

**2025/2026. TANÉVBEN ÉRVÉNYES**  
**TANTÁRGYI PROGRAM (II. évfolyamra iratkozó hallgatók részére)**

<b>Tantárgy teljes neve: BIOKÉMIA II.</b>							
<b>Képzés:</b> egységes osztatlan képzés (gyógyszerész)							
<b>Munkarend:</b> nappali							
<b>Tantárgy rövidített neve:</b> Biok II							
<b>Tantárgy angol neve:</b> Biochemistry II							
<b>Tantárgy német neve:</b> Pharmazeutische Biochemie II							
<b>Tantárgy besorolása:</b> <u>kötelező</u> /szabadon választható/kritériumkövetelmény							
<b>Tantárgy neptun kódja:</b> GYKBMT343E2M							
<b>A tantárgy oktatásáért felelős szervezeti egység:</b> ÁOK Biokémiai és Molekuláris Biológiai Intézet Biokémiai Tanszék							
<b>A tantárgyfelelős neve:</b> Dr. Ambrus Attila				<b>Beosztás, tudományos fokozat:</b> Egyetemi tanár, D. Sc.			
<b>Elérhetőség:</b> <b>telefon:</b> 459-1500/60050 <b>e-mail:</b> ambrus.attila@semmelweis.hu							
<b>A tantárgy oktatásában résztvevő(k) neve(i):</b> Dr. Ozohanics Olivér Dr. Ambrus Attila Dr. Tretter László Dr. Ravasz Dóra Dr. Kolev Kraszimir Maróthyné dr Tóth Erzsébet Dr Nagy Bálint Kósa Tamás				<b>Beosztás, tudományos fokozat:</b>  Ph. D. D. Sc. D. Sc. Ph. D. D. Sc. Ph. D. Ph. D.			
<b>A tantárgy heti óraszám:</b> 2 óra elmélet 1 óra gyakorlat (kéthetente 2 óra)				<b>A tantárgy kreditpontja:</b>  3 kredit			
<b>A tantárgy szakmai tartalma elsajátításának célja és feladata a képzés céljának megvalósításában:</b> A képzés elsődleges célja megismertetni a hallgatókkal a biológiai, elsősorban humán folyamatok működési elvét molekuláris szinten. Ennek jelentősége, hogy elérhetővé teszi az élettani folyamatok molekuláris szintű értelmezését, illetve lehetőséget ad arra, hogy az eddig tanult kémia ismereteket az anyagcsere-folyamatokhoz kapcsolják a hallgatók. A tantárgy alapul szolgál arra, hogy a gyógyszerek hatásmechanizmusát a gyógyszerhatástani stúdiumok során megérthessék a hallgatók. Ezen ismeretek nélkül a célzott gyógyszerkutatás módszertana sem érthető meg.							
<b>A tantárgy rövid leírása:</b> A lipidek metabolizmusa: zsírsavak, ketontestek, trigliceridek, foszfolipidek, koleszterin, epesavak, lipoproteinek, szteroidok. A biokémiai folyamatok metabolikus integrációja a szervek között. Idegingerületátvivő anyagok metabolizmusa. Hemosztázis, véralvadás és gátlása, fibrinolízis és gátlása.							
<b>Az adott félévi kurzusra vonatkozó adatok</b>							
<b>Tárgyfelvétel féléve</b>	<b>Kontakt elméleti óra</b>	<b>Kontakt gyakorlati óra</b>	<b>Kontakt demonstrációs gyakorlati óra (szeminárium)</b>	<b>Egyéni óra</b>	<b>Össz. óra</b>	<b>Meghirdetés gyakorisága</b>	<b>Konzultációk száma</b>
4. félév	28	14	--	--	42	Őszi szemeszterben* <b>Tavaszi szemeszterben*</b> Mindkét szemeszterben* (* Megfelelő aláhúzendő)	--

<b>A kurzus oktatásának időterve**</b>
<p><b>Elméleti órák tematikája (heti bontásban):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. hét Fehérjék emésztése, aminosavak dezaminálási mechanizmusa, ureaciklus</li> <li>2. hét Aminosavak lebontása, transzaminálás, THF szerepe</li> <li>3. hét Aminosavak szintézise, metioninciklus, B12-vitamin szerepe</li> <li>4. hét Purin és pirimidinnukleotidok szintézise, gyógyszerátadáspontok</li> <li>5. hét <u>Lipoproteinek metabolizmusa</u> Nukleotidok lebomlása, mentő reakciók, gyógyszerátadáspontok</li> <li>6. hét Metabolikus integráció: vörösvértest, zsírszövet, vázizom, szív</li> <li>7. hét Metabolikus integráció: agy, vese, bél</li> <li>8. hét Metabolikus integráció: máj jóllakott és éhező állapotban</li> <li>9. hét Neurotranszmitterek szintézise és bomlása: acetilkolin, noradrenalin, adrenalin</li> <li>10. hét Neurotranszmitterek szintézise és bomlása: dopamin</li> <li>11. hét Neurotranszmitterek szintézise és bomlása: glutamát, GABA, Gly</li> <li>12. hét Hemostasis: a véralvadás molekuláris mechanizmusa, gyógyszerátadáspontok</li> <li>13. hét Hemostasis: inhibitorok, fibrinolízis, gyógyszerátadáspontok</li> <li>14. hét Hemostasis: a vérlemezkék, az endotél és a máj szerepe, gyógyszerátadáspontok</li> </ol>
<p><b>Gyakorlati órák és tematikája:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1-2. hét: Tripszin tisztítása affinitáskromatográfiával</li> <li>3-4. hét: LDH izoenzim elválasztása gélelektroforézissel</li> <li>5-6. hét: Vércukorszint mérése</li> <li>7-8. hét: Szérum triglicerid- és koleszterinszintjének mérése, 1. dolgozat: aminosavak és nukleotidok</li> <li>9-10. hét: Szérum ASAT és ALAT aktivitásának mérése</li> <li>11-12. hét: Májelégtelenség szeminárium, 2. dolgozat: metabolikus integráció, neurokémia-1,2</li> <li>13-14. hét: Protrombinidő, aktivált parciális tromboplastinidő mérése</li> </ol>
<p><b>Az adott tantárgy határterületi kérdéseit érintő egyéb tárgyak (kötelező és választható tantárgyak is). A tematikák lehetséges átfedései:</b></p> <p>Az élettan tantárgy a szervek működését tanítja, a biokémia is molekuláris szinten.</p>
<p><b>Konzultációk rendje:</b> szükség szerint</p>
<b>Kurzus követelményrendszere</b>
<p><b>A kurzus felvételének előzetes követelménye(i):</b></p> <p>Biokémia I.</p>
<p><b>A foglalkozásokon való részvétel követelményei, az elfogadható hiányzások mértéke, a távolmaradás igazolásának módja, pótlás lehetősége:</b></p> <p>Kettőnél kevesebb hiányzás a gyakorlatokról. Pótlás a másik csoporthoz való csatlakozással, amikor azonos a tematika. Nem kérünk igazolást.</p>
<p><b>Az érdemjegy kialakításának módja, a félévközi részteljesítmény-értékelések (beszámolók, zárthelyi dolgozatok) formája, száma, témakörei és időpontjai, értékelésbe beszámításuk módja, pótlási és javítási lehetőségek (TVSZ. 25.-28.§-ban foglaltak szerint):</b></p> <p>Az 1. dolgozat a 5-6. héten aminosavak és nukleotidok témaköréből, a 2. dolgozat a 11-12. héten, metabolikus integráció és neurokémia-1,2 témából. Meg nem írt dolgozatok pótlása és sikertelenek javítása a normál időpont utáni héten és az utolsó héten.</p> <p>A dolgozatok értékelése:</p> <p>0-39% elégtelen, 40,00-54,99% elégséges, 55,00-69,99% közepes, 70,00-84,99% jó, 85,00-100% jeles.</p> <p>A számonkérések során a mesterséges intelligencia használata nem megengedett.</p>
<p><b>A félév végi aláírás feltételei (TVSZ. 29.§-ban foglaltak szerint):</b></p> <p>Mindkét dolgozat megírása és sikeressége. A megengedettnél nem több hiányzás.</p>

**A hallgató félév során egyéni munkával megoldandó feladatainak száma és típusa, ezek leadási határideje:**

**Nincs**

**félév végi számonkérés típusa:** aláírás/gyakorlati jegy/kollokvium/**szigorlat**/projektfeladat\*

\* Megfelelő aláhúzendő

**Vizsgakövetelmények** (tételsor, tesztvizsga témakörei, kötelezően elvárt paraméterek, ábrák, fogalmak, számítások listája, gyakorlati készségek, ill. a vizsgaként elismert projektfeladatok témakörei, teljesítésének és értékelésének kritériumai):

**Az írásbeli vizsgát szóbeli vizsga követi. Az írásbeli súlya a végső értékelésben 40%, tehát a szóbeli vizsga eredménye a döntő. Az írásbeli eredményétől függetlenül minden hallgató részt vesz a szóbeli vizsgán. Az írásbeli vizsga kérdéseit nem tesszük közzé. Sikertelen vizsga esetén mind az írásbelit, mind a szóbelit meg kell ismételni.**

A számonkérés során a mesterséges intelligencia használat nem megengedett.

**Tesztvizsga és a szóbeli témakörei:**

Aminosavak osztályozása, fehérjeképző aminosavak tulajdonságai.

Fehérjék összetétele és vizsgálata, elsődleges, másodlagos, harmadlagos és negyedleges szerkezete és vizsgálati módszerei.

Fehérjék tisztásának módszerei. Fehérjék denaturációja és renaturációja. Fehérjeexpressziós rendszerek.

Mioglobin és hemoglobin szerkezete, tulajdonságai, oxigéntelítése. A 2,3-BPG hatása, Bohr-effektus, a hemoglobin veleszületett és szerzett károsodása.

Az enzimek működésének elve, termodinamikája, szelektivitása, aktív centruma. Indukált illeszkedés. Enzimek működésének mechanizmusa: kovalens-, sav-bázis- és fémionkatalízis, megfelelő közelség.

Enzimek kinetikája, Michaelis-Menten-modell, egyenlet és grafikon. Gátlások: kompetitív, non-kompetitív, unkompetitív, kevert, irreverzibilis.

Az enzimaktivitás mértékegységei, átviteli szám,  $k_{cat}/K_M$ . Az enzimaktivitás optimális feltételei.

Enzimek szabályozása: allosztérikus, kovalens módosítás, proteolízis, kompartmentalizáció, mennyiség. Az enzimműködés vizsgálatának módszerei, inhibitorok, analógok.

A metabolizmus alapelvei, kapcsolt reakciók, magas csoportátviteli potenciálú vegyületek, a makroerg tulajdonság magyarázata. TPP, FAD, NAD, CoA, PLP, biotin, THF szerkezete és funkciója, karrier molekulák aktív formája. Enzimek osztályozása.

A szénhidrátok osztályozása, tulajdonságai.

Glikolízis, glukoneogenezis folyamatai képlettel (aminosavból, laktátból stb. indulva), szabályozásuk, energetikájuk. Szubsztrátszintű foszforiláció.

Szénhidrátok emésztése képlettel. Nátriumfüggő és facilitált diffúziós glukóztranszporterek: előfordulásuk, tulajdonságaik.

Galaktóz és fruktóz anyagcseréje képlettel, enzimopátiák.

Piruvát-dehidrogenáz szerkezete, szabályozása, szerepe. A citrátkör reakciói képlettel, szabályozása, katabolikus és anabolikus szerepe. Feltöltő reakciók.

Oxidatív foszforiláció mechanizmusa, elektrontranszportlánc felépítése, ATP-szintáz működése, gátlószerek. Szubsztrát-anion karrier típusai, szerepük. H-szállító ingák működésének magyarázata.

Pentóz-foszfát-út reakciói képlettel, jelentősége, szabályozása.

Glikogén jelentősége, szintézise és bomlása képlettel, szabályozásuk különböző szervekben.

Zsírsavak  $\beta$ -oxidációja képlettel. Ketontestek metabolizmusa képlettel. A folyamatok lokalizációja, szabályozása, jelentősége.

Zsírsavak szintézise, annak szabályozása, hosszabbodása, telítetlenné válása. Eikozanoidok típusai, szintézisük, hatásuk.

Lipidek (TAG, foszfolipidek, koleszterin-észter) emésztése, felszívódása.

Trigliceridek szintézise (bélben, zsírsejtben, májban, egyéb sejtekben) és bomlása (zsírsejtben, vérben, izomban) képlettel, a folyamatok szabályozása. Sejtmembránok felépítése. Foszfolipidek és szfingolipidek szintézise, lebomlása. Enzimopátiák.

Koleszterin szintézise (eleje képlettel izopentenil-PP-ig, koleszterin számozása), a szintézis szabályozása. A koleszterin jelentősége.

Szteroidhormonok szintézise képlettel: kortikoszteroidok és szexuálhormonok, enzimek (hagyományos névvel), mechanizmusok, lokalizáció (szervben és sejtben). Szteroidok hatása.

Epesavak szintézise képlettel, enterohepatikus körforgása, szerepe, hiányának következménye.

Lipoproteinek: szerkezete, típusa, jelentősége. Apoproteinek, receptorok, transzporterek szerepe. Direkt és reverz koleszterintranszport. Triglicerid szállítása és emésztése a vérben. Lipoproteinémiák.

Fehérjék emésztése, proteázok típusai. Aminosavak felszívódása.

Aminosavak lebomlása képlettel (kivéve Trp, Lys), csoportosítás a termék szerint. Gluko- és ketoplasztikus aminosavak.

Ornitinciklus reakciói képlettel, szabályozása, enzimhiányok. A bél, a vese és a máj szerepe a ciklusban.

Aminosavak szintézise emberben képlettel. Esszenciális, nem-esszenciális és szemiesszenciális aminosavak. Aminosav-hiányállapotok: kwashiorkor, marasmus.

Transzaminálás: a PLP szerepe. A tetrahidrofolsav, biotin, kobalamin szerepe az aminosavak anyagcseréjében. Összefüggés a nukleotidok anyagcseréjével.

Nukleotidok szerkezete, szintézise, bomlása, mentő reakciói képlettel (kivéve purinszintézis IMP-ig). Nukleotidanalógok, enzimhiányok.

A vörösvértestek intermedier anyagcseréje. A bél metabolizmusa. A vese intermedier anyagcseréje, a vese kéreg- és velőállományának metabolikus sajátosságai.

Az izom biokémiája. Rosttípusok és azok metabolizmusa. Az izom szénhidrát-, lipid- és aminosav-anyagcseréjének jellegzetességei. A purinnukleotid-ciklus. A szívizom metabolizmusa. A zsírszövet metabolikus jellegzetességei jóllakott és éhezõ állapotban.

A központi idegrendszer metabolikus sajátosságai a szénhidrát-, lipid- és aminosav-anyagcserében. Az asztrociták és a neuronok közötti metabolikus kooperáció. A glutamát mint neurotranszmitter, a glutamáterg neurotranszmisszió és a metabolizmus kapcsolódása.

A jóllakott állapot biokémiája – szervek közötti metabolikus kommunikáció, anyagcsere-szabályozás a májsejtben allosztérikus modifikátorok, foszforiláció/defoszforiláció és a génexpresszió regulációja által. Az éhezési állapot biokémiája, az éhezés különböző stádiumai – szervek közötti metabolikus kommunikáció, anyagcsere-szabályozás a májsejtben allosztérikus modifikátorok, foszforiláció/defoszforiláció és a génexpresszió regulációja által.

<p>Jelátviteli folyamatok a sejten belül: cAMP és PKA, Ca<sup>2+</sup>, IP3, Ca-kalmodulin, PKC, MAPK kaszkád, tirozin-kinázok, inzulin, NO.</p> <p>Acetil-kolin keletkezése és bomlása képlettel, receptorai, azok lokalizációja és jelátvitel, hatásai az egyes szervekben. Katekolaminok szintézise és bomlása képlettel, dopaminerg és adrenerg receptorok típusai, lokalizációjuk, jelátvitelük, hatásai az egyes szervekben.</p> <p>Egyéb jelátvivők: Glu, GABA, Gly, 5-HT - szintézisük, lebomlásuk, receptorai, jelátvitelük, előfordulásuk, hatásuk.</p> <p>A véralvadás molekuláris mechanizmusa, szabályozása. A fibrinolízis lépései és szabályozása. A máj, az endothel és a vérlemezke szerepe. Főbb gyógyszerek hatásmechanizmusa.</p>
<p><b>A félév végi számonkérés formája: írásbeli/szóbeli/gyakorlati feladat teljesítése/projektfeladat teljesítése/kombinált vizsga (TVSZ. 30.§ szerint)*</b></p> <p>* Megfelelő aláhúzendó</p>
<p><b>A jegymegajánlás lehetősége és feltételei:</b> jegymegajánlás nem lehetséges</p>
<p><b>A tananyag elsajátításához, a tanulmányi teljesítmény értékelések teljesítéséhez szükséges ismeretek megszerzéséhez felhasználható alapvető jegyzetek, tankönyvek, segédletek és szakirodalom listáját, pontosan kijelölve, mely részük ismerete, melyik követelmény elsajátításához szükséges (pl. tételenkénti bontásban), valamint a felhasználható fontosabb technikai és egyéb segédeszközök, tanulmányi segédanyagok:</b></p> <p>Ádám Veronika: Orvosi biokémia tankönyv (Semmelweis Kiadó, 2016) 1. 2. 3. (5.2) 6. 7. 8. (kivéve 8.14.) 9. (kivéve 9.9.) 10. 17. (18.1.) és (18.2.) 20. 21. (kivéve 21.8.) 24. 25. fejezetek.</p> <p>A Moodle felületre feltöltött előadásbrók és gyakorlati tananyag</p> <p>Minden témakörből gyakorlóteszt és sokféle játékos feladat is könnyíti a felkészülést a dolgozatokra és a vizsgára.</p> <p>A felkészülés során a mesterséges intelligencia használata a hallgató saját felelősségére lehetséges.</p>
<p><b>Több féléves tantárgy esetén a párhuzamos felvétel lehetőségére, valamint az engedélyezés feltételeire vonatkozó oktatási-kutatási szervezeti egység álláspontja:</b></p> <p>igen*/<u>nem</u>*/egyéni elbírálás alapján* (* Megfelelő aláhúzendó)</p>
<p><b>A tantárgyleírást készítette:</b>  Dr. Ambrus Attila  Maróthy Dr. Tóth Erzsébet</p>

**\*\* A tantárgy tematikáját oly módon kell meghatározni, hogy az lehetővé tegye más intézményben a kreditismerési döntéshozatalt, tartalmazza a megszerzendő ismeretek, elsajátítandó alkalmazási (rész)kézségek, (rész)kompetenciák és attitűdök leírását, reflektálva a szak képzési és kimeneti követelményeire.**