20-36 óra 25-72 óra 2-10 óra 1-3 óra 2-10 óra
féléves projektfeladat (projektantárgyban)	a projektfeladatok az egyéni vagy csoportos problémamegoldási készségeket, az önállóság, felelősségvállalási készségeket fejlesztik. Csoportos feladatok célja a szakmai készségeken túl a csoportmunkára való képesség fejlesztése.	15–60 perc (a bemutatás, beszámoló időtartama)	a tantárgy kreditértékének megfelelően
diagnosztikus értékelés (ellenőrző dolgozat)	jellemzően laborbeugró	2–15 perc	5 óra

2.5.2. Szaknyelvi kompetenciák

Az abszolutorium megszerzésének feltétele, hogy a hallgató – a tanulmányi és vizsgaszabályzat rendelkezései szerint – 12 nyelvi kreditet megszerezzen. A nyelvi kreditek a szak tantervének részeként a következők szerint szerezhetők meg:

1. teljes kreditértékkel kell figyelembe venni az Idegen Nyelvi Központ által meghatározott szaknyelvi kompetenciákat fejlesztő (kreditértékkel rendelkező) tantárgyakat;
2. teljes kreditértékkel kell figyelembe venni a teljes egészében idegen nyelven teljesített tantárgyakat a tantárgy tantervében betöltött szerepétől (kötelező, kötelezően választható, szabadon választható) függetlenül;
3. a magyar nyelven oktatott tantárgyon belül részleges (a tantárgy teljes kreditértékéből nyelvi kreditként is elismert) nyelvi kredit szerezhető, különösen a következő módokon
 - a. idegen nyelvű szakirodalom feldolgozása;
 - b. tantárgyon belüli teljesítményértékelések egy részének idegen nyelven történő teljesítése;
 - c. projektfeladat idegen nyelven történő teljesítése;
4. részleges kreditértékkel kell figyelembe venni a következő tantárgyakat

Tárgy neve	Tárgy Neptun kódja	Tárgy kredit értéke	Nyelvi kreditpont
Molekuláris biológiai módszerek 1	BMEVEBESBMOB1-01	5	1
Mikrobiológia 2	BMEVEBESBMBI2-01	4	1
Biomérnöki műveletek és folyamatok labor	BMEVEBESBBIML-01	5	1
Biotechnológiai folyamatszimuláció, tervezés és kontroll	BMEVEBESBBFTK-01	4	1
Bioinformatika	BMEVEBESBBINF-01	4	1
Projektgyakorlat	BMEVEBESBPROJ-01	3	1
Szakdolgozat 1	BMEBSBSZD1-01	5	2
Szakdolgozat 2	BMEBSBSZD2-01	10	5

2.5.3. Szakmai gyakorlat

1. A szakmai gyakorlattal összefüggő követelmények
 - a) előzetes feltételek (pl. megszerzett kredit, teljesített tantárgyak): nincs, azonban ajánlott a 6. mintatantervi félév után teljesíteni
 - b) gyakorlóléssel szembeni követelmények: a szakmai gyakorlóléshelynek a biomérnöki alapképzés tekintetében a szakmai gyakorlat lebonyolítására vonatkozó együttműködési megállapodással kell rendelkeznie
 - a) felelős szervezeti egység: a specializációt gondozó tanszék
 - b) kapcsolattartás rendje: a szakmai gyakorlatok szervezésével és lebonyolításával kapcsolatban a tanszék szakmai gyakorlat felelőse jár el. A szakmai gyakorlat specializációhoz a szakmai gyakorlat felelős személyében való

változást a kari honlapon kell nyilvánosságra hozni: [https://www.ch.bme.hu/oktatas/oktatoi-gyik/szakmaigyak/.](https://www.ch.bme.hu/oktatas/oktatoi-gyik/szakmaigyak/))

- c) a szakmai gyakorlat tematikai elfogadhatóságáról a specializációfelelősök és végső soron a szakfelelős dönt. Amennyiben kérdéses lehet a szakmai relevancia (ld. 3.a alpont), a hallgató felelőssége, hogy felvegye a kapcsolatot a szakmai illeszkedés elfogadhatóságát illetően először a specializáció felelőssel, ezt követően, ha szükséges, a szakfelelőssel.
- 2. Beszámolási kötelezettség
 - a) a beszámolóra vonatkozó tartalmi és formai előírások: a szakmai gyakorlólé hely által kitöltött és aláírt értékelőlap benyújtása. Az értékelőlap sablon letölthető a kari honlapról: <https://www.ch.bme.hu/oktatas/oktatoi-gyik/szakmaigyak/>
 - b) a beszámoló benyújtásának módja: a szakmai gyakorlat felelős által meghirdetett módon, elektronikusan vagy személyesen
 - c) a beszámoló benyújtásának határideje: a szorgalmi időszak utolsó napja
- 3. A szakmai gyakorlat értékelési módja és szempontjai
 - a) a teljesítés feltételei: az értékelőlap minden kategóriájában minimum megfelelt minősítés, minimum 120 munkaóra (több szakmai gyakorlólé helyen összesen is elfogadható), az elvégzett tevékenység szakmailag releváns az elvárt munkakörhöz (FEOR 2117, 2164, 2167, 2113)
 - b) az el nem fogadott beszámoló javítása: a pótlási időszak végéig új értékelőlap benyújtásával
 - c) az el nem fogadott gyakorlat ismételt teljesítése: ismételt teljesítés eltérő szakmai gyakorlólé helyen

Egyéni szervezésben, akár a képzés megkezdését megelőzően teljesített releváns (FEOR 2117, 2164, 2167, 2113) szakmai tapasztalat akkreditálható. Az akkreditációhoz munkaszerződés (pénzügyi adatok kitakarhatóak), értékelőlap (lásd 3 a)) és minimum 2 oldalas, a szakmai gyakorlólé hely által láttamozott szakmai beszámolót kell benyújtani a megfelelő Neptun-kérvény csatolmányaként.

2.5.4. Kritériumkövetelmények

A képzés során teljesítendő kritériumkövetelmények, amelyek teljesítettsége a végbizonyítvány megszerzésének feltétele:

1. Testnevelés: 2 félév (2 db tárgy), sportágra vonatkozó megkötés nélkül;
2. Speciális szaknyelvi követelmények: nincs
3. Egészségügyi alkalmassági feltétel(ek): nincs
4. Munka-, baleset-, környezet- és tűzvédelmi oktatásban való részvétel: nem releváns, a szakon minden laboratóriumban minden félévben kötelező oktatás van.
5. Szakmai gyakorlat: lsd 2.5.3 alfejezet

2.5.5. Szakdolgozat-készítés

1. A záródolgozat-készítést szolgáló tantárgy felvételének előzetes követelményei:

Az alapképzésben a szakdolgozat két tantárgyból áll (a mintatantervi 6. félévben az 5 kreditpontos Szakdolgozat 1, valamint a 7. félévben a 10 kreditpontos Szakdolgozat 2.) A Szakdolgozat 2. tárgyat a 7. mintatantervi félévben az a hallgató veheti fel, aki a szigorlatot letette, vagy egyidejűleg felvette, valamint minimum 175 teljesített kreditpontja van a képzésben.

2. A záródolgozat tartalmi és formai követelményei:

A szakdolgozat elkészítése az alapképzést lezáró önálló feladat. A szakdolgozat célja, hogy a hallgató elsajátítsa az önálló szakmai tevékenység végzéséhez és annak színvonalas dokumentálásához szükséges készségeket, továbbá bizonyítsa, megfelel az alapszakon végzettekkel szemben támasztott követelményeknek.

A hallgatót az alapidiploma megszerzésének megfelelő mérnöki feladat megoldásában témavezető és esetlegesen konzulens irányítja, segíti. A hallgató a tanulmányai alatt szerzett ismereteket a választott témában kibővíti, ill. elmélyíti, összegzi a rendelkezésre álló információkat, megfogalmazza a problémát, amelynek megoldására tervet készít, majd a munka eredményeit értékeli, az eredményeket elemzi, és összefoglalja.

A szakdolgozat alapulhat kísérleteken, számítógépes feladatokon (pl. tervezés, modellezés, programozás), tanulmánykészítésen és ezek kombinációján. Kizárólag irodalmazáson alapuló szakdolgozat a VBK-n nem támogatott. A szakdolgozat, mint írásmű a tudományos publikációkhoz, mérnöki tanulmányokhoz hasonló. Ha a témavezető másként nem rendelkezik, a szakdolgozat felépítésére a következő szerkezet ajánlható:

Tartalomjegyzék

Bevezetés (a téma és a feladat rövid ismertetése)

Irodalom (a dolgozat témájához közvetlenül kapcsolódó szakirodalom összefoglalása, a szakirodalom alapján felvetett probléma, vagyis a munka céljának megfogalmazása)

Kísérletek, módszerek (felhasznált anyagok, fő jellemzőik, biztonsági előírások, vizsgálati módszerek, alkalmazott számítógépi programok stb.)

Eredmények és értékelésük

Összefoglalás

Irodalomjegyzék

Függelék (a mérési és/vagy számítási eredmények részletei, adatok)

A szakdolgozat terjedelme ábrákkal együtt 20-40 (jellemzően 30) oldal (az irodalomjegyzék és a függelék nélkül, másfeles sorközzel).

A dolgozat akkor és csak akkor adható be, ha értelemszerűen kitöltve és aláírva, a dolgozatba belekötött módon tartalmazza a kari honlapon elérhető alábbi nyilatkozatokat:

- a.) a témavezető (és ha van, akkor a konzulenssel, illetve külső témavezetővel közös) nyilatkozatát a beadhatóságról;
- b.) a hallgató nyilatkozatát.

Ezek hiányában a záróvizsga-felelős oktató megtagadja a dolgozat befogadását és a záróvizsgára bocsáthatóságot.

A dolgozat elektronikus beadásának pontos módjáról a záróvizsgáztató tanszék értesíti a hallgatót (elektronikus levélben történő beadás vagy feltöltés tanszéki tárhelyre). A tanszék nyomtatott példányt is kérhet.

3. A zárodolgozat képzés nyelvétől eltérő nyelven történő készítésének szabályai: Szakdolgozatot magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelven (angol és német nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki témavezető és a tanszékvezető ehhez hozzájárul.
4. A zárodolgozat-készítés folyamata:

A Szakdolgozat tárgyat a Neptun-rendszerben kell felvenni. A témára jelentkezés elektronikusan történik. A hallgató a VBK bármely tanszékének szakdolgozat témáját választhatja, továbbá javaslatot tehet szakdolgozat témára (pl. munkahelyi téma). A szakdolgozat a BME bármely tanszékén készíthető. A szakdolgozat készítés tanszéke a témavezető tanszéke. A BME más Karán alkalmazott (belső) témavezető esetén a szakfelelős véleményét előzetesen ki kell kérni, hogy a választott téma a szakon elfogadható-e szakdolgozat témának. A szakfelelős véleményének a kikérése a hallgató kötelessége. Amennyiben a hallgató nem talál megfelelő szakdolgozat témát, a specializációért felelős tanszék tanszékvezetőjéhez fordulhat, legkésőbb a második oktatási hét keddjéig. A határidő elmulasztása esetén szakdolgozat témát a tanszékvezető nem köteles biztosítani.

A szakdolgozat előrehaladásának ellenőrzése: A hallgatóval a belső témavezető a szorgalmi időszak során legalább kéthetente konzultál. A szorgalmi időszak végén a hallgató beszámol a szakdolgozat addigi eredményeiről azon szakmai közösség előtt, ahol a diplomamunkáját készítette.

Bírálat: Az elkészült és beadott szakdolgozatot bíráltatni kell. Bíráló szakdolgozat esetén MSc, ekvivalens vagy magasabb fokozattal rendelkező szakember lehet, vagy olyan, aki BSc-fokozata birtokában legalább 5 év szakmai tapasztalattal rendelkezik. A külső bíráló (független bíráló) jogi és akadémiai értelemben a szakdolgozótól és témavezetőjétől független kell legyen. A külső bírálót a specializációt gondozó tanszék vezetője kéri fel. A független bíráló csak abban az esetben lehet a BME VBK alkalmazottja, ha a szakdolgozat a BME más karán készült. Törekedni kell arra, hogy a független bíráló külső ipari, kutatóintézeti vagy más egyetemen dolgozó (BME-től független) szakember legyen. A

témavezető külön is készít értékelést (belső bírálat). A bírálatokat legkésőbb 5 nappal a szakdolgozat védelme előtt a jelölt számára hozzáférhetővé kell tenni. A bíráló és a témavezető külön-külön javaslatot tesz a szakdolgozat minősítésére.

A bírálat kb. 1 oldalas szabad szöveges értékelés, ami jellemzően kitér a téma aktualitására, az elérhető irodalom, műszaki dokumentáció feldolgozásának színvonalára, a saját munka mennyiségére és minőségére, a következtetések helyességére vagy megkérdőjelezhető voltára, a dolgozat, mint írásmű felépítésére és színvonalára. A bírálatához a specializáció vonatkozásában a specializáció felelősök bírálati sablon is használatát előírhatják.

Védés: A beadott és elbírált diplomamunkát a hallgató a záróvizsgán megvédi. A védelem elején a hallgató 10 perces szabad előadásban, megfelelő szemléltetéssel ismerteti a szakdolgozat lényegét, majd válaszol a záróvizsga bizottság kérdéseire. A szakdolgozat érdemjegyét a bírálók javaslatának figyelembevételével a záróvizsgán mutatott teljesítmény alapján a záróvizsga bizottság állapítja meg.

5. A záródolgozat-készítés értékelésének szempontjai:

A belső témavezető feladata – ha van, a külső témavezető és a konzulens bevonásával – a hallgató munkájának az értékelése. A Szakdolgozat tárgy értékelése az évközi jeggyel záruló tárgyakéval azonos. A tárgy értékelésekor nem feltétel a szakdolgozat, mint dolgozat megléte, azonban elégtelenről különböző jegy esetén a jegy megadásával az oktató/tanszékvezető igazolja, hogy a hallgató elegendő kísérleti/számítási eredménnyel és tapasztalattal rendelkezik, hogy a szakdolgozatot további tanszéki közreműködés nélkül képes elkészíteni. A hallgató hanyag munkavégzése esetén a tárgy elégtelenre, meg nem kezdett munka esetén pedig „Nem teljesítette” minősítéssel értékelendő. Az értékeléssel szemben kizárólag konzulensi és témavezetői hiányosságok esetén van lehetőség kifogást emelni. A hallgatónak joga és kötelessége témavezetői – konzulensi hiányosságok esetén az adott témát kiíró tanszék vezetőjéhez fordulni, amit szükség esetén mihamarabb meg kell tennie. Amennyiben a kérdés tanszéki szinten nem oldható meg, a hallgató az oktatási dékánhelyetteshez fordulhat a problémával.

6. A záródolgozat tartalmi (szakmai) értékelésének szempontjai:

A szakdolgozat jegyét a záróvizsga bizottság állapítja meg a bírálók véleményének figyelembevételével, a benyújtott szakdolgozat megismerése, a vitát is tartalmazó szóbeli védelem meghallgatása után. A védelem kiemelt fontosságú része a hallgató válaszai a bizottság által feltett kérdésekre.

Az értékelés során a bizottság alapvető figyelmet fordít az alábbi szempontokra:

A záróvizsgázó

- jártas-e a szakdolgozatához kapcsolódó szakterületen,
- megfelelő minőségben végrehajtotta-e a rábízott feladatokat,

- képes-e a szakmai ismereteit önállóan bővíteni,
- az eredményeit és a szakirodalomban, egyéb forrásban hasonló eredményekkel, mérésekkel összeveti, értékeli-e,
- képes-e érdemi szakmai vitát folytatni, képviselni az álláspontját,
- önálló gondolatai vannak-e a témájával kapcsolatban,
- képes-e a munkája dokumentációjára, és szakmai közönség számára történő bemutatására,
- a benyújtott és bemutatott szakmai munka színvonala és kivitelezése eléri-e az alapképzés végén elvárható színvonalat.

2.5.6. Záróvizsga

A záróvizsga felépítése, a záróvizsga elemei és leírásuk:

1. szakdolgozat-védés, amelynek keretén belül a záróvizsgázó 10 perces szabad előadást tart, amelyben részletesen bemutatja munka célját, a munka során alkalmazott módszereket, eredményeket és azok értékelését. Kiemeli az önálló munkáját és érdemben válaszol a záróvizsga-bizottság tagjai által feltett kérdésekre.
2. a védéssel egyidőben tett szóbeli vizsga során a hallgató specializációja szerinti két tantárgycsoportból vizsgázik. A szóbeli vizsga előtt minimum 10 perc felkészülési idő biztosított.

A záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)	Specializáció (alspecializáció)
ZVEVETOBSBEE111	Biomérnöki műveletek és folyamatok	Biomérnöki műveletek és folyamatok BMEVEBESBBIM1-01	Alkalmazott biotechnológia specializáció Egészségvédelmi specializáció Élelmiszerminősítő specializáció Környezetvédelmi specializáció
ZVEVETOBSBAB111	Bioipari technológiák	Bioipari technológiák 1 BMEVEBESBBTE1-01 Bioipari technológiák labor BMEVEBESBBITL-01	Alkalmazott biotechnológia specializáció
ZVEVETOBSBEG111	Klinikai kémia	Klinikai kémia BMEVEBESBKLIK-01	Egészségvédelmi specializáció
ZVEVETOBSBEL111	Élelmiszeranalitika	Élelmiszeranalitika BMEVEBESBELAN-01	Élelmiszerminősítő specializáció

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)	Specializáció (alspecializáció)
		Élelmiszeranalitika labor BMEVEBESBELAL-01	
ZVEVETOBK011	Környezetvédelmi analitika	Környezetvédelmi analitika BMEVESABSKOAN-01 Környezetvédelmi analitika labor BMEVESABSKANL-01	Környezetvédelmi specializáció

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (tételsor, kompetencialista)

1. Biomérnöki műveletek és folyamatok [ZVEVETOBSE111]

1. A biotechnológia fogalma, a biomérnöki tudomány, a fermentáció mint nagyipar. de novo fermentáció és biokonverzió (az utóbbi néhány jellemzője)
2. Az enzimhatás termodinamikai alapjai, (fehérjék szerkezete), kötő hely, aktív hely átmeneti komplex(ek), kulcs-zár indukált illeszkedés.
3. Az enzimek (és enzim katalizálta reakciók) tulajdonságai. Az aktív enzim felépítése, az enzimek csoportjai, nevezéktanuk, enzimaktivitás.
4. A Michaelis-Menten és a Briggs-Haldane kinetikai leírás.
5. Az enzimkinetikai egyenletek diszkussziója, K_m (K_s) és V_{max} grafikus meghatározásának módszerei: linearizációs módszerek. Az integrált egyenlet felhasználása.
6. A kinetikai paraméterek értelmezése [V_{max} , k_2 , váltásszám, K_m (K_s), katalitikus effektivitás], ténylegesen reverzibilis reakció kinetikai leírása.
7. Enzim moduláció. Irreverzibilis inhibíció. Reverzibilis inhibíciók. Szubsztrát inhibíció.
8. Több szubsztrátos enzimreakciók modelljei (kinetika nélkül!). A hőmérséklet és a pH hatása az enzimaktivitásra.
9. Heterogénfázisú enzimes reakciók. Az enzim rögzítés módszerei.
10. Enzimek felhasználása analitikai célra. Enzimes elektródok és bioszenzorok felépítése.
11. Primer alkoholok, szekunder alkoholok és redukáló cukrok oxidációja (glükonsav fermentáció).
12. Szorbóz fermentáció (Bertrand szabály), C-vitamin gyártás módszerei.
13. Transzglikozilezés. Mikrobiális poliszaharidok: dextrán, xantán. Ciklodextrinek.
14. Liázok reakciói: aciloin kondenzáció, L-DOPA előállítás, akrilamid előállítás, fumsav átalakítások.
15. Izomerizálás. Kinetikus resolválás és aszimmetrikus szintézis. Aminosavak resolválása, kirotechnológia.
16. A keményítő és a pektin hidrolízise, laktóz hidrolízis.

17. Penicillin hidrolízis, félszintetikus penicillinek előállítása.
18. Koenzim regenerálás: két választott példán keresztül. Peptidszintézis. Egyensúlyi és kinetikus kontrol. Aszpartám szintézis.
19. Mikroorganizmusok tápanyagigénye, tápoldatok, a hozam definíciója. A hozamfogalom kiterjesztése. Metabolikus kvóciensek, P/O hányados, RQ.
20. A mikrobaszaporodás alapösszefüggései: MONOD növekedési modell, fajlagos növekedési sebesség, generációs idő. A növekedés kinetikai állandóinak grafikus meghatározási lehetőségei, jellemző grafikus képek.
21. Monod modell család: többszubsztrátos kinetika (speciális esete: a 2 limitáló szubsztrát), szubsztrát inhibíció, termékképződési kinetika.
22. A szénforrás hasznosulása, hozamok (az eredő hozam kifejtése, fenntartási S-igény), ATP-hozam, hőhozam, P/O hányados, respirációs hányados.
23. A mikrobiális sztöchiometria alapjai: C-mól, elektronegyenérték, együtthatók összefüggései, hozamok kifejezése. A sztöchiometria leírás felhasználhatósága.
24. A kemosztát folytonos fermentáció alapösszefüggései, indítás, stabilitás, eltérések a kemosztáttól.
25. Tartózkodási idő eloszlás, a folytonos és a szakaszos rendszer produktivitásának összehasonlítása.
26. Egyéb fermentációs technikák: Többlépcsős kemosztát, egy lépcsős kemosztát visszatáplálással. Fedbatch fermentáció. Félfolytonos fermentáció, ismételt fedbatch fermentáció, turbidosztát.
27. Mikroorganizmusok oxigén igénye: légzés, oxigénre vonatkozó hozam, az oldott oxigén koncentráció és a légzési sebesség kapcsolata, kritikus oxigén szint.
28. Az oxigénátadás alapösszefüggései: kétfilm modell, $dc/dt = K_{La} (C^* - C)$ egyenlet diszkussziója, C változása a szakaszos fermentáció során, OTR.
29. C^* függései, hogyan becsülhető? K_L és a becslése, a buborék mérettől függő két eset, hold-up.
30. A keverés funkciói, a buborékképződés mechanizmusa, áramlási kép, főbb méretarányok kevert/levegőztetett labor reaktorban. A keverés energia igénye, N_p , N_a dimenziómentes kritériumok értelmezése. K_{La} mitől és hogyan függ kevert/levegőztetett reaktorban?
31. Bioreaktorok - kevert reaktorok. Bioreaktorok - air lift és jet reaktorok.
32. Fermentációk nyomon követésének módszerei: miért mérünk, mit mérünk és hogyan mérünk?
33. A mikrobanövekedés mérése
34. Az oldott oxigén mérése, az oxigénátadás mérése (statikus és dinamikus módszer)
35. Sterilizés: a mikrobapusztulás alapjai, kinetikája, valószínűségi értelmezése
36. Szakaszos és folytonos tápoldat-sterilizés.

2. Bioipari technológiák [ZVEVETOBAB111]

1. Egysejtfehérje előállítás különböző szénforrásokon

2. Egysejtfehérje előállítás metanolon
3. Aminosavak/1 Anyagcsere mérnökség és az aromás aminosavak fermentációs előállítása
4. Aminosavak/2 A glutaminsav fermentáció
5. Aminosavak/3 Lizin gyártás
6. Aminosavak/4 Aminosavak előállítása enzimes konverzióval (Lys, Asp, Trp, Phe)
7. Szerves savak/1 Glükonsav gyártás
8. Szerves savak/2 Ecetsav gyártás
9. Nukleotidok
10. Vitaminok
11. Anaerob technológiák/1 Tejsav gyártás
12. Anaerob technológiák/2 Aceton-butanolos erjesztés
13. Ipari enzimek/1 Proteázok (pH szerint, és a termolizin)
14. Ipari enzimek/2 Rennin
15. Ipari enzimek/3 Lipázok, reszolválás
16. Antibiotikumok/1 Sztreptomycin csoport
17. Antibiotikumok/2 Tetraciklin csoport
18. Antibiotikumok/3 Ciklopeptid csoport
19. Citosztatikumok/1 mikrobiális citosztatikumok
20. Citosztatikumok/2 növényi citosztatikumok, epotilonok
21. Biopeszticidek Biopeszticidek
22. Aktív humán fehérjék előállítása/1 Sertés inzulin átalakítása humán inzulinná
23. Aktív humán fehérjék előállítása/2 Inzulin előállítása rekombináns fehérjeként
24. Aktív humán fehérjék előállítása/3 Eritropoietin gyártás
25. Aktív humán fehérjék előállítása/4 TPA gyártás
26. Aktív humán fehérjék előállítása/5 Faktor VIII gyártása
27. Állati sejtek tenyésztése Sejtvonalak, tápoldatok, technikák, berendezések
28. Vakcinagyártás/1 Gyártási technológiák (attenuált, inaktivált)
29. Vakcinagyártás/2 Alegység vakcinák (HBV, SzKF)
30. Vakcinagyártás/3 Nukleinsav vakcinák

3. Klinikai kémia [ZVEVETOBSEBEG111]

1. Preanalitika, mintavétel, mintakezelés.
2. Örökletes rendellenességek, (cisztás fibrózis, Leiden mutáció, sarlósejtes anémia). Molekuláris biológiai módszerek alkalmazása a klinikai laboratóriumban.
3. Gyógyszermetabolizmus, biotranszformáció, hemoglobin lebontás, bilirubin biotranszformáció.
4. Vese betegségek laboratóriumi diagnosztikai módszerei.
5. Vizeletvizsgálat.
6. Máj funkcióinak vizsgálata.
7. Klinikai enzimológia.
8. Lipidanyagcsere és zavarainak vizsgálati módszerei, koleszterinszintézis a metabolikus x-szindróma.
9. Cukorbetegség ellenőrzésének klinikai kémiai módszerei, hajnali jelenség, Somogyi effektus.
10. Endokrin betegségek laboratóriumi vizsgálatának alapelvei, pajzsmirigyvizsgálatok.
11. Endokrin betegségek laboratóriumi vizsgálatának alapelvei, az ACTH-mellékvese tengely, glükokortikoidok, a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer, mineralokortikoidok.
12. Endokrin betegségek laboratóriumi vizsgálatának alapelvei, mellékpajzsmirigy.
13. Véralvadás és vizsgáló módszerei.
14. Immunanalitikai eljárások a klinikai kémiában.
15. Hematológiai vizsgálatok.

4. Élelmiszeranalitika [ZVEVETOBSEBEL111]

1. Minta fogalma, jelentősége, mintavételi előírások, mintavételi tervek
2. A mintaelőkészítés szempontjai – általános követelmények, példák
3. Refraktometria és polarimetria alapelvei, színmérés, alkalmazási példák
4. NIR-NIT spektroszkópia, alapelvek, mérési módszerek, alkalmazási példák
5. Érzékszervi vizsgálat: jelentőség, személyek kiválasztása, vizsgálati feltételek, vizsgálati módszerek
6. Reológia: alapmodellek, ideális reológiai testek, folyadékok és kváziszilárd testek
7. Reológia. reometria, méréstechnikák, alkalmazások
8. Nedvesség, hamu és energiatartalom meghatározása
9. Ásványi összetevők meghatározása: méréstechnikák és műszerek ismertetése, alkalmazási példák, nehézfémzennyezések mérése
10. Rosttartalom mérése: nyersrost, detergens rost és élelmi rost fogalma és meghatározása

11. Nyerszsírtartalom mérése: mintaelőkészítés, meghatározás egyszerű extrakcióval, szabad és kötött lipidek, egyéb módszerek
12. Lipidek analitikája: lipidcsoportok, oxidációs állapot, avasodási folyamatok kimutatása
13. Lipidek analitikája: zsírsavösszetétel, egyedi komponensek
14. Fehérjetartalom: nyersfehérje mennyiségi meghatározásának módszerei, közvetlen fehérje meghatározási módszerek
15. Fehérjék aminosav összetételének meghatározása, szabad aminosavak és biogén aminok analitikája
16. Fehérjék komplex jellemzése: elektroforetikus technikák
17. Fehérjék komplex jellemzése: kromatográfiás módszerek
18. Szénhidráttartalom: összes szénhidrát, redukáló cukrok, keményítő meghatározása
19. Szénhidráttartalom: egyedi komponensek elválasztása és meghatározása
20. Vitaminok analitikája: mintaelőkészítés, víz- és zsírolható vitaminok mérése
21. Bioanalitika: enzimes analitikai technikák
22. Bioanalitika: immunanalitikai módszerek
23. Molekuláris biológiai módszerek. DNS alapú vizsgálatok
24. Élelmiszervizsgálati módszerek automatizálása, gyorsvizsgálati technikák
25. Élelmiszerek komplex vizsgálata: gabona-, liszt- és gabonalapú termékek minősítése
26. Élelmiszerek komplex vizsgálata: húsipari termékek minősítése
27. Élelmiszerek komplex vizsgálata: tejtermékek minősítése
28. Élelmiszerbiztonság szempontjából kritikus komponensek analitikája: peszticidek, hozamfokozók, állatgyógyászati szermaradványok, mikotoxinok, egyéb környezeti szennyezők, eredetvizsgálat – áttekintés
29. Analitikai módszerek érvényesítése, a vizsgálati eredmények minőségének biztosítása
30. Vizsgáló laboratórium minőségirányítási rendszere, laborakkreditálás

5. Környezetvédelmi analitika [ZVEVETOBSEBKO111]

Víz- és talaj-szennyezések, hulladékok szerves szennyezőinek és szervesetlen anion szennyezőinek vizsgálata

1. Vizek csoportosítása geológiai helyzetük és felhasználásuk szerint, a vízszennyezések eredete, a leggyakoribb szennyező anyagok.
2. A környezetvédelmi analitika feladata. A környezeti elemek csoportosítása. A környezetvédelmi analízis mintavételi stratégiája.
3. A víz, és a talaj mintavétel eszközei, általános előkészítés és mérés víz mintavételekor.
4. Az extrakciós mintaelőkészítés, az extrakciót jellemző paraméterek, különböző analitikai extrakciós megoldások. Folyadék-folyadék extrakció. Szilárd fázisú extrakció. Szilárd fázisú mikroextrakció. Soxhlet extrakció.

5. A víz szervesetlen alkotóinak mérése 1. Savasság, lúgosság, vízkeménység fogalma és titrimetriás mérése. Vezetőképesség mérése. Anionok meghatározása ionkromatográfián.
6. A víz szervesetlen alkotóinak mérése. A víz aktív klór, ammónia, nitrit és nitrát tartalmának meghatározása. Szerves N-tartalom meghatározása. A vízben oldott gázok analízise gázkromatográfiával.
7. A kémiai oxigén igény (KOI) és mérése. A biokémiai oxigénigény (BOI₅) jelentése és mérése. A teljes szerves tartalom (TOC) meghatározása.
8. A GC készülék felépítése. Mintabeviteli módok a gázkromatográfiában és ezek működési elve. A split/splitless injektor. Sztatikus gőztéranalízis. Automatikus kihajtás és csapdázás (purge and trap).
9. A GC-MS és LC-MS készülék. A vizek halogénezett szénhidrogén (halokarbon) és BTEX (benzol, toluol, etilbenzol, xilol) tartalmának eredete és meghatározása. Az alifás szénhidrogén szennyezők (TPH, VPH, EPH) forrásai és mérése. Fenolos szennyezők forrása és mérése. A környezet policiklusos aromás szénhidrogén (PAH), poliklórozott bifenil (PCB), poliklórozott dibenzo-furán és a dioxin szennyezésének forrásai és meghatározásuk.

Fémek, átmeneti elemek meghatározása környezeti mintákban

1. Felszíni és felszín alatti vizek fémkomponenseinek meghatározása (oldott, lebegőanyaghoz kötött) a mintaelőkészítés és elemzés főbb lépései. Ivóvizek elemzése. Eltérés a felszíni vizek elemzésétől. A C₂₀ és C₈₀ fémtartalom.
2. Talaj mintavételi alapelvek, talaj mintavételi típusok és eszközök.
3. Talajok és földtani közeg fémkomponenseinek és átmeneti elemeinek meghatározása. Talajminták környezetvédelmi elemanalízisének főbb lépései. Kivonatok készítése talajok „összes fémtartalmának” meghatározásához. Kivonatok készítése talajok „felvehető” tartalmának vizsgálatához, környezetvédelmi, és mezőgazdasági vizsgálatához.
4. A környezetanalitikában használt elemanalitikai módszerek jellemzése, az oldatos elemanalitikai módszerek előnyei. A környezetvédelmi analitikában használt elemanalitikai, nyomelemanalitikai módszerek alapjai (1) Atomspektroszkópiai módszerek: atomabszorpciós módszerek, atomfluoreszcenciás módszerek, optikai emissziós módszerek (2) MS módszerek: ICP-MS.
5. Atomabszorpciós módszerek, helye, szerepe a környezetvédelmi analitikában.
6. Az ICP-OES módszer, helye, szerepe a környezetvédelmi analitikában. Radiális, axiális és duális ICP.
7. Az ICP-MS módszer, helye, szerepe a környezetvédelmi analitikában.

Légszennyezők mérése

1. Légszennyező határértékek csoportosítása, légszennyezők mérésénél használt mértékegységek, átváltások. Levegőterheltségi szintek határértékeinek fajtái. Emissziós határértékek. A kiemelt jelentőségű légszennyezők és mérésük referencia módszerei.
2. Mintavételi módszerek a légszennyezők mérésénél 1. Az adszorpciós mintavető csövek működése. Konkrét példa adszorpciós mintavételre (mit mérünk,

milyen adszorbensen, hogyan történik a leoldás, majd az analízis). Adszorpciós mintavevő kör kéményből történő gázméréshez.

3. Mintavételi módszerek a légszennyezők mérésénél 2. Kémiai reagenssel impregnált adszorbensek. Konkrét példa kémiai reagenssel impregnált hordozóra történő mintavételre (mit mérünk, milyen adszorbensen, hogyan történik a leoldás, majd az analízis). Adszorpciós mintavevő kör kéményből történő gázméréshez.
4. Mintavételi módszerek a légszennyezők mérésénél 3. Elnyeletéses (abszorpciós) mintavétel. Konkrét példa elnyeletéses mintavételre (milyen gáz mintavételezésénél használjuk, mi az elnyelető oldat és hogyan elemezzük a kapott oldatot). Elnyeletéses mintavevő kör kéményből történő gázméréshez.
5. Szilárd anyag (szálló por) mintavétele áramló gázokból. Az izokinetikus mintavétel. Belső téri és külső téri porleválasztás. Mintavevő kör izokinetikus mintavételnél. Mikor van szükség izokinetikus mintavételezésre? Többfázisú mintavételezés. Példák többfázisú mintavételezésre.
6. Diffúziós mintavétel, működési elv, típusai, előnyei és hátrányai.
7. Reprezentatív mintavétel kéményből, kürtőből. Reprezentatív mintavétel levegőszennyezettség mérésénél. Mintavételi idő emisszió mérésénél: egyenletes kibocsájtás, ciklikus kibocsájtás, rendszertelen kibocsájtás.
8. Direkt kijelzésű spektroszkópián alapuló analizátorok és működési elvük 1. NDIR, UV abszorpciós ózon analizátor, UV fluoreszcens SO₂ analizátor, kemilumineszcens NO_x analizátor.
9. Egyéb direkt kijelzésű analizátorok és működési elvük, lángionizáció és fotoionizációs analizátorok szerves vegyületek mérésére, paramágneses oxigén mérés, β -sugár abszorpciós pormérés.

2.6. Munkaerőpiaci kapcsolódások

A képzés a következő – az ESCO³ kategorizálás szerint megadott – munkaerőpiaci kompetenciák fejlesztését szolgálja:

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
a csapatában részt vevő személyekben tudatosítja a tanultakat	A csapattagok és önmaga által tanultak azonosítása és feljegyzése, az elvégzett munka minőségének fejlesztése érdekében.
adatokat ellenőriz	Adatokat elemez, átalakít és modellez a hasznos információk feltárása és a döntéshozatal támogatása érdekében.
adatokat, információkat és digitális tartalmakat értékkel	Elemzés, összehasonlítás és kritikai értékelés adatok, információk és digitális tartalmak forrásainak hitelességéről és megbízhatóságáról. Az adatok, információk és digitális tartalom elemzése, értelmezése és kritikai értékelése.

³ Az ESCO adatbázis elérhetősége: https://esco.ec.europa.eu/hu/classification/skill_main

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
beszámol a teszteredményekről	Beszámol a teszteredményekről a megállapításokra és az ajánlásokra összpontosítva, továbbá megkülönbözteti az eredményeket a súlyossági szint alapján. Belefoglalja a tesztervből származó releváns információkat, és felvázolja a tesztelési módszertant szükség esetén mutatók, táblázatok és vizuális módszerek használatával.
beszámolót készít szakmai tevékenységről	Szakmai környezetben történt eseményekről és tényekről való beszámolás megbízható módon.
biokatalitikus folyamatot dolgoz ki	Üzemyanyagokat vagy finomvegyszereket készít biomassából mikroorganizmusok, például enzimek vagy élesztő felhasználásával.
biológiai adatokat gyűjt	Biológiai mintákat gyűjt, valamint rögzíti és összefoglalja a biológiai adatokat a technikai tanulmányokban való használatra, valamint környezetgazdálkodási tervek és biológiai termékek kidolgozásához.
bioreaktort irányít	Az erjedési folyamat során és sejt kultúrában használt bioreaktorok irányítása, felszerelése, működtetése és kisebb karbantartási műveletek végrehajtása.
bioremediációs technikákat dolgoz ki	Kutatás és új módszerek kidolgozása a szennyező anyagok semlegesítésére vagy eltávolítására olyan organizmusok segítségével, amelyek a szennyező anyagokat kevésbé mérgező anyagokká alakítják át.
biztonsági intézkedésekkel kapcsolatos tájékoztatást nyújt	Útmutatást ad a balesetek vagy a veszélyforrások lehetséges okairól, és elmagyarázza az egészség és biztonság garantálásához szükséges védőintézkedéseket.
biztosítja a megfelelő dokumentációkezelést	Biztosítja a dokumentációkezelés nyomon követésére és rögzítésére vonatkozó előírások és szabályok betartását, mint például a változtatások azonosításának biztosítását, valamint, hogy a dokumentumok olvashatóak maradjanak, és hogy az elavult dokumentumokat ne használják.
csapatvezetőnek jelentést tesz	Folyamatosan tájékoztatja a csoportvezetőt a jelenlegi és a felmerülő kérdésekről.
dokumentálja az elemzések eredményét	Papíron vagy elektronikus eszközön dokumentálja az eljárást és a minták elvégzett elemzésének eredményeit.
döntéshozatalban gazdasági kritériumokat vesz figyelembe	A gazdasági szempontok figyelembevételével javaslatokat dolgoz ki és meghozza a megfelelő határozatokat.
döntést hoz	Többféle lehetőség közül választ.
együttműködik a munkatársakkal	Együttműködik munkatársaival a műveletek eredményes végrehajtása érdekében.
elemzés eredményeiről beszámol	Kutatási dokumentumokat készít, vagy beszámolót tart elvégzett kutatás és elemzés eredményeiről, megjelölve azokat az elemzési eljárásokat és módszereket, amelyek az eredményekhez vezettek, valamint az eredmények lehetséges értelmezéseit.
elfogadja az építő jellegű kritikát	Pozitívan reagál a munkájával kapcsolatban kifejezett érvényes és megalapozott véleményekre.

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
elfogadja saját elszámoltathatóságát	Elfogadja elszámoltathatóságát a saját szakmai tevékenységeért, és elismeri saját gyakorlatának és kompetenciáinak határait.
előkészíti a vegyi mintákat	A meghatározott mintákat – például gáz-, folyadék- vagy szilárd mintákat – előkészíti annak érdekében, hogy készen álljanak az elemzésre, a címkézésre és az előírások szerinti tárolásra.
előkészíti a vegyi összetevőket	Elkészíti az összetevőket a képlet szerint oly módon, hogy megméri és súlyozza a kémiai összetevőket, mint például a marósavat, oldószereket, emulziókat, peroxidot.
előrejelzési modelleket állít fel	Az előrejelzési modellezés az a folyamat, amelynek során egy modellt létrehozunk vagy kiválasztunk annak érdekében, hogy megpróbálják a legjobban megközelíteni az adott kimenetel valószínűségét.
értékeli az adatok megbízhatóságát	Olyan eljárások és technikák alkalmazása, amelyek segítségével meghatározható az információ megbízhatóságának szintje a kockázatok csökkentése és a döntéshozatal során a tévedhetetlenség növelése érdekében.
értelmezi a műszaki adatlapot	Elolvassa és megérti a gyártó által rendelkezésre bocsátott termék, alkatrész vagy gép jellemzőit és funkcionálitási módját leíró műszaki előírásokat.
értesíti a rangidős munkatársakat a problémákról	Problémák vagy meg nem felelések esetén értesíti a vezető kollégákat és visszajelzést adni nekik.
figyelemmel kíséri a fejleményeket a szakterületén	Lépéstartás a legújabb kutatásokkal, rendeletekkel és egyéb, a munkaerőpiachoz vagy máshoz kapcsolódó, a szakterületen bekövetkező változásokkal.
folyadékkromatográfiát alkalmaz	Az új termékek kifejlesztése során alkalmazza a polimerek jellegzetességeihez és a folyadékkromatográfiához kapcsolódó ismereteket.
genomikai kutatást végez	Kutatás a genomhoz kapcsolódó témákban, beleértve a génexpressziót, az anyagcsere-hálózatokat és a nukleinsav- vagy proteinkomplexeket.
hibaelhárítást végez	Azonosítja a működéssel kapcsolatos problémákat, dönt arról, hogy mit kell tenni, és erről jelentést tesz.
iparági szakemberekkel egyeztet	Mérnökökkel, tervezőkkel, felméréstechnikusokkal és a felmérési projektekben részt vevő képviselőkkel kommunikál.
írásbeli kommunikációt értelmez	Törekszik az élő, e-mail vagy szöveges írott szövegek megértésére és értelmezésére. Kéri annak a címzett általi megerősítését, hogy a közlés alapján kialakított feltételezés megfelel-e a valóságnak és a feladó által közvetíteni kívánt jelentésnek.
írásbeli utasításokat követ	Egy feladat végrehajtásához vagy egy lépésről-lépésre haladó eljárás megvalósításához követi az írásbeli utasításokat.
jelentést tesz	Tájékoztatást ad vagy eseményekről számol be szóban.
kapcsolatot tart másokkal	A számos helyzetben, a kontextusnak és a célnak megfelelő stratégiák alkalmazásával kapcsolatot tart másokkal.

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
kémiai kísérleteket végez	Kémiai kísérleteket végez azzal a céllal, hogy különféle termékeket és anyagokat teszteljen annak érdekében, hogy következtetéseket vonjon le a termék életképességéről és reprodukálhatóságáról.
képes az analitikus gondolkodásra	A logika és az érvelés mentén gondolkodik, hogy azonosítsa az alternatív megoldások, következtetések vagy megközelítések erősségeit és gyengeségeit.
képletek alapján kialakítja a gyártási eljárást	Számítógépes modellek és szimulációk segítségével a specifikus laboratóriumi képleteket és az egyes laboratóriumi vizsgálati módszereket termelési folyamatá alakítja.
kezeli a gyártási dokumentációt	Jelentéseket és műszaki dokumentációt – például eljárási standardok vagy fedélzeti naplók – kezel azzal, hogy elkészíti és felülvizsgálja őket, valamint megállapítja és megszünteti az esetleges eltéréseket és kétértelműségeket.
kiértékeli a genetikai adatokat	Kiértékeli a genetikai adatokat statisztikai számítások alkalmazásával és az eredmények elemzésével.
kísérleti adatokat gyűjt	Tudományos módszerek – például vizsgálati módszerek, kísérleti tervezés vagy mérések – alkalmazásából származó adatokat gyűjt.
kísérleti laboratóriumi adatokat elemez	Elemzi a kísérleti adatokat és értelmezi az eredményeket annak érdekében, hogy azokról jelentéseket és összefoglalókat készítsen.
kommunikációs technikákat használ	Olyan kommunikációs technikákat alkalmaz, amelyek lehetővé teszik a partnerek számára, hogy jobban megértsék egymást, és pontosan kommunikáljanak az üzenetek továbbítása során.
koncentrációt számít	Egy kémiai elem koncentrációjának mérése és meghatározása egy anyagban vagy készítményben.
kreatívan gondolkodik.	Új elképzeléseket alakít ki vagy a meglévőket egyesíti újszerű megoldások kidolgozása érdekében.
kritikus szemmel közelíti meg a problémákat	Adott problémás helyzet kezelésére szolgáló megoldások és alternatív módszerek kidolgozása érdekében azonosítja a különféle lehetőségek, ésszerű koncepciók, így például a kérdések, vélemények és megközelítések erősségeit és gyengeségeit.
kulcsszavakból összefüggő szöveget készít	E-maileket, leveleket és egyéb írásos dokumentumokat fogalmaz kulcsszavak vagy a tartalmat felvázoló kulcsfogalmak alapján. A dokumentum jellegétől függően választja meg a megfelelő formátumot és nyelvi stílust.
különböző kommunikációs csatornákat használ	A különböző típusú kommunikációs csatornákat, például a szóbeli, kézírásos, digitális és telefonos kommunikációt használ ötletek vagy információk összeállítása és megosztása céljából.
kvalitatív információkat kezel	Minőségi információk összeállítása, kódolása, kategorizálása, meghatározása, vizsgálata vagy ellenőrzése.
laboratóriumi tesztek végez	Laboratóriumi tesztek végez annak érdekében, hogy megbízható és pontos adatok álljanak rendelkezésre a tudományos kutatás és a terméktesztelés támogatásához.

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
laboratóriumi vizsgálatokat végez	Manuális, félig automatizált és teljesen automatizált laboratóriumi vizsgálatokat végez. A meghatározott szolgáltatási területen belül pontosan és hatékonyan végez speciális vizsgálatokat.
leolvassa a piktogramokat	Értelmezi azokat a piktogramokat, amelyek jelzik a tulajdonságokat és a tárgyak vizuális reprezentációkon keresztüli kezeléséhez szükséges intézkedéseket.
megbecsüli a javítás prioritását	A hiba súlyossága, a sérült vagy kopott elem fontossága, a további tervezett javítások és az elem várható élettartama alapján megbecsüli a konkrét javítás vagy csere sürgősségét.
meghatározott utasításokat követ	A célok elérése és a határidők betartása érdekében követi az utasításokat.
meghatározza a műszaki követelményeket	Meghatározza az áruk, anyagok, módszerek, folyamatok, szolgáltatások, rendszerek, szoftverek és funkcionálisok műszaki jellemzőit a vásárlók elvárásai szerint kielégítendő konkrét szükségletek megállapításával és az azokra történő reagálással.
megoldást talál a problémákra	Megoldja a tervezés, a prioritások meghatározása, a szervezés, az intézkedés irányítása/elősegítése és a teljesítmény értékelése során felmerülő problémákat. Szisztematikus információgyűjtési, -elemzési és -összegezési folyamatokat alkalmaz a jelenlegi gyakorlat értékelésére és a gyakorlattal kapcsolatos új értelmezések kialakítására.
megszünteti a berendezések hibás működését	A berendezések sérüléseinek és működési hibáinak azonosítása, jelentése és javítása; kapcsolattartás a helyszíni képviselőkkel és a gyártókkal javítási és csere alkatrészek beszerzése érdekében.
mérnökökkel dolgozik együtt	Szorosan együttműködik és kommunikál a mérnökökkel a tervekről és az új termékekről.
mikroorganizmusokat mutat ki	Különböző laboratóriumi módszereket és eszközöket, például génamplifikációt és szekvenálást alkalmaz a mikroorganizmusok, például baktériumok és gombák felismerésére és azonosítására a talajban, levegőben és vízmintákban.
mintákat címkéz	Címkézi a nyersanyagokat/termékmintákat a laboratóriumi vizsgálatokhoz, az alkalmazott minőségbiztosítási rendszer szerint.
mintatesztelést végez	Vizsgálatokat és mintatesztelést végez előkészített mintákon; elkerüli, hogy a vizsgálat során véletlenül vagy szándékosan szennyeződjenek. A mintavételi berendezéseket a tervezési paraméterekkel összhangban működteti.
munkája során betartja a biztonsági óvintézkedéseket	Olyan elveket, irányelveket és intézményi szabályozásokat alkalmaz, amelyek célja minden munkavállaló számára biztonságos munkahely biztosítása.
munkájukban segíti a kollégáit	Irányítja vagy segíti a kevésbé jártas, vagy kevésbé tájékozott személyek munkáját.
munkakapcsolatokat tart fenn	Hatékony munkakapcsolatok kialakítása a munkatársak között. Azok hosszú távú fenntartása.

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
munkavégzési módszertant alakít ki	A tevékenységi vagy tanulmányi területen alkalmazott módszerek rendszerének kialakítása.
munkavégzési utasításokat hajt végre	Megérti, értelmezi és megfelelően alkalmazza a munkahelyi utasításokat a különféle munkahelyi feladatokra vonatkozóan.
műszaki dokumentációt használ	Megérti és használja a műszaki dokumentációt a műszaki folyamat egészében.
műszaki követelményeket értelmez	A műszaki feltételekkel kapcsolatban nyújtott információk elemzése, megértése és alkalmazása.
műszerekre vonatkozó megelőző karbantartási eljárásokat dolgoz ki	Komponensekre, berendezésekre vagy rendszerekre vonatkozó megelőző karbantartási eljárásokat dolgoz ki és korszerűsít.
optimalizálja a gyártási folyamat paramétereit	Optimalizálja és fenntartja a gyártási folyamat paramétereit, például az áramlást, a hőmérsékletet vagy a nyomást.
óvja a biológiai sokféleséget	Védi az állatok, növények és mikroorganizmusok biológiai sokféleségét környezeti szempontból fenntartható intézkedések alkalmazása, például a természetes élőhelyek és a természet megőrzése révén.
önálló üzemeltetési döntéseket hoz	Szükség szerint haladéktalanul meghozza az azonnali működési döntéseket, figyelembe véve a körülményeket, valamint a vonatkozó eljárásokat és jogszabályokat. Egyedül határozza meg, melyik lehetőség felel meg a legjobban egy adott helyzetnek.
pH-értéket mér	PH-értéket mér, amely a savasság vagy lúgosság mértéke.
segíti a tudományos kutatást	Támogatja a mérnököket és a tudósokat a kísérletek, elemzések végrehajtásában, új termékek vagy folyamatok kifejlesztésében, elméletek kidolgozásában és a minőségellenőrzésben.
szakirodalmat kutat	Egy konkrét témában átfogó és szisztematikusan kutatja az információkat és a publikációkat. Összehasonlító-értékelő szakirodalmi összefoglalót hoz létre.
szakmai hálózatot hoz létre	Szakmai környezetben megszólítja a résztvevőket és találkozik velük. Közös nevezőket keres, és kapcsolatot teremt kölcsönös előnyök elérése érdekében. Nyomon követi a személyes szakmai hálózatában részt vevő személyeket, és naprakészen tájékozódik a tevékenységeikről.
szóbeli utasításokat követ	Képes követni a kollégáktól kapott szóbeli utasításokat. Törekszik megérteni és tisztázni azt, hogy mit kérnek.
tanulási stratégiákat alkalmaz	Különféle észlelési csatornákat, tanulási stílusokat, stratégiákat és módszereket alkalmaz az ismeretek, know-how-k, készségek és kompetenciák megszerzésére.
technikai kommunikációs készségeket alkalmaz	A technikai részletek magyarázata nem szakmai ügyfelek, tulajdonosok vagy bármely más érdekelt fél számára, világos és tömör formában.

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
technikai szövegeket értelmez	Olyan technikai szövegek olvasása és értelmezése, amelyek információt szolgáltatnak arról, hogyan kell elvégezni az adott feladatot, amit általában lépésekben ismertetnek.
termelést optimalizál	Megoldások, következtetések vagy problémamegoldó megközelítése erős és gyenge pontjainak elemzése és azonosítása; alternatívák kidolgozása és megtervezése.
tesztüzemet végez	Teszteket végez úgy, hogy egy rendszert, gépet, szerszámot vagy más berendezést műveletek sorozatának teljesítésére a tényleges működési körülmények között annak megbízhatóságának és alkalmasságának felmérése érdekében, és ennek megfelelően módosítja a beállításokat.
tevékenységekkel bíz meg másokat	Tevékenységek és feladatok kiosztása másoknak a képességeik, felkészültségi szintjük, kompetenciájuk és a jogi hatókör alapján. Biztosítja, hogy az emberek megértsék, mit és mikor kell tenniük.
tudományos publikációkat ír	Szakmai kiadványban ismerteti a szakterületéhez kapcsolódó tudományos kutatásának hipotézisét, eredményeit és következtetéseit.
utasításokat hajt végre	Írásbeli vagy szóbeli utasítások végrehajtása.
védőoltásokat fejleszt ki	Kutatások és laboratóriumi vizsgálatok révén olyan gyógyszereket hoz létre, amelyek immunitást biztosítanak bizonyos betegségekkel szemben.
vegyi anyagokat kever össze	A vegyi anyagok receptnek megfelelő adagjait biztonságosan összekeveri.
vegyi anyagokat kezel	Ipari vegyi anyagok biztonságos kezelése; ezek hatékony alkalmazása a környezet károsításának elkerülésével.
vegyi elemzőberendezést használ	A laboratóriumi berendezéseket használ, például atomabszorpciós felszerelést, pH-érték, a vezető tulajdonság mérésére szolgáló eszközöket, illetve sósószóró kamrát.
vegyi eljárások ellenőrzését irányítja	A kémiai folyamatközi vizsgálat irányítása és annak biztosítása, hogy az ellenőrzési eredmények dokumentáltak, az ellenőrzési eljárások jól vannak megfogalmazva és az ellenőrzési listákat frissítették.
vegyi mintákat tesztel	Elvégzi a már előkészített kémiai minták vizsgálati eljárásait a szükséges berendezések és anyagok használatával. A kémiai minták vizsgálata olyan műveleteket foglal magában, mint a pipettázás vagy hígítási tevékenységek.
vegyi segédanyagokat tesztel	A kémiai segédanyagok keveréktartalmának jellemzése céljából végez vizsgálatot. Ezek közé tartozik a víztartalom meghatározása, a bejelentett hatóanyagok mennyisége, a potenciális veszélyek vizsgálata stb.
vegyi vizsgálati eljárásokat irányít	Irányítja a kémiai vizsgálatok során alkalmazandó eljárásokat azok megtervezése és a megfelelő vizsgálatok elvégzése révén.
vezetőkkel egyeztet	Egyeztet a többi szervezeti egység vezetőivel, biztosítva a hatékony szolgáltatást és kommunikációt, azaz az értékesítést, a tervezést, a vásárlást, a kereskedelmet, az elosztást és a technikai segítségnyújtást.

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
visszajelzéseket kezel	Visszajelzést ad másoknak. Konstruktív és szakmai szempontok alapján értékeli és megválaszolja a kollégáktól és a fogyasztóktól érkező kritikát megfogalmazó kommunikációt.
vizsgálati eljárásokat dolgoz ki	Vizsgálati protokollokat dolgoz ki a termékek, rendszerek és összetevők különböző elemzéseinek lehetővé tétele érdekében.

2.7. Specializálódás a képzés során

2.7.1. A specializációk közötti választás részletes szabályai

1. Jelentkezés és annak feltétele

A szak hallgatói mintatantervi 4. félév végén, a nyári vizsgaidőszak végén választanak specializációt, amennyiben a 3. félév lezárása után minimum 70 kredittel rendelkeznek. A specializáció választás során az előzetesen meghirdetett módon rangsorolhatják a specializációkat.

2. Pontszámítás, rangsorolás

Tanulmányi eredmény alapján. A specializációk indítása nem garantált, hanem az a hallgatói érdeklődés és az oktatói kapacitások függvénye. A specializációk létszáma jellemzően 10-30 közötti az alapszakon. Ennek megfelelően egy adott évben egy specializáció indítása nem garantált, csak ha legalább 10 hallgató jelöli azt meg az első helyen. Ha pedig valamely specializációra az elsőhelyes jelentkezések száma 30 feletti, akkor létszámkorlátozás írható elő, és tanulmányi eredménytől függő sorrendben juthatnak oda be a hallgatók. Az egyes specializációkra alkalmazandó konkrét létszámkorlátok évenként a specializáció választás előtt nyilvánosan meghirdetésre kerülnek.

3. Besorolás a specializációba

A hallgató a specializációválasztás után a tanulmányi rendszerben a megfelelő specializációra besorolásra kerül és a végbizonyítvány megszerzéséhez a specializáció követelményeit figyelembe véve történik a tanulmányi követelmények teljesítésének ellenőrzése.

4. Specializációk közötti váltás szabályai

Specializáció váltás a hallgató kérelmére, mindkét érintett specializáció felelősenek együttes támogatásával lehetséges.

5. Külső partner részvétele a specializációban duális vagy kooperatív képzés révén nem releváns. Külső partnerek meghívott előadóként, óraadóként, továbbá a záróvizsga-bizottságokban vesznek részt.

2.7.2. Alkalmazott biotechnológia specializáció

I. A specializáció alapadatai

A specializáció megnevezése: Alkalmazott biotechnológia specializáció

A specializáció képzési nyelve: magyar

A specializáció kreditértéke: 40 kredit

A specializációért felelős szervezeti egység: Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer tudományi Tanszék

Specializációfelelős oktató: Dr. Németh Áron

II. A specializációba való belépés feltételei és módja

Általános szabályok szerint

A specializációra jelentkezők rangsorolásának részletes szabályai:

általános szabályok szerint

III. A specializáció képzési célja és tartalma

1. A specializáció képzési célja:

A specializáció a mikrobiológiai folyamatok ipari méretű felhasználásával és alkalmazásával ismerttet meg. Ez leginkább különböző anyagok (pl. finom-ke-mikáliák, gyógyszerhatóanyagok, élelmiszeralkotók, fehérjék, enzimek, mező-gazdasági ágensek) ipari előállítását jelenti mikrobák segítségével. A biológiai technológiák működéséhez szükséges elméleti ismeretek és a gyakorlati ismeretek (pl. biofinomító- és bioipari technológiák, in-vitro sejttechnológiák) egyaránt fontos részei a specializációnak.

2. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák

a. tudás

- i. Ismeri a biomolekulák szerkezetét és működését.
- ii. Ismeri a sejtbiológiai és mikrobiológiai rendszerek működését.
- iii. Ismeri a genetikai és molekuláris biológiai folyamatokat.
- iv. Ismeri a biomérnöki upstream és downstream műveletek elméletét és gyakorlati alapjait.
- v. Széleskörű ismerete van a biológiai technológiákról, ismeri a biotechnológiai termelési rendszerek felépítését.
- vi. Ismeri az analitikai kémiai és bioanalitikai módszerek széles eszköztárát.
- vii. Ismeri a folyamatirányítás és szabályozás alapjait.
- viii. Ismer statisztikai és kísérlettervezési módszereket.
- ix. Ismeri az adatvezérelt megközelítések alapelveit.
- x. Ismeri a minőségirányítás, biztonságtechnika és fenntarthatóság alapjait.

b. képesség

- i. Képes laboratóriumi és ipari mérések kivitelezésére.
- ii. Képes analitikai eredmények kiértékelésére és interpretálására.
- iii. Képes bioreaktorok és műveleti egységek működtetésére.
- iv. Képes folyamatmodellek alkalmazására és értelmezésére.
- v. Képes kísérlettervezési módszerek önálló alkalmazására
- vi. Képes biotechnológiai folyamatok fejlesztésére és optimalizálására.

- vii. Képes nagy mennyiségű adat feldolgozására és elemzésére.
- viii. Képes digitális és AI-eszközök használatára biomérnöki problémákban
- ix. Képes biotechnológiai folyamatok hibaanalízisére és fejlesztésére.
- x. Képes kisebb projektek megtervezésére és lebonyolítására.

c. attitűd

- i. Törekszik a pontos és reprodukálható munkavégzésre.
- ii. Elkötelezett a minőségbiztosítás és szabványok iránt.
- iii. Nyitott az új tudományos és technológiai eredményekre.
- iv. Adataalapú döntéshozatalra törekszik.
- v. Rendszerszemléletben gondolkodik.
- vi. Környezettudatos szemléletet alkalmaz.
- vii. Felelősségteljesen viszonyul a biotechnológia társadalmi hatásaihoz.
- viii. Együttműködő és csapatmunkára nyitott.
- ix. Innovatív megoldások keresésére törekszik.
- x. Törekszik saját szakmai fejlődésének folyamatos fenntartására.

d. autonómia és felelősség

- i. Önállóan végez laboratóriumi és alapvető technológiai feladatokat.
- ii. Felelősséget vállal mérési és számítási eredményeiért.
- iii. Képes saját munkájának megtervezésére és szervezésére.
- iv. Betartja és betartatja a biztonsági és minőségügyi előírásokat.
- v. Irányítás mellett részt vesz ipari és kutatási fejlesztésekben.
- vi. Képes kisebb szakmai projektek koordinálására.
- vii. Felismeri saját kompetenciahatárait.
- viii. Szakmai problémák esetén kezdeményezi megoldások keresését.
- ix. Dokumentálja és kommunikálja szakmai eredményeit.
- x. Elkötelezett az élethosszig tartó tanulás mellett.

Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

3. A záródolgozat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

4. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVEVETOBSEBEE111	Biomérnöki műveletek és folyamatok	Biomérnöki műveletek és folyamatok BMEVEBESBBIM1-01
ZVEVETOBSEBAB111	Bioipari technológiák	Bioipari technológiák 1 BMEVEBESBBTE1-01 Bioipari technológiák labor BMEVEBESBBITL-01

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (tételsor, kompetencialista)

1. Biomérnöki műveletek és folyamatok [ZVEVETOBSEBEE111]

1. A biotechnológia fogalma, a biomérnöki tudomány, a fermentáció mint nagyipar. de novo fermentáció és biokonverzió (az utóbbi néhány jellemzője)
2. Az enzimhatás termodinamikai alapjai, (fehérjék szerkezete), kötő hely, aktív hely átmeneti komplex(ek), kulcs-zár indukált illeszkedés.
3. Az enzimek (és enzim katalizálta reakciók) tulajdonságai. Az aktív enzim felépítése, az enzimek csoportjai, nevezéktanuk, enzimaktivitás.
4. A Michaelis-Menten és a Briggs-Haldane kinetikai leírás.
5. Az enzimkinetikai egyenletek diszkussziója, K_m (K_s) és V_{max} grafikus meghatározásának módszerei: linearizációs módszerek. Az integrált egyenlet felhasználása.
6. A kinetikai paraméterek értelmezése [V_{max} , k_2 , váltásszám, K_m (K_s), katalitikus effektivitás], ténylegesen reverzibilis reakció kinetikai leírása.
7. Enzim moduláció. Irreverzibilis inhibíció. Reverzibilis inhibíciók. Szubsztrát inhibíció.
8. Több szubsztrátos enzimreakciók modelljei (kinetika nélkül!). A hőmérséklet és a pH hatása az enzimaktivitásra.
9. Heterogénfázisú enzimes reakciók. Az enzim rögzítés módszerei.
10. Enzimek felhasználása analitikai célra. Enzimes elektródok és bioszenzorok felépítése.
11. Primer alkoholok, szekunder alkoholok és redukáló cukrok oxidációja (glükonsav fermentáció).
12. Szorbóz fermentáció (Bertrand szabály), C-vitamin gyártás módszerei.
13. Transzglykozilezés. Mikrobiális poliszaharidok: dextrán, xantán. Ciklodextrinek.
14. Liázok reakciói: aciloin kondenzáció, L-DOPA előállítás, akrilamid előállítás, fumársav átalakítások.
15. Izomerizálás. Kinetikus reszolválás és aszimmetrikus szintézis. Aminosavak reszolválása, kirotechnológia.
16. A keményítő és a pektin hidrolízise, laktóz hidrolízis.
17. Penicillin hidrolízis, félszintetikus penicillinek előállítása.

18. Koenzim regenerálás: két választott példán keresztül. Peptidszintézis. Egyensúlyi és kinetikus kontrol. Aszpartám szintézis.
19. Mikroorganizmusok tápanyagigénye, tápoldatok, a hozam definíciója. A hozamfogalom kiterjesztése. Metabolikus kvóciensek, P/O hányados, RQ.
20. A mikrobaszaporodás alapösszefüggései: MONOD növekedési modell, fajlagos növekedési sebesség, generációs idő. A növekedés kinetikai állandóinak grafikus meghatározási lehetőségei, jellemző grafikus képek.
21. Monod modell család: többszubsztrátos kinetika (speciális esete: a 2 limitáló szubsztrát), szubsztrát inhibíció, termékképződési kinetika.
22. A szénforrás hasznosulása, hozamok (az eredő hozam kifejtése, fenntartási S-igény), ATP-hozam, hőhozam, P/O hányados, respirációs hányados.
23. A mikrobiális sztöchiometria alapjai: C-mól, elektronegyenérték, együtthatók összefüggései, hozamok kifejezése. A sztöchiometriai leírás felhasználhatósága.
24. A kemosztát folytonos fermentáció alapösszefüggései, indítás, stabilitás, eltérések a kemosztáttól.
25. Tartózkodási idő eloszlás, a folytonos és a szakaszos rendszer produktivitásának összehasonlítása.
26. Egyéb fermentációs technikák: Többlépcsős kemosztát, egy lépcsős kemosztát visszatáplálással. Fedbatch fermentáció. Félfolytonos fermentáció, ismételt fedbatch fermentáció, turbidosztát.
27. Mikroorganizmusok oxigén igénye: légzés, oxigénre vonatkozó hozam, az oldott oxigén koncentráció és a légzési sebesség kapcsolata, kritikus oxigén szint.
28. Az oxigénátadás alapösszefüggései: kétfilm modell, $dc/dt = K_L a (C^* - C)$ egyenlet diszkussziója, C változása a szakaszos fermentáció során, OTR.
29. C^* függései, hogyan becsülhető? K_L és a becslése, a buborék mérettől függő két eset, hold-up.
30. A keverés funkciói, a buborékképződés mechanizmusa, áramlási kép, főbb méretarányok kevert/levegőztetett labor reaktorban. A keverés energia igénye, N_P , N_a dimenziómentes kritériumok értelmezése. $K_L a$ mitől és hogyan függ kevert/levegőztetett reaktorban?
31. Bioreaktorok - kevert reaktorok. Bioreaktorok - air lift és jet reaktorok.
32. Fermentációk nyomon követésének módszerei: miért mérünk, mit mérünk és hogyan mérünk?
33. A mikrobanoövekedés mérése
34. Az oldott oxigén mérése, az oxigénátadás mérése (statikus és dinamikus módszer)
35. Sterilizés: a mikrobapusztulás alapjai, kinetikája, valószínűségi értelmezése
36. Szakaszos és folytonos tápoldat-sterilizés.

2. Bioipari technológiák [ZVEVETOBAB111]

1. Egysejtfehérje előállítás különböző szénforrásokon
2. Egysejtfehérje előállítás metanolon

3. Aminosavak/1 Anyagcsere mérnökség és az aromás aminosavak fermentációs előállítása
4. Aminosavak/2 A glutaminsav fermentáció
5. Aminosavak/3 Lizin gyártás
6. Aminosavak/4 Aminosavak előállítása enzimes konverzióval (Lys, Asp, Trp, Phe)
7. Szerves savak/1 Glükonsav gyártás
8. Szerves savak/2 Ecetsav gyártás
9. Nukleotidok
10. Vitaminok
11. Anaerob technológiák/1 Tejsav gyártás
12. Anaerob technológiák/2 Aceton-butanolos erjesztés
13. Ipari enzimek/1 Proteázok (pH szerint, és a termolizin)
14. Ipari enzimek/2 Rennin
15. Ipari enzimek/3 Lipázok, reszolválás
16. Antibiotikumok/1 Sztreptomycin csoport
17. Antibiotikumok/2 Tetraciklin csoport
18. Antibiotikumok/3 Ciklopeptid csoport
19. Citosztatikumok/1 mikrobiális citosztatikumok
20. Citosztatikumok/2 növényi citosztatikumok, epotilonok
21. Biopeszticidek Biopeszticidek
22. Aktív humán fehérjék
előállítása/1 Sertés inzulin átalakítása humán inzulinná
23. Aktív humán fehérjék
előállítása/2 Inzulin előállítása rekombináns fehérjeként
24. Aktív humán fehérjék
előállítása/3 Eritropoietin gyártás
25. Aktív humán fehérjék
előállítása/4 TPA gyártás
26. Aktív humán fehérjék
előállítása/5 Faktor VIII gyártása
27. Állati sejtek tenyésztése Sejtvonalak, tápoldatok, technikák, berendezések
28. Vakcinagyártás/1 Gyártási technológiák (attenuált, inaktivált)
29. Vakcinagyártás/2 Alegység vakcinák (HBV, SzKF)
30. Vakcinagyártás/3 Nukleinsav vakcinák

2.7.3. Egészségvédelmi specializáció

1. A specializáció alapadatai

A specializáció megnevezése: Egészségvédelmi specializáció

A specializáció képzési nyelve: magyar

A specializáció kreditértéke: 40 kredit

A specializációért felelős szervezeti egység: Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer tudományi Tanszék

Specializációfelelős oktató: Dr. Gergely Szilveszter

2. A specializációba való belépés feltételei és módja

Általános szabályok szerint

A specializációra jelentkezők rangsorolásának részletes szabályai:

Általános szabályok szerint

3. A specializáció képzési célja és tartalma

1. A specializáció képzési célja:

A specializáció az orvosi munkával kapcsolatos, több kémiai és biológiai ismeretet igénylő tevékenységekre készít fel, a szakirányi tárgyak jelentős része (pl. anatómia, élettan, klinikai kémia) is ezt tükrözi. A képzésben fontos szerepet vállal a Semmelweis Egyetem. A specializáción végzett mérnökök például klinikai laborokban, gyógyszeripari kutatásban, egészségügyi intézetekben helyezkedhetnek el.

2. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák

a. tudás

- i. Ismeri az emberi szervezet anatómiáját: szövetek, szervek, szervrendszerek helyét, morfológiáját és alapvető működésüket.
- ii. Ismeri a humán élettani rendszerek felépítését, működését és szabályozási mechanizmusait.
- iii. Ismeri az egészséges szervezetben zajló élettani folyamatok törvényszerűségeit és vizsgálati módszereit.
- iv. Ismeri a mikrobiológiai folyamatokat, a vizsgálati eljárásokat és a kórokozókkal végzett munka veszélyeit.
- v. Ismeri a legfontosabb klinikai laboratóriumi és analitikai technikákat, valamint a patológias működési mechanizmusokat.
- vi. Ismeri az élelmiszerek összetevőit, feldolgozásukat, valamint táplálkozás-élettani jelentőségüket, felszívódásuk alapfolyamatait.
- vii. Ismeri a főbb kórélettani folyamatokat, beleértve a fertőző, immunológiai, keringési, anyagcsere- és daganatos betegségek alapjait.
- viii. Ismeri a specializációhoz kapcsolódó adatgyűjtési, tanulási, problémamegoldási és minőségbiztosítási eljárásokat, etikai korlátokat.

b. képesség

- i. Képes szakirodalmak, adatbázisok és egyéb szakmai információforrások használatára és feldolgozására az anatómia, (kór)élettan és élelmiszerkémia területén.
- ii. Képes összetett szakmai problémák értelmezésére és megoldására, például betegségek során kialakuló sejtes, szervi és szervezetszintű változások elemzésére, illetve diagnosztikai és terápiás elvek összehasonlítására.
- iii. Képes az élelmiszerek összetételének, táplálkozási értékének és minőségi jellemzőinek értelmezésére, valamint egyszerű élelmiszerkémiai és táplálkozástudományi feladatok önálló megoldására.
- iv. Képes hatékony együttműködésre és kommunikációra más szakterületek szakembereivel (pl. orvosokkal, biológusokkal, mikrobiológusokkal).
- v. Képes laboratóriumi és kísérletes feladatok elvégzésére, új vizsgálati módszerek és metodikák elsajátítására és alkalmazására az élettani, klinikai és kutatási munkában.
- vi. Képes a mikrobiológiai és klinikai kémiai laboratóriumi munkára, beleértve a munkavédelmi szabályok betartását, a megfelelő manualitást.
- vii. Képes kritikusan értékelni a tudományosan nem megalapozott egészségügyi állításokat és módszereket, valamint új, korábban nem ismert folyamatokat is szakmai alapon megérteni.

c. attitűd

- i. Erős érdeklődés jellemzi az új ismeretek, módszerek, eljárások és eszközök iránt az anatómia, (kór)élettan, mikrobiológia, klinikai kémia és élelmiszerkémia területén, különösen azok gyakorlati alkalmazhatóságát illetően.
- ii. Törekszik a folyamatos önképzésre és szakmai fejlődésre, vagyis rendszeresen követi az új tudományos eredményeket, és bővíti tudását a biomednői és orvosbiológiai szakterületeken.
- iii. Nyitott a szakmai és technológiai fejlesztésekre, valamint az innovációra, és fontos számára ezek megismerése, elfogadása és gyakorlati hasznosítása.
- iv. Empatikus és betegközpontú szemléletű, vagyis figyelembe veszi, hogy a betegségek miként befolyásolják az érintettek életminőségét.

d. autonómia és felelősség

- i. Önállóan és autonóm módon képes szakmai kérdések értelmezésére a szervezet működésének, a diagnosztikus és mérés-technikai módszerek élettani hátterének, a klinikai kémiai problémáknak, valamint a betegségek kialakulásának, megelőzésének és kezelésének területén.

- ii. Fontos számára az eredmények megbízhatósága, az ellenőrzés, valamint az etikai és tudományos korrektség betartása az orvostudományi módszerek alkalmazása, illetve az információk feldolgozása és bemutatása során.
- iii. Jellemzi a kezdeményezőkézség és a személyes felelősségvállalás, illetve képes az egyéni és csoportmunka összehangolására, vagyis együttműködik másokkal (pl. orvos, mérnök, mikrobiológus, analitikus, diatetikus stb.) és a közös feladatok megvalósításában is felelősen vesz részt.

3. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

4. A záródolgozat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

5. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVEVETOBSBEE111	Biomérnöki műveletek és folyamatok	Biomérnöki műveletek és folyamatok BMEVEBESBBIM1-01
ZVEVETOBSBEG111	Klinikai kémia	Klinikai kémia BMEVEBESBKLIK-01

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (tételsor, kompetencialista)

1. Biomérnöki műveletek és folyamatok [ZVEVETOBSBEE111]

1. A biotechnológia fogalma, a biomérnöki tudomány, a fermentáció mint nagyipar. de novo fermentáció és biokonverzió (az utóbbi néhány jellemzője)
2. Az enzimhatás termodinamikai alapjai, (fehérjék szerkezete), kötő hely, aktív hely átmeneti komplex(ek), kulcs-zár indukált illeszkedés.
3. Az enzimek (és enzim katalizálta reakciók) tulajdonságai. Az aktív enzim felépítése, az enzimek csoportjai, nevezéktanuk, enzimaktivitás.
4. A Michaelis-Menten és a Briggs-Haldane kinetikai leírás.
5. Az enzimkinetikai egyenletek diszkussziója, K_m (K_s) és V_{max} grafikus meghatározásának módszerei: linearizációs módszerek. Az integrált egyenlet felhasználása.
6. A kinetikai paraméterek értelmezése [V_{max} , k_2 , váltásszám, K_m (K_s), katalitikus effektivitás], ténylegesen reverzibilis reakció kinetikai leírása.
7. Enzim moduláció. Irreverzibilis inhibíció. Reverzibilis inhibíciók. Szubsztrát inhibíció.
8. Több szubsztrátos enzimreakciók modelljei (kinetika nélkül!). A hőmérséklet és a pH hatása az enzimaktivitásra.
9. Heterogénfázisú enzimes reakciók. Az enzim rögzítés módszerei.

10. Enzimek felhasználása analitikai célra. Enzimes elektródok és bioszenzorok felépítése.
11. Primer alkoholok, szekunder alkoholok és redukáló cukrok oxidációja (glükonsav fermentáció).
12. Szorbóz fermentáció (Bertrand szabály), C-vitamin gyártás módszerei.
13. Transzglikozilezés. Mikrobiális poliszaharidok: dextrán, xantán. Ciklodextrinek.
14. Liázok reakciói: aciloin kondenzáció, L-DOPA előállítás, akrilamid előállítás, fumársav átalakítások.
15. Izomerizálás. Kinetikus resolválás és aszimmetrikus szintézis. Aminosavak resolválása, kirotechnológia.
16. A keményítő és a pektin hidrolízise, laktóz hidrolízis.
17. Penicillin hidrolízis, félszintetikus penicillinek előállítása.
18. Koenzim regenerálás: két választott példán keresztül. Peptidszintézis. Egyensúlyi és kinetikus kontrol. Aszpartám szintézis.
19. Mikroorganizmusok tápanyagigénye, tápoldatok, a hozam definíciója. A hozamfogalom kiterjesztése. Metabolikus kvóciensek, P/O hányados, RQ.
20. A mikrobaszaporodás alapösszefüggései: MONOD növekedési modell, fajlagos növekedési sebesség, generációs idő. A növekedés kinetikai állandóinak grafikus meghatározási lehetőségei, jellemző grafikus képek.
21. Monod modell család: többszubsztrátos kinetika (speciális esete: a 2 limitáló szubsztrát), szubsztrát inhibíció, termékképződési kinetika.
22. A szénforrás hasznosulása, hozamok (az eredő hozam kifejtése, fenntartási S-igény), ATP-hozam, hőhozam, P/O hányados, respirációs hányados.
23. A mikrobiális sztöchiometria alapjai: C-mól, elektronegyenérték, együttthatók összefüggései, hozamok kifejezése. A sztöchiometriai leírás felhasználhatósága.
24. A kemosztát folytonos fermentáció alapösszefüggései, indítás, stabilitás, eltérések a kemosztáttól.
25. Tartózkodási idő eloszlás, a folytonos és a szakaszos rendszer produktivitásának összehasonlítása.
26. Egyéb fermentációs technikák: Többlépcsős kemosztát, egy lépcsős kemosztát visszatáplálással. Fedbatch fermentáció. Félfolytonos fermentáció, ismételt fedbatch fermentáció, turbidosztát.
27. Mikroorganizmusok oxigén igénye: légzés, oxigénre vonatkozó hozam, az oldott oxigén koncentráció és a légzési sebesség kapcsolata, kritikus oxigén szint.
28. Az oxigénátadás alapösszefüggései: kétfilm modell, $dc/dt = K_{La} (C^* - C)$ egyenlet diszkussziója, C változása a szakaszos fermentáció során, OTR.
29. C^* függései, hogyan becsülhető? K_L és a becslése, a buborék mérettől függő két eset, hold-up.
30. A keverés funkciói, a buborékképződés mechanizmusa, áramlási kép, főbb méretarányok kevert/levegőztetett labor reaktorban. A keverés energia igénye, N_p , N_a dimenziómentes kritériumok értelmezése. K_{La} mitől és hogyan függ kevert/levegőztetett reaktorban?

31. Bioreaktorok - kevert reaktorok. Bioreaktorok - air lift és jet reaktorok.
32. Fermentációk nyomon követésének módszerei: miért mérünk, mit mérünk és hogyan mérünk?
33. A mikrobanövekedés mérése
34. Az oldott oxigén mérése, az oxigénátadás mérése (statikus és dinamikus módszer)
35. Sterilizés: a mikrobapusztulás alapjai, kinetikája, valószínűségi értelmezése
36. Szakaszos és folytonos tápoldat-sterilizés.

2. Klinikai kémia [ZVEVETOBSEBEG111]

1. Preanalitika, mintavétel, mintakezelés.
2. Örökletes rendellenességek, (cisztás fibrózis, Leiden mutáció, sarlósejtes anémia). Molekuláris biológiai módszerek alkalmazása a klinikai laboratóriumban.
3. Gyógyszermetabolizmus, biotranszformáció, hemoglobin lebontás, bilirubin biotranszformáció.
4. Vese betegségek laboratóriumi diagnosztikai módszerei.
5. Vizeletvizsgálat.
6. Máj funkcióinak vizsgálata.
7. Klinikai enzimológia.
8. Lipidanyagcsere és zavarainak vizsgálati módszerei, koleszterinszintézis a metabolikus x-szindróma.
9. Cukorbetegség ellenőrzésének klinikai kémiai módszerei, hajnali jelenség, Somogyi effektus.
10. Endokrin betegségek laboratóriumi vizsgálatának alapelvei, pajzsmirigyvizsgálatok.
11. Endokrin betegségek laboratóriumi vizsgálatának alapelvei, az ACTH-mellékvese tengely, glükokortikoidok, a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszer, mineralokortikoidok.
12. Endokrin betegségek laboratóriumi vizsgálatának alapelvei, mellékpajzsmirigy.
13. Véralvadás és vizsgáló módszerei.
14. Immunanalitikai eljárások a klinikai kémiában.
15. Hematológiai vizsgálatok.

2.7.4. Élelmiszerminősítő specializáció

1. A specializáció alapadatai

A specializáció megnevezése: Élelmiszerminősítő specializáció

A specializáció képzési nyelve: magyar

A specializáció kreditértéke: 40 kredit

A specializációért felelős szervezeti egység: Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Specializációfelelős oktató: Dr. Tömösközi Sándor

2. A specializációba való belépés feltételei és módja

Általános szabályok szerint

A specializációra jelentkezők rangsorolásának részletes szabályai:

Általános szabályok szerint

3. A specializáció képzési célja és tartalma

1. A specializáció képzési célja:

A specializáció képzése az élelmiszerminőség, minősítés, és élelmiszerbiztonság ismeretanyagát helyezi a fókuszba. Kiemelten foglalkozik az élelmiszeranalitika és -mikrobiológia alapismereteinek tárgyalásával, mintavételezéssel és mintaelőkészítéssel, a laboratóriumi minőségirányítással, a digitális rendszerek alkalmazhatóságával. Ezen túlmenően a képzés fontos eleme az élelmiszerkémiai és táplálkozástani, az élelmiszertechnológiai és élelmiszer biztonsággal kapcsolatos tudás és jártasság megszerzése. Nagy hangsúlyt fektetünk a laboratóriumi gyakorlatok fenntartására, analitikai, mikrobiológiai és technológiai laboratóriumi gyakorlatok is szerepelnek a képzésünkben.

2. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák

a. tudás

- i. Ismeri az élelmiszeripari nyersanyagok és termékek összetételének, minőségének és élelmiszerbiztonsági jellemzőinek alapvető összefüggéseit.
- ii. Ismeri az élelmiszerek fő természetes és hozzáadott komponenseit, azok szerkezetét, tulajdonságait és táplálkozás-élettani jelentőségét.
- iii. Ismeri és megérti az élelmiszeranalitikai módszerek alapelveit, összefüggéseit, alkalmazásuk lehetőségeit, követelményeit és korlátait, lehetséges hibaforrásait.
- iv. Átlátja az élelmiszervizsgálatok laboratóriumi feltételrendszerét, a vonatkozó szabályozási és minőségirányítási kérdéseket, az eredmények kezelésének és értékelésének módszertanát és kockázatait.
- v. Ismeri az élelmiszerbiztonsági rendszerek (pl. HACCP) mikrobiológiai alapjait és azok gyakorlati jelentőségét.
- vi. Ismeri az élelmiszermikrobiológiai vizsgálati módszereket, például a festési, tenyésztési és mennyiségi meghatározási eljárásokat. Ismeri ezen mikrobiológiai eljárások helyes kivitelezésének menetét.
- vii. Ismeri az élelmiszertechnológiai folyamatok esetében a kémiai, biokémiai és mikrobiológiai folyamatok alapvető törvényszerűségeit és az ezekre épülő vizsgálati módszereket.

- viii. Ismeri az élelmiszeripari műveletekhez kapcsolódó legfontosabb biotechnológiai műveleteket és berendezéseit, valamint a technológiák főbb termékeit és azok jellemzőit.
 - ix. Ismeri az élelmiszerekben előforduló fizikai, kémiai és biológiai veszélyforrásokat, előfordulási kockázatuk megállapításának módját átlátja az élelmiszerlánc alapvető kritikus pontjait, a kockázatok minimalizálásának lehetőségeit, kezelésük műveleti alapjait.
- b. képesség
- i. Képes az élelmiszerek összetételének, táplálkozási értékének és alapvető minőségi jellemzőinek értelmezésére.
 - ii. Képes egyszerű élelmiszerkémiai vagy táplálkozástudományi feladatok önálló feldolgozására és az ismeretek gyakorlati alkalmazására.
 - iii. Képes a megszerzett tudás alapján laboratóriumi módszerek, szabványok, SOP-k értelmezésére, végrehajtására, az esetleges problémák, hibák azonosítására és kezelésére, a módszerek közötti eltéréseket felismerésére.
 - iv. Képes összetettebb analitikai feladatok megoldására, ilyen mérések kivitelezésére, eredmények kritikus értékelésére, értelmezésére, egyszerű módszerválasztási és validálási döntések előkészítésére, valamint új módszerek és műszerek rendszerbe illesztésére.
 - v. Képes önállóan végrehajtani élelmiszermikrobiológiai vizsgálatokat és kiértékelési feladatokat
 - vi. Képes az analitikai és mikrobiológiai laboratóriumok munkavédelmi és steriltechnikai szabályait betartva munkát végezni.
 - vii. Képes az alapvető élelmiszeripari technológiák laboratóriumi szintű kivitelezésére és ezzel kapcsolatos problémák feltárására és megoldására.
 - viii. Képes megérteni és használni szakterületének jellemző online és nyomtatott műszaki dokumentációit, szakirodalmát magyar, és legalább egy idegen nyelven.
 - ix. Képes az élelmiszerbiztonsági rendszerek részeleminek kialakítására, a HACCP és a kapcsolódó kockázatelemzés elvégzésére, kialakított élelmiszerbiztonsági rendszerek működtetésére.
- c. attitűd
- i. Törekszik arra, hogy önképzése és ismeretszerzése a szakterülethez kapcsolódó témákban folyamatos legyen.
 - ii. Nyitott az élelmiszeripari és táplálkozástudományi területeken zajló szakmai és technológiai fejlesztések megismerésére.

- iii. Érdeklődik az élelmiszerek vizsgálatával, minőségértékelésével és a kapcsolódó módszerek fejlődésével összefüggő új ismeretek iránt.
- iv. Törekszik lépést tartani az élelmiszermikrobiológia legújabb kutatásaival, érdeklődik a speciális mikrobiológiai szakterülettel összefüggő új ismeretek, módszerek és eszközök iránt.
- d. autonómia és felelősség
 - i. Jellemzője a kezdeményezés és a személyes felelősségvállalás a projektfeladatok és önálló feladatok megoldása során.
 - ii. Képes az egyéni és csoportmunka összehangolására, és együttműködik a közös feladatok megvalósításában.
 - iii. Törekszik az etikai szabályok és a tudományos korrektség betartására az információk feldolgozása és bemutatása során.
 - iv. Döntéseiért felelősséget vállal, figyelembe veszi az alkalmazott módszerek teljesítőképességét követelményeit, szükség esetén beavatkozik a nem megfelelő folyamatokba.
 - v. Munkahelyi vezetőjének útmutatása alapján önállóan és csoportban is, a minőség, a biztonság követelményeit betartva végzi szakmai munkáját.

3. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

4. A záródolgozat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

5. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVEVETOBSBEE111	Biomérnöki műveletek és folyamatok	Biomérnöki műveletek és folyamatok BMEVEBESBBIM1-01
ZVEVETOBSBEL111	Élelmiszeranalitika	Élelmiszeranalitika BMEVEBESBELAN-01 Élelmiszeranalitika labor BMEVEBESBELAL-01

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (tételsor, kompetencialista)

1. Biomérnöki műveletek és folyamatok [ZVEVETOBSBEE111]

1. A biotechnológia fogalma, a biomérnöki tudomány, a fermentáció mint nagyipar. de novo fermentáció és biokonverzió (az utóbbi néhány jellemzője)

2. Az enzimhatás termodinamikai alapjai, (fehérjék szerkezete), kötő hely, aktív hely átmeneti komplex(ek), kulcs-zár indukált illeszkedés.
3. Az enzimek (és enzim katalizálta reakciók) tulajdonságai. Az aktív enzim felépítése, az enzimek csoportjai, nevezéktanuk, enzimaktivitás.
4. A Michaelis-Menten és a Briggs-Haldane kinetikai leírás.
5. Az enzimkinetikai egyenletek diszkussziója, K_m (K_s) és V_{max} grafikus meghatározásának módszerei: linearizációs módszerek. Az integrált egyenlet felhasználása.
6. A kinetikai paraméterek értelmezése [V_{max} , k_2 , váltásszám, K_m (K_s), katalitikus effektivitás], ténylegesen reverzibilis reakció kinetikai leírása.
7. Enzim moduláció. Irreverzibilis inhibíció. Reverzibilis inhibíciók. Szubsztrát inhibíció.
8. Több szubsztrátos enzimreakciók modelljei (kinetika nélkül!). A hőmérséklet és a pH hatása az enzimaktivitásra.
9. Heterogénfázisú enzimes reakciók. Az enzim rögzítés módszerei.
10. Enzimek felhasználása analitikai célra. Enzimes elektródok és bioszenzorok felépítése.
11. Primer alkoholok, szekunder alkoholok és redukáló cukrok oxidációja (glükonsav fermentáció).
12. Szorbóz fermentáció (Bertrand szabály), C-vitamin gyártás módszerei.
13. Transzglikozilezés. Mikrobiális poliszaharidok: dextrán, xantán. Ciklodextrinek.
14. Liázok reakciói: aciloin kondenzáció, L-DOPA előállítás, akrilamid előállítás, fumársav átalakítások.
15. Izomerizálás. Kinetikus reszolválás és aszimmetrikus szintézis. Aminosavak reszolválása, kirotechnológia.
16. A keményítő és a pektin hidrolízise, laktóz hidrolízis.
17. Penicillin hidrolízis, félszintetikus penicillinek előállítása.
18. Koenzim regenerálás: két választott példán keresztül. Peptidszintézis. Egyensúlyi és kinetikus kontrol. Aszpartám szintézis.
19. Mikroorganizmusok tápanyagigénye, tápoldatok, a hozam definíciója. A hozamfogalom kiterjesztése. Metabolikus kvóciensek, P/O hányados, RQ.
20. A mikrobaszaporodás alapösszefüggései: MONOD növekedési modell, fajlagos növekedési sebesség, generációs idő. A növekedés kinetikai állandóinak grafikus meghatározási lehetőségei, jellemző grafikus képek.
21. Monod modell család: többszubsztrátos kinetika (speciális esete: a 2 limitáló szubsztrát), szubsztrát inhibíció, termékképződési kinetika.
22. A szénforrás hasznosulása, hozamok (az eredő hozam kifejtése, fenntartási S-igény), ATP-hozam, hőhozam, P/O hányados, respirációs hányados.
23. A mikrobiális sztöchiometria alapjai: C-mól, elektronegyenérték, együtthatók összefüggései, hozamok kifejezése. A sztöchiometriai leírás felhasználhatósága.
24. A kemosztát folytonos fermentáció alapösszefüggései, indítás, stabilitás, eltérések a kemosztáttól.

25. Tartózkodási idő eloszlás, a folytonos és a szakaszos rendszer produktivitásának összehasonlítása.
26. Egyéb fermentációs technikák: Többlépcsős kemosztát, egy lépcsős kemosztát visszatáplálással. Fedbatch fermentáció. Félfolytonos fermentáció, ismételt fedbatch fermentáció, turbidosztát.
27. Mikroorganizmusok oxigén igénye: légzés, oxigénre vonatkozó hozam, az oldott oxigén koncentráció és a légzési sebesség kapcsolata, kritikus oxigén szint.
28. Az oxigénátadás alapösszefüggései: kétfilm modell, $dc/dt = K_{La} (C^* - C)$ egyenlet diszkussziója, C változása a szakaszos fermentáció során, OTR.
29. C^* függései, hogyan becsülhető? K_{La} és a becslése, a buborék mérettől függő két eset, hold-up.
30. A keverés funkciói, a buborékképződés mechanizmusa, áramlási kép, főbb méretarányok kevert/levegőztetett labor reaktorban. A keverés energia igénye, N_p , N_a dimenziómentes kritériumok értelmezése. K_{La} mitől és hogyan függ kevert/levegőztetett reaktorban?
31. Bioreaktorok - kevert reaktorok. Bioreaktorok - air lift és jet reaktorok.
32. Fermentációk nyomon követésének módszerei: miért mérünk, mit mérünk és hogyan mérünk?
33. A mikrobanövekedés mérése
34. Az oldott oxigén mérése, az oxigénátadás mérése (statikus és dinamikus módszer)
35. Sterilizés: a mikrobapusztulás alapjai, kinetikája, valószínűségi értelmezése
36. Szakaszos és folytonos tápoldat-sterilizés.

2. Élelmiszeranalitika [ZVEVETOBSEL111]

1. Minta fogalma, jelentősége, mintavételi előírások, mintavételi tervek
2. A mintaelőkészítés szempontjai – általános követelmények, példák
3. Refraktometria és polarimetria alapelve, színmérés, alkalmazási példák
4. NIR-NIT spektroszkópia, alapelvek, mérési módszerek, alkalmazási példák
5. Érzékszervi vizsgálat: jelentőség, személyek kiválasztása, vizsgálati feltételek, vizsgálati módszerek
6. Reológia: alapmodellek, ideális reológiai testek, folyadékok és kváziszilárd testek
7. Reológia. reometria, mérés technikák, alkalmazások
8. Nedvesség, hamu és energiatartalom meghatározása
9. Ásványi összetevők meghatározása: mérés technikák és műszerek ismertetése, alkalmazási példák, nehézfémzennyezések mérése
10. Rosttartalom mérése: nyersrost, detergens rost és élelmi rost fogalma és meghatározása
11. Nyerszsírtartalom mérése: mintaelőkészítés, meghatározás egyszerű extrakcióval, szabad és kötött lipidek, egyéb módszerek
12. Lipidek analitikája: lipidcsoportok, oxidációs állapot, avasodási folyamatok kimutatása

13. Lipidek analitikája: zsírsavösszetétel, egyedi komponensek
14. Fehérjetartalom: nyersfehérje mennyiségi meghatározásának módszerei, közvetlen fehérje meghatározási módszerek
15. Fehérjék aminosav összetételének meghatározása, szabad aminosavak és biogén aminok analitikája
16. Fehérjék komplex jellemzése: elektroforetikus technikák
17. Fehérjék komplex jellemzése: kromatográfiás módszerek
18. Szénhidráttartalom: összes szénhidrát, redukáló cukrok, keményítő meghatározása
19. Szénhidráttartalom: egyedi komponensek elválasztása és meghatározása
20. Vitaminok analitikája: mintaelőkészítés, víz- és zsírolldható vitaminok mérése
21. Bioanalitika: enzimes analitikai technikák
22. Bioanalitika: immunanalitikai módszerek
23. Molekuláris biológiai módszerek. DNS alapú vizsgálatok
24. Élelmiszervizsgálati módszerek automatizálása, gyorsvizsgálati technikák
25. Élelmiszerek komplex vizsgálata: gabona-, liszt- és gabonalapú termékek minősítése
26. Élelmiszerek komplex vizsgálata: húsipari termékek minősítése
27. Élelmiszerek komplex vizsgálata: tejtermékek minősítése
28. Élelmiszerbiztonság szempontjából kritikus komponensek analitikája: peszticidek, hozamfokozók, állatgyógyászati szermaradványok, mikotoxinok, egyéb környezeti szennyezők, eredetvizsgálat – áttekintés
29. Analitikai módszerek érvényesítése, a vizsgálati eredmények minőségének biztosítása
30. Vizsgáló laboratórium minőségirányítási rendszere, laborakkreditálás

2.7.5. Környezetvédelmi specializáció

1. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése: Környezetvédelmi specializáció
2. A specializáció képzési nyelve: magyar
3. A specializáció kreditértéke: 40 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék
5. Specializációfelelős oktató: Dr. Tardy Gábor Márk

2. A specializációba való belépés feltételei és módja

Általános szabályok szerint

A specializációra jelentkezők rangsorolásának részletes szabályai:

Általános szabályok szerint

3. A specializáció képzési célja és tartalma

1. A specializáció képzési célja:

2. A specializáció ismeretei a környezetvédelem számos területére kiterjednek: szennyvíz- és hulladékkezelés, a környezetet szennyező anyagok vizsgálata, elemzése, szennyezett területek állapotának felmérése és helyreállítása stb. A környezeti elemekről (talaj, víz, levegő) a képzés alapvető ismereteket nyújt. Hangsúlyosak a laboratóriumi gyakorlatok és a gyakorlati alkalmazások.
3. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák
 - a. tudás
 - i. Ismeri a víz- és szennyvízminősítési paramétereket
 - ii. Ismeri a környezetvédelmi biotechnológiákat, biológiai szennyvíztisztítási és talajremediációs technológiákat.
 - iii. Ismeri az ökológiai rendszerek felépítését, működését és ezek szabályozási lehetőségeit.
 - iv. Ismeri a környezetvédelmi szabályozás fő elveit.
 - v. Ismeri a levegő- víz- és talajszennyezők határértékeit meghatározó jogszabályokat, rendeleteket.
 - vi. Ismeri a legfontosabb levegő- víz- és talajszennyezések analitikai mérésének módszereit.
 - vii. Ismeri a környezettoxikológia alapjait és legfontosabb módszereit.
 - b. képesség
 - i. Képes a mérnöki tevékenységek (tervezés, építés, üzemeltetés) ökológiai hatásainak felmérésére.
 - ii. Képes felismerni és megoldani egyszerűbb ökológiai problémákat, illetve képes az erre alkalmas szakembert megtalálni és vele hatékonyan együtt működni.
 - iii. Képes környezeti minták alapvető analízisét elvégezni.
 - iv. Képes a környezetvédelmi analitikai eredményeket szolgáltató szakemberekkel együttműködni és kommunikálni.
 - v. Képes arra, hogy a szennyezett talajok, felszín alatti vizek, szennyvizek felmerülő környezetvédelmi problémáinak megoldásában alkalmazza természettudományos és műszaki alapismereteit.
 - vi. Képes talaj, felszín alatti víz és szennyvíz minták vételének átfogó laboratóriumi vizsgálatának tervezésére környezeti mikrobiológiai módszerekkel, a vizsgálati eredmények értékelésére és dokumentálására.
 - vii. Képes a környezeti mintákból származó komplex adathalmazokat értelmezni, és megbízható következtetéseket levonni az öko-toxikus hatásokról.
 - c. attitűd
 - i. Elkötelezetten törekszik a környezeti terhelés csökkentésére, és döntéseiben mindig figyelembe veszi az ökológiai következményeket.

- ii. Nyitott és fogékony a talajkezelés és a szennyvízkezelés kapcsán az innovációk, technológiai fejlesztések megismerésére és elfogadására, különös tekintettel a környezeti biotechnológiákra.
 - iii. Törekszik lépést tartani az ökológia legújabb kutatásaival, érdeklődik a természetvédelem szakterületével összefüggő új ismeretek, módszerek és eszközök iránt.
 - iv. Felvállalja a talaj és szennyvízkezelési technológiákhoz kapcsolódó szakmai értékrendet.
- d. autonómia és felelősség
- i. Önállóan képes környezeti kockázatokat azonosítani, és ezek alapján szakmailag megalapozott beavatkozási javaslatokat tenni.
 - ii. Önálló döntéseket hoz a fenntartható technológiai alternatívák között, mérlegelve az ökológiai és társadalmi hatásokat.
 - iii. Képes önállóan kommunikálni környezeti kockázatokat és fenntarthatósági szempontokat szakmai és nem szakmai szereplők felé, felelősen képviselve a környezetvédelmi érdekeket.
 - iv. Önállóan képes a talaj és szennyvízkezelés területén környezetmérnöki feladatok megoldására és interdiszciplináris megközelítésére.
4. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint
5. A záródolgozat sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint
6. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVEVETOBSBEE111	Biomérnöki műveletek és folyamatok	Biomérnöki műveletek és folyamatok BMEVEBESBBIM1-01
ZVEVETOBSBKO111	Környezetvédelmi analitika	Környezetvédelmi analitika BMEVESABSKOAN-01 Környezetvédelmi analitika labor BMEVESABSKANL-01

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (tételsor, kompetencialista)

1. Biomérnöki műveletek és folyamatok [ZVEVETOBSBEE111]

1. A biotechnológia fogalma, a biomérnöki tudomány, a fermentáció mint nagyipar. de novo fermentáció és biokonverzió (az utóbbi néhány jellemzője)
2. Az enzimhatás termodinamikai alapjai, (fehérjék szerkezete), kötő hely, aktív hely átmeneti komplex(ek), kulcs-zár indukált illeszkedés.

3. Az enzimek (és enzim katalizálta reakciók) tulajdonságai. Az aktív enzim felépítése, az enzimek csoportjai, nevezéktanuk, enzimaktivitás.
4. A Michaelis-Menten és a Briggs-Haldane kinetikai leírás.
5. Az enzimkinetikai egyenletek diszkussziója, K_m (K_s) és V_{max} grafikus meghatározásának módszerei: linearizációs módszerek. Az integrált egyenlet felhasználása.
6. A kinetikai paraméterek értelmezése [V_{max} , k_2 , váltásszám, K_m (K_s), katalitikus effektivitás], ténylegesen reverzibilis reakció kinetikai leírása.
7. Enzim moduláció. Irreverzibilis inhibíció. Reverzibilis inhibíciók. Szubsztrát inhibíció.
8. Több szubsztrátos enzimreakciók modelljei (kinetika nélkül!). A hőmérséklet és a pH hatása az enzimaktivitásra.
9. Heterogénfázisú enzimes reakciók. Az enzim rögzítés módszerei.
10. Enzimek felhasználása analitikai célra. Enzimes elektródok és bioszenzorok felépítése.
11. Primer alkoholok, szekunder alkoholok és redukáló cukrok oxidációja (glükonsav fermentáció).
12. Szorbóz fermentáció (Bertrand szabály), C-vitamin gyártás módszerei.
13. Transzglikozilezés. Mikrobiális poliszaharidok: dextrán, xantán. Ciklodextrinek.
14. Liázok reakciói: aciloin kondenzáció, L-DOPA előállítás, akrilamid előállítás, fumársav átalakítások.
15. Izomerizálás. Kinetikus reszolválás és aszimmetrikus szintézis. Aminosavak reszolválása, kirotechnológia.
16. A keményítő és a pektin hidrolízise, laktóz hidrolízis.
17. Penicillin hidrolízis, félszintetikus penicillinek előállítása.
18. Koenzim regenerálás: két választott példán keresztül. Peptidszintézis. Egyensúlyi és kinetikus kontrol. Aszpartám szintézis.
19. Mikroorganizmusok tápanyagigénye, tápoldatok, a hozam definíciója. A hozamfogalom kiterjesztése. Metabolikus kvóciensek, P/O hányados, RQ.
20. A mikrobaszaporodás alapösszefüggései: MONOD növekedési modell, fajlagos növekedési sebesség, generációs idő. A növekedés kinetikai állandóinak grafikus meghatározási lehetőségei, jellemző grafikus képek.
21. Monod modell család: többszubsztrátos kinetika (speciális esete: a 2 limitáló szubsztrát), szubsztrát inhibíció, termékképződési kinetika.
22. A szénforrás hasznosulása, hozamok (az eredő hozam kifejtése, fenntartási S-igény), ATP-hozam, hőhozam, P/O hányados, respirációs hányados.
23. A mikrobiális sztöchiometria alapjai: C-mól, elektronegyenérték, együtthatók összefüggései, hozamok kifejezése. A sztöchiometriai leírás felhasználhatósága.
24. A kemosztát folytonos fermentáció alapösszefüggései, indítás, stabilitás, eltérések a kemosztáttól.
25. Tartózkodási idő eloszlás, a folytonos és a szakaszos rendszer produktivitásának összehasonlítása.

26. Egyéb fermentációs technikák: Többlépcsős kemosztát, egy lépcsős kemosztát visszatáplálással. Fedbatch fermentáció. Félfoltyonos fermentáció, ismételt fedbatch fermentáció, turbidosztát.
27. Mikroorganizmusok oxigén igénye: légzés, oxigénre vonatkozó hozam, az oldott oxigén koncentráció és a légzési sebesség kapcsolata, kritikus oxigén szint.
28. Az oxigénátadás alapösszefüggései: kétfilm modell, $dc/dt = K_{La} (C^* - C)$ egyenlet diszkussziója, C változása a szakaszos fermentáció során, OTR.
29. C^* függései, hogyan becsülhető? K_L és a becslése, a buborék mérettől függő két eset, hold-up.
30. A keverés funkciói, a buborékképződés mechanizmusa, áramlási kép, főbb méretarányok kevert/levegőztetett labor reaktorban. A keverés energia igénye, N_p , N_a dimenziómentes kritériumok értelmezése. K_{La} mitől és hogyan függ kevert/levegőztetett reaktorban?
31. Bioreaktorok - kevert reaktorok. Bioreaktorok - air lift és jet reaktorok.
32. Fermentációk nyomon követésének módszerei: miért mérünk, mit mérünk és hogyan mérünk?
33. A mikrobanövekedés mérése
34. Az oldott oxigén mérése, az oxigénátadás mérése (statikus és dinamikus módszer)
35. Sterilizés: a mikrobapusztulás alapjai, kinetikája, valószínűségi értelmezése
36. Szakaszos és folytonos tápoldat-sterilizés.

2. Környezetvédelmi analitika [ZVEVETOBBSKO111]

Víz- és talaj-szennyezések, hulladékok szerves szennyezőinek és szervesetlen anion szennyezőinek vizsgálata

1. Vizek csoportosítása geológiai helyzetük és felhasználásuk szerint, a vízszennyezések eredete, a leggyakoribb szennyező anyagok.
2. A környezetvédelmi analitika feladata. A környezeti elemek csoportosítása. A környezetvédelmi analízis mintavételi stratégiája.
3. A víz, és a talaj mintavétel eszközei, általános előkészítés és mérés víz mintavételekor.
4. Az extrakciós mintaelőkészítés, az extrakciót jellemző paraméterek, különböző analitikai extrakciós megoldások. Folyadék-folyadék extrakció. Szilárd fázisú extrakció. Szilárd fázisú mikroextrakció. Soxhlet extrakció.
5. A víz szervesetlen alkotóinak mérése 1. Savasság, lúgosság, vízkeménység fogalma és titrimetriás mérése. Vezetőképesség mérése. Anionok meghatározása ionkromatográfián.
6. A víz szervesetlen alkotóinak mérése. A víz aktív klór, ammónia, nitrit és nitrát tartalmának meghatározása. Szerves N-tartalom meghatározása. A vízben oldott gázok analízise gázkromatográfiával.
7. A kémiai oxigén igény (KOI) és mérése. A biokémiai oxigénigény (BOI₅) jelentése és mérése. A teljes szerves tartalom (TOC) meghatározása.

8. A GC készülék felépítése. Mintabeviteli módok a gázkromatográfiában és ezek működési elve. A split/splitless injektor. Sztatikus gőztéranalízis. Automatikus kihajtás és csapdázás (purge and trap).
9. A GC-MS és LC-MS készülék. A vizek halogénezett szénhidrogén (halokarbon) és BTEX (benzol, toluol, etilbenzol, xilol) tartalmának eredete és meghatározása. Az alifás szénhidrogén szennyezők (TPH, VPH, EPH) forrásai és mérése. Fenolos szennyezők forrása és mérése. A környezet policiklusos aromás szénhidrogén (PAH), poliklórozott bifenil (PCB), poliklórozott dibenzo-furán és a dioxin szennyezésének forrásai és meghatározásuk.

Fémek, átmeneti elemek meghatározása környezeti mintákban

1. Felszíni és felszín alatti vizek fémkomponenseinek meghatározása (oldott, lebegőanyaghoz kötött) a mintaelőkészítés és elemzés főbb lépései. Ivóvizek elemzése. Eltérés a felszíni vizek elemzésétől. A C_{20} és C_{80} fémtartalom.
2. Talaj mintavételi alapelvek, talaj mintavételi típusok és eszközök.
3. Talajok és földtani közeg fémkomponenseinek és átmeneti elemeinek meghatározása. Talajminták környezetvédelmi elemanalízisének főbb lépései. Kivonatok készítése talajok „összes fémtartalmának” meghatározásához. Kivonatok készítése talajok „felvehető” tartalmának vizsgálatához, környezetvédelmi, és mezőgazdasági vizsgálatához.
4. A környezetanalitikában használt elemanalitikai módszerek jellemzése, az oldatos elemanalitikai módszerek előnyei. A környezetvédelmi analitikában használt elemanalitikai, nyomelemanalitikai módszerek alapjai (1) Atomspektroszkópiai módszerek: atomabszorpciós módszerek, atomfluoreszcenciás módszerek, optikai emissziós módszerek (2) MS módszerek: ICP-MS.
5. Atomabszorpciós módszerek, helye, szerepe a környezetvédelmi analitikában.
6. Az ICP-OES módszer, helye, szerepe a környezetvédelmi analitikában. Radiális, axiális és duális ICP.
7. Az ICP-MS módszer, helye, szerepe a környezetvédelmi analitikában.

Légszennyezők mérése

1. Légszennyező határértékek csoportosítása, légszennyezők mérésénél használt mértékegységek, átváltások. Levegőterheltségi szintek határértékeinek fajtái. Emissziós határértékek. A kiemelt jelentőségű légszennyezők és mérésük referencia módszerei.
2. Mintavételi módszerek a légszennyezők mérésénél 1. Az adszorpciós mintavevő csövek működése. Konkrét példa adszorpciós mintavételre (mit mérünk, milyen adszorbensen, hogyan történik a leoldás, majd az analízis). Adszorpciós mintavevő kör kéményből történő gázméréshez.
3. Mintavételi módszerek a légszennyezők mérésénél 2. Kémiai reagenssel impregnált adszorbensek. Konkrét példa kémiai reagenssel impregnált hordozóra történő mintavételre (mit mérünk, milyen adszorbensen, hogyan történik a leoldás, majd az analízis). Adszorpciós mintavevő kör kéményből történő gázméréshez.

4. Mintavételi módszerek a légszennyezők mérésénél 3. Elnyeletéses (abszorpció) mintavétel. Konkrét példa elnyeletéses mintavételre (milyen gáz mintavételezésénél használjuk, mi az elnyelető oldat és hogyan elemezzük a kapott oldatot). Elnyeletéses mintavevő kör kéményből történő gázméréshez.
5. Szilárd anyag (szálló por) mintavétele áramló gázokból. Az izokinetikus mintavétel. Belső téri és külső téri porleválasztás. Mintavevő kör izokinetikus mintavételnél. Mikor van szükség izokinetikus mintavételezésre? Többfázisú mintavételezés. Példák többfázisú mintavételezésre.
6. Diffúziós mintavétel, működési elv, típusai, előnyei és hátrányai.
7. Reprezentatív mintavétel kéményből, kürtőből. Reprezentatív mintavétel levegőszennyezettség mérésénél. Mintavételi idő emisszió mérésénél: egyenletes kibocsátás, ciklikus kibocsátás, rendszertelen kibocsátás.
8. Direkt kijelzésű spektroszkópián alapuló analizátorok és működési elvük 1. NDIR, UV abszorpció ózon analizátor, UV fluoreszcens SO₂ analizátor, kemilumineszcens NO_x analizátor.
9. Egyéb direkt kijelzésű analizátorok és működési elvük, lángionizáció és fotoionizációs analizátorok szerves vegyületek mérésére, paramágneses oxigén mérés, β -sugár abszorpció pormérés.

2.8. A mesterképzési szak sajátosságai

Nem releváns, nem alkalmazható.

3. Kompetenciamérések

A kompetenciamérések célja, hogy a hallgatók fejlődését nyomon lehessen követni a képzés teljes időtartama alatt. A biomérnök hallgatók az BME központi kompetenciamérésein részt vesznek, ebben a szakaszban csak a szakspecifikus méréseket jelenítjük meg.

1. Tudás

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
Entry-level	Matematikai és kémiai alapfogalmak ismerete (pl. függvények, hatványozás, egyenletek rendezése; elemek, ionok, kötések, molekulák) a matematika és kémia érettséginek megfelelően.
Mid-term	A biomérnöki szakterület természettudományos és technológiai alapfogalomrendszerének ismerete.
Exit-level	A biomérnöki szakmán belül választott szakterülete (specializáció) elméleti és számítási módszereit ismeri és azok bemutatására képes.

2. Képesség

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
Entry-level	Alapvető problémamegoldó képesség, szövegértés: matematikai alapkészségek, kémiai számítások.
Mid-term	Képes összetett biomérnöki projekt feladatot a szakirodalom felhasználásával csoportosan megoldani és a munkáról beszámolni.
Exit-level	Biomérnöki egyéni szakmai feladatmegoldási képesség, dokumentációra és bemutatásra való képesség.

3. Attitűd

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
-------------	---------------------------

Entry-level	<i>Feladattudat, tanulási motiváció.</i>
Mid-term	<i>A rábízott kísérleti vagy számítási feladatot megbízhatóan, reprodukálhatóan végzi el.</i>
Exit-level	<i>Felölös szakmai hozzáállás, etikai érzékenység.</i>

4. Autonómia és felelősség

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
Entry-level	<i>Alapvető tanulásszervezési képességek, időgazdálkodás.</i>
Mid-term	<i>Feladatmegoldás és felelősségvállalás csoportban.</i>
Exit-level	<i>Önálló döntéshozatal és saját tevékenység ismertetése.</i>

Módszertan

Mérési pont	Javasolt módszertan
Entry-level	<i>Diagnosztikus teszt.</i>
Mid-term	<i>Kiscsoportos projektfeladat, írásbeli dolgozat és szóbeli védés.</i>
Exit-level	<i>Online vagy offline feladatmegoldás ellenőrzött körülmények között</i>

3.1. Bemeneti kompetenciamérés

1. A bemeneti kompetenciamérés célja: az egyetemi tanulmányok megkezdésekor a belépő hallgatók matematika és kémia kompetenciaszintjének meghatározása, valamint a tehetségtámogató és felzárkózást segítő lehetőségek felé való orientálás.
2. A bemeneti kompetenciamérés időpontja: A tanulmányok megkezdésének első három hetében.
3. A mérésre kerülő kompetenciák leírása: matematikai és kémiai tudás, számítási készségek a matematika és kémia érettségihez rendelt kompetenciákkal megegyezően, valamint kognitív kompetenciák általános felmérése (szövegértés, időgazdálkodás, számológéphasználat).
4. A kompetenciamérés módszertana: diagnosztikus teszt.

3.2. Közbenső kompetenciamérés(ek)

1. A közbenső kompetenciamérés(ek) célja(i): a biomérnöki gondolkozásmód kialakulásának nyomonkövetése, kémiai- és biotechnológiákkal kapcsolatos számítási, problémamegoldási készségek fejlődésének feltérképezése.
2. A közbenső kompetenciamérés(ek) időpontja(i): az 6. mintatantervi félév során a Projektgyakorlat c. tantárgy keretében kiscsoportos projektfeladatok formájában.
3. A mérésre kerülő kompetenciák leírása:
 - a. képes összetett biomérnöki projektfeladatot alfeladatokra bontani és a csoporton belül hallgatótársaival együttműködni a megoldásban
 - b. szakirodalmi forrásokat, kézikönyveket értő módon használni
 - c. munkájáról írásban és szóban be tud számolni, döntéseit megindokolja
4. A kompetenciamérés módszertana: csoportos projektfeladat, írásbeli dokumentáció benyújtását követő szóbeli védéssel.

3.3. Kimeneti kompetenciamérés

1. A kimeneti kompetenciamérés célja: A képzés során elérendő alapvető általános kompetenciák szintjének felmérése, különös tekintettel az összetett gondolkodás fejlődésére.
2. A kimeneti kompetenciamérés időpontja: a 7. tanulmányi félév végén.
3. A mérésre kerülő kompetenciák leírása:
 - Jó szövegértelmező képességgel rendelkezik.
 - Kialakult matematikai, kémiai, biokémiai és biotechnológiai világképe van.
 - Problémamegoldási képessége kialakult.
 - Képes összefüggésekre rávilágítani.
 - A választott szakterülete elméleti és számítási módszereit ismeri és azok bemutatására képes.
4. A kompetenciamérés módszertana: online vagy offline feladatmegoldás ellenőrzött körülmények között.

4. Mobilitási ablak

4.1. A mobilitási ablak féléve vagy félévei

A biomérnöki alapképzés során bármely félévben részt vehet a hallgató nemzetközi mobilitásban. A teljesítmény tantervbe beszámíthatósága érdekében előzetes kreditelismerési vizsgálat (VBK kivételes tanulmányi rend félévathallgatásban résztvevőknek) javasolt. A képzési program a hallgatói nemzetközi mobilitás támogatása érdekében mobilitási ablakot biztosít.

A mobilitási ablak féléve: 3. félév

4.2. A mobilitási ablakban teljesített tantárgyak elismerése

A mobilitási ablakban teljesített tárgyak elismerése kompetencia-alapon történik, az elismerést a hallgató kérelme alapján a Kari Kreditátviteli Bizottság végzi. Az alábbiakban kerül ismertetésre a mobilitási ablakban elismerendő kompetencialista és tárgylista.

A kötelező tantárgyak elismerése a következő módon valósul meg:

Tantárgykód	Tantárgynév	Kredit	Az egyenértékűségi megfeleltetés (kreditelismerés) módja
BMEVEFABSBKOLL-01	Kolloidika	3	A Vhr. (87/2015. Korm. rendelet) 57. § (5) bekezdés szerinti előzetes kreditelismerés, amelynek feltétele, hogy a külföldön teljesítendő tantárgy tanulási eredményei

BMEVEKFBSEMALA-01	Művelettan alapok	6	<i>tartalmazzák a következő lényeges kompetenciákat (a következő táblázatban az egyes elérendő kompetenciák kifejtése található):</i> Tudás: - Ismeri a kémiai, biokémiai és mikrobiológiai folyamatok alapvető törvényszerűségeit és az ezekre épülő vizsgálati módszereket. - Ismeri a széles körűen értelmezett biotechnológiai műveleteket, berendezéseit és ezek irányítását. Képesség: - Képes biotechnológiai jellegű laboratóriumi, fé-lüzemi, üzemi feladatok elvégzésére, új vizsgálati módszerek, metodikák elsajátítására, munkavédelmi feladatok megoldására. - Alkalmazni tudja a szakterülethez kapcsolódó számítási, biometria és modellezési módszereket, képes számítástechnikai ismeretek, adatbázisok alkalmazására.
BMEVEBESBBKE3-01	Biokémia 3	5	
BMEVEBESBMBIL-01	Mikrobiológia labor	4	
BMEVESABSBHADA-01	Haladó adatelemzés biomérnököknek	3	
BMEVEBESBGENE-01	Genetika	4	
BMEVESABSBANAL-01	Analitikai kémia biomérnököknek	6	

Az elvárt tanulási eredmények és az elérésükhöz szükséges, lehetséges részkompetenciák, Biomérnök alapképzés, 3. mintatantervi félév:

Ismeri a kémiai, biokémiai és mikrobiológiai folyamatok alapvető törvényszerűségeit és az ezekre épülő vizsgálati módszereket.

- Ismeri a biológiai rendszerek felépítését, működését és ezek szabályozási lehetőségeit.
- Ismeri a baktériumok és az eukarióta sejtek felépítését, rendszertani csoportosítását, működését és alapvető vizsgálati módszereit.
- Ismeri a legfontosabb biomolekulákat, biokémiai folyamatokat, ciklusokat.
- Ismeri a genetika alapfogalmait és a genetikai folyamatok alapvető törvényszerűségeit.

Ismeri a széles körűen értelmezett biotechnológiai műveleteket, berendezéseit és ezek irányítását.

- Ismeri a vegyiparban és a kémiai technológiákban és a kapcsolódó laboratóriumokban használt berendezések, eszközök működési elveit, szerkezeti egységeiket, tervezésük alapjait.
- Ismeri a koloidanyagokkal kapcsolatos biotechnológiai műveleteket és berendezéseket.
- Alapismeretekkel rendelkezik a hidrodinamikai és a bepárlási műveleti egységek anyag, energia és komponensmérlegeiről, azok matematikai és fizikai hátteréről.
- Ismeri a klasszikus és műszeres kvantitatív analízisben használatos alapvető elemzési módszereket.

- Ismeri a klasszikus és műszeres analitikában használatos eszközöket, alapvető mérőműszereket és berendezéseket és ezek alkalmazhatóságát.

Képes biotechnológiai jellegű laboratóriumi, félüzemi, üzemi feladatok elvégzésére, új vizsgálati módszerek, metodikák elsajátítására, munkavédelmi feladatok megoldására.

- Képes az analitikai kémiai elemzés során használt vegyszereket, műszereket egészséget nem veszélyeztető módon használni, üzemeltetni.
- Művelettani alapismeretek birtokában képes az alpműveletekkel kapcsolatos számítások elvégzésére, az alkalmazandó formulák és paraméterértékek kiválasztására.
- Képes új biokémiai vizsgálati módszerek, metodikák elsajátítására, munkavédelmi feladatainak megoldására.
- Képes a mikrobiológiai vizsgálati és tenyésztési módszerek elsajátítására és elvégzésére. Képes mikroszkopikus minták és mikrobiológiai preparátumok elkészítésére.

Alkalmazni tudja a szakterülethez kapcsolódó számítási, biometriai és modellezési módszereket, képes számítástechnikai ismeretek, adatbázisok alkalmazására.

- Képes egyszerű biomérnöki feladatokhoz kapcsolódó programok önálló megírására és megértésére, kész programok módosítására saját céljaikra, kész programkönyvtárak funkcióinak használatára.
- Képes a mikrobiális sejtkoncentráció- és sejtszám meghatározásra.
- Értelmezni tudja a szakterülethez kapcsolódó alapvető genetikai vizsgálati módszerek eredményeit.

4.3. A mobilitási ablakra vonatkozó különös rendelkezések

A képzési program az alábbi ajánlásokat és minőségbiztosítási elveket határozza meg a mobilitási ablak hatékony és célzott működése érdekében:

1. Partnerintézmény kiválasztására vonatkozó ajánlások

A partnerintézménynek akkreditált felsőoktatási intézménynek kell lennie az EHEA-n belül. Előnyt élveznek azok a partnerek, ahol a képzési kínálat tematikusan, módszertanilag vagy profil szerint illeszkedik az adott szakterülethez.

2. A külföldi részképzés minőségbiztosítása

Az intézménynek biztosítania kell, hogy a fogadó fél tanulmányi követelményrendszere transzparens, a tantárgyak tanulási eredményei dokumentáltak, a kreditek ECTS szerint strukturáltak. A tanulmányi szerződés (Learning Agreement) kötelező, előzetesen elfogadott és aláírt.

3. Hallgatói elégedettség vizsgálata

A mobilitást követően a hallgatók elégedettségét és tapasztalatát a mobilitási kérdőívvel mérik fel a szak hallgatói esetében is, beleértve a tanulmányi előrehaladással kapcsolatos tapasztalatokat. A tanulmányi előrehaladás eredményessége a Tanulmányi Rendszerben kerül dokumentálásra.

4. A külföldön teljesítendő tantárgyakra vonatkozó iránymutatások

A biomérnöki szakmai tárgyak preferáltak, azonban a külföldi tárgyak és a mintatantervi tárgyak között egyértelmű megfeleltetés nem szükséges. Ajánlott a **VBK kivételes tanulmányi rend féléváthallgatásban résztvevő hallgatóknak** lehetőség kihasználása, amely egyidejűleg biztosítja a félévben szükséges elvárt tanulási eredmények elérését és az egyéni érdeklődés, karriercélok figyelembevételét, valamint a fogadóintézmény orientációjának maximális kihasználását:

A féléváthallgatásban résztvevő hallgatók a kivételes tanulmányi rendet pályázat útján nyerhetik el. A pályázat kétlépcsős (előpályázat és pályázat) és folyamatosan benyújtható.

A pályázat célja a magas szakmai színvonalú külföldi tanulmányok támogatása a külföldön végzett tárgyak a hallgató képzésébe való minél teljesebb mértékű integrációjával. A külföldi résztanulmányok a személyiségfejlődésre, nyelvtudásra gyakorolt pozitív hatásaik mellett kiváló lehetőséget jelentenek arra, hogy a választott szakmájuk, szakterületük nemzetközi közösségébe bekapcsolódjanak és a szakmagyakorláshoz szükséges tudást és készségeket a saját tantervüktől eltérő módon, de azonos kimeneti kompetenciákkal megszerezzék.

A TVSz vonatkozó rendelkezéseivel összhangban a kivételes tanulmányi rend elnyerésének feltétele a minimum 4,00 halmozott súlyozott tanulmányi átlag az alapképzésen, vagy minimum jó minősítésű alapidiploma. A pályázat értékelése során az alábbi szempontokat veszi figyelembe az értékelő bizottság:

- a tervezett szakmai program (a kivételes tanulmányi rend) illeszkedése a képzés kimeneti követelményeihez,
- a pályázó tanulmányi eredménye, egyéb többlet szakmai teljesítménye.

1. lépcső: Az előpályázat

A félévathallgatás (jellemzően ERASMUS) ösztöndíj elnyerése után, a „learning agreement” elkészítését megelőzően vagy azzal egy időben, de a kiutazás előtt legalább 3 hónappal előpályázatot kell benyújtani. A „learning agreement” és a kivételes tanulmányi rend tartalmilag egyezzen meg.

Az előpályázat kötelező elemei:

- a hallgató személyes adatai és a képzésre vonatkozó fontosabb adatok (név, Neptun-kód, képzés, specializáció, félévathallgatás helye és időtartama),
- a hallgató szakmai életrajza (1 oldal terjedelem), publikációs listája (ha van),
- az alapképzésben teljesített kreditek száma, a kumulált tanulmányi átlag,
- a mesterképzésben teljesített kreditek száma, kumulált tanulmányi átlag és ösztöndíjindex (ha van),
- a diplomához szükséges min. 120 kreditnyi tárgy listája az alábbi bontásban a tárgylistát tartalmazó excel fájl értelemszerű kitöltésével:
 - a képzésben már elvégzett tárgyak listája, a kreditek, félév és az érdemjegy feltüntetésével,
 - az elvégezni tervezett tárgyak listája félévenként (kreditérték feltüntetésével) – nem ismert tárgy esetén szabadon választható 1, kötelezően választható GH 1, stb jelölést használjon,
 - az esetlegesen kiváltani kívánt tárgyak listája (kreditérték feltüntetésével), - záróvizsga tárgy nem kiváltható!
 - a mintatantervben nem szereplő tárgyak listája (kreditérték feltüntetésével),
 - a hallgató nyilatkozata és aláírása (az excel fájl nyomtatott verzióján elegendő)
- a mintatantervben nem szereplő tárgyak (ezek a külföldi félévathallgatás során elvégezni tervezett tárgyak) tárgyprogramja,
- a „learning agreement” másolata.

Az előpályázatot a bizottság a beadástól számított három héten belül értékeli, és az elfogadásról vagy elutasításról a pályázót elektronikus úton értesíti.

2. lépcső: A végleges pályázat

Végleges pályázatot elfogadott előpályázat esetén lehet benyújtani. Javasolt, hogy a kiutazás után, a külföldi végleges tárgyfelvételt és a tárgyak indulását követően nyújtsa be a hallgató a végleges pályázatot, amely előakkreditáció is egyben. Amennyiben szükséges a „learning agreement” módosítása, a végleges pályázat beadása előzze meg a „learning agreement” aláírásra küldését.

A Neptun-rendszerben nem kell kérelmet benyújtani.

A végleges pályázat kötelező elemei:

- a hallgató személyes adatai és a képzésre vonatkozó fontosabb adatok (név, Neptun-kód, képzés, félévathallgatás helye és időtartama, előpályázat elfogadási száma és dátuma).
- a hallgató nyilatkozata, hogy a végleges pályázata az előpályázattal megegyezik, vagy
- az előpályázat szakmai tartalmának megfelelő anyag beadása az eltérések részletes ismertetését tartalmazó maximum 1 oldalas szöveges indoklást követően a következők szerint
- az diplomához szükséges min. 120 kreditnyi tárgy listája az alábbi bontásban a tárgylistát tartalmazó excel fájl értelemszerű kitöltésével:
 - a képzésben már elvégzett tárgyak listája, a kreditek, félév és az érdemjegy feltüntetésével,
 - az elvégezni tervezett tárgyak listája félévenként (kreditérték feltüntetésével),
 - az esetlegesen kiváltani kívánt tárgyak listája (kreditérték feltüntetésével),
 - a mintatantervben nem szereplő tárgyak listája (kreditérték feltüntetésével),
- a mintatantervben nem szereplő tárgyak (ezek a külföldi félévathallgatás során elvégezni tervezett tárgyak) tárgyprogramja.
- a hallgató nyilatkozata és aláírása (az excel fájl nyomtatott verzióján elegendő).

Az végleges pályázatot a bizottság a beadástól számított három héten belül értékeli, és az elfogadásról vagy elutasításról a pályázót elektronikus úton értesíti.

3. lépcső: Az akkreditáció

Elutasított pályázat esetén a tárgyakat egyedileg kell akkreditáltatni az általános akkreditációs szabályok alapján, azonban ebben az esetben is támogatja a VBK a minél nagyobb arányú tárgybefogadást.

Elfogadott végleges pályázat esetén a hazatérést követően a pályázat számára való hivatkozással kell az akkreditációt elvégezni a megfelelő Neptun kérvény beadásával. A kérvény elfogadása automatikus. Tehát a végleges pályázatban szereplő tárgyak maradéktalan teljesítése esetén 5 munkanapon belül megtörténik és teljes körű elfogadást jelent.

Amennyiben nem minden, a végleges pályázatban szereplő tárgyat sikerült elvégezni vagy kívánja a hallgató akkreditáltatni, akkor a végleges pályázat tárgytalannak tekintendő és egyedi tantárgy-akkreditációra van szükség, a tárgyak egyedi megfeleltetése szükséges.

5. Egyéb információk

nem releváns

4.4. A mobilitási ablakban végzett szakmai gyakorlat különös szabályai

Nem releváns, a mobilitási ablak nem tartalmaz szakmai gyakorlatot. A külföldön végzett szakmai gyakorlat az általános szabályokkal egyező módon végezhető.

4.5. A mobilitási ablakban történő záródolgozat-készítés különös szabályai

Nem releváns, a mobilitási ablak nem tartalmaz szakdolgozat készítést. A mobilitás során történő szakdolgozat készítés (a Szakdolgozat tárgy teljesítése) lehetséges, azonban a 2.5.5. fejezetben részletezett szabályoknak és BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatának mindenben meg kell felelni. A szakdolgozatot a BME-n be kell nyújtani és a záróvizsga során meg kell védeni.

5. Mikrotanúsítványokkal összefüggő rendelkezések, modulok

Nem releváns, nem alkalmazható.

6. A képzés mintatanterve

6.1. A képzés mintatanterve

A képzés mintatanterve (csatolmányban):



8.2_VBK_biomernok
i BSc_kepzési prográ

6.2. Tantárgyi megfeleltetés a korábbi mintatantervvel

6.2.1. A korábbi mintatanterv tantárgyainak megfeleltetése

A korábbi mintatanterv tárgyainak megfeleltetését az excel formájában csatolt ekvivalencia mátrixban tárgyaljuk részletesen a 2014-es kifutó Biomérnök BSc képzés, valamint a 2026 szeptemberében induló képzés tantárgyainak részletes összevetésével.

Ekvivalencia mátrix (csatolmányban):



ekvivalencia mátrix
biomérnöki alapkép