

Tantárgy neve: Mikrobiológia alapjai	Kreditértéke: 3
A tantárgy besorolása : kötelező	
A tantárgy elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere” 67/33 kredit%)	
A tanóra típusa és óraszám a: 28 óra előadás és 14 óra gyakorlat az adott félévben Az adott ismeret átadásában alkalmazandó további módok, jellemzők : -	
A számonkérés módja: kollokvium Az ismeretellenőrzésben alkalmazandó további módok : <i>gyakorlati jegyzőkönyv számításokkal és értékelésekkel, gyakorlati ZH</i>	
A tantárgy tantervi helye (hányadik félév): 3	
Előtanulmányi feltételek: <i>szerves kémia</i>	
Tantárgy-leírás : az elsajátítandó ismeretanyag tömör, ugyanakkor informáló leírása 3-4 mondatban, valamint 14 (végzős MSc esetén 9) hetes bontásban az előadások	
A tantárgy oktatásának célja, olyan mikrobiológiai alapismeretek nyújtása, melyek hozzájárulnak a szak- és más kapcsolódó tantárgyak jobb elsajátításához. Mezőgazdasági szempontból kiemelkedően fontos mikrobiológiai ismeretek speciális fejezeteinek és környezetvédelmi vonatkozásainak ismertetése, a legújabb, korszerű tudományos ismeretek felhasználásával. A tantárgy keretén belül a hallgatók megismerik a mikrobák sejteinek felépítését, metabolizmusát, és genetikáját. Ismertetésre kerül a mikrobák evolúciója, a prokarióták és az eukarióta mikrobák fő filogenetikai csoportjai és azok jellemzői, a vírusok jellemzése. Bemutatjuk a mikrobák ökológiai, környezetvédelmi, élelmiszeripari, biotechnológiai szerepét, továbbá a növényi, állati és humán megbetegedésekben betöltött szerepüket. A gyakorlatokon néhány alapvető vizsgálati módszer és azok készség szinten való kivitelezésének elsajátítása a cél. 1. A mikrobiológia tárgya, története, célja 2. A mikrobák felépítő elemek és makromolekulák 3. A mikrobák metabolizmusa és tenyésztése 4. Mikrobiális genetika 5. A mikrobák evolúciója és rendszerezése 6. A prokarióta sejtek felépítése 7. Fontosabb prokarióta csoportok és jellemzésük 8. Az eukarióta sejtek felépítése, a protozoonok jellemzése és főbb csoportjaik 9. A gombák jellemzése, és rendszerezése 10. A fontosabb gomba csoportok és fajok jellemzése 11. Immunológiai alapfogalmak, fontosabb immunológiai módszerek 12. A mikrobiális anyagcsere sokszínűsége 13. Biogeokémiai ciklusok és bioremediáció alapjai 14. Mikrobák szerepe a mezőgazdaság szempontjából fontos folyamatokban	
Tantárgy-leírás : az elsajátítandó ismeretanyag tömör, ugyanakkor informáló leírása 3-4 mondatban, valamint 14 (végzős MSc esetén 9) hetes bontásban a gyakorlatok	
A gyakorlat általános célja a mikrobiológiai laboratóriumban használatos eszközök és berendezések, valamint az alapvető mikrobiológiai vizsgálati módszerek bemutatása és azok készség szinten való kivitelezésének elsajátítása a hallgatók által. A gyakorlatok tömbösítve 7 hét alatt kerülnek megtartásra. 1. Mikrobiológiai laboratóriumban használatos eszközök bemutatása. Ujjlenyomat vizsgálat. 2. Sterilizáció típusai. Mintavétel, mintaszállítás, minta előkészítés. 3. Mikroorganizmusok tenyésztése; táptalajok jellemzése, csoportosítása és készítése.	

4. Mikroorganizmusok számának a meghatározási módszerei. Talajminta összcsíraszámának meghatározása lemezöntéssel. 5. Átoltás, szűrt kultúra, tiszta tenyészet készítése szélesztéssel. 6. Mikroorganizmusok morfológiai vizsgálata. Gram-festés. Mikroszkópos vizsgálat. 7. Gyakorlati ZH
A 2-5 legfontosabb <i>kötelező</i>, illetve <i>ajánlott irodalom</i> (jegyzet, tankönyv) felsorolása bibliográfiai adatokkal (szerző, cím, kiadás adatai, (esetleg oldalak), ISBN)
1. Madigan, M. T, Martinko, J. M., Bender K., Buckley, D., Stahl, D (2015): Brock Biology of Microorganisms, Benjamin Cumming, 14th edition 1030 oldal, ISBN 978-1-292-01831-7 2. Márialigeti Károly szerk: Bevezetés a prokarióták világába (2013), ELTE TTK online jegyzet, 597 oldal, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest 3. Deák Tibor, Kiskó Gabriella, Maráz Anna, Mohácsiné Farkas Csilla (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Bp. 377oldal, ISBN 978-963-286-525-6 4. Jakucs E., Vajna L. (2003): Mikológia. Agroinform Kiadó, Budapest 478 p. ISBN: 963-502-776-1 5. Török Júlia Katalin: Bevezetés a protisztológiába (2012), ELTE TTK online jegyzet, 240 oldal, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest
Azoknak az előírt szakmai kompetenciáknak, kompetencia-elemeknek a felsorolása, amelyek kialakításához a tantárgy jellemzően, érdemben hozzájárul
a) tudása - Tisztában van azzal, hogy a kertészeti termesztésben előállított termékek az élelmiszerlánc részét képezik, ezzel kapcsolatban tudja és érti az élelmiszerlánc-biztonság alapvető fogalmait, összefüggéseit és folyamatait. - Munkája során különös figyelmet fordít az egyének és a társadalom egészségét támogató környezet kialakítására, egészségbarát műszaki megoldások alkalmazására. b) képességei - Folyamatosan figyelemmel kíséri a környezetvédelmi, higiéniai, élelmiszer-biztonsági, élelmiszer-egészségügyi, munkavédelmi előírásokat, valamint betartja és betartatja azokat. - Képes a képzése során elsajátított vizsgálati módszereket alkalmazni. c) attitűdje - Konstruktívan áll a szakmai kérdésekhez. Kezdeményezőkézség és fogékonyság jellemzi az újdonságok iránt, nyitott az agrártudományok alapvető eredményeinek és jellemzőinek hiteles közvetítésére szakmai és nem szakmai célcsoportok számára egyaránt. - Környezettudatos, fenntartható gazdálkodásra törekvő szemlélettel rendelkezik. d) autonómiája és felelőssége - Felelősségtudat jellemzi a munkával és magatartással kapcsolatos szakmai, jogi, etikai normákat, szabályokat illetően. - Választott kertészeti ágazatában, illetve specializációjában önállóan képes azonosítani a problémákat, s elméleti és gyakorlati tudása segítségével alkalmas azok megoldási stratégiáinak kidolgozására és e stratégiák következetes követésére.
Tantárgy felelőse (név, beosztás, tud. fokozat): Dr. habil Karaffa Erzsébet M., egyetemi docens, PhD
Tantárgy oktatásába bevont oktató(k), ha van(nak) (név, beosztás, tud. fokozat): Dr. Peles Ferenc, adjunktus, PhD; Dr. Pál Károly, tudományos főmunkatárs, PhD; Dr. Bérczesné Szojka Anikó, tanársegéd, PhD
Évközi ellenőrzés módja (pl. 1 db évközi zárthelyi dolgozat):
1 db évközi zárthelyi dolgozat

Számonkérés módszereinek részletei (pl. szóbeli, írásbeli, szóbeli és írásbeli, gyakorlati jegy, megajánlott jegy, stb.):

írásbeli vizsga

Az aláírás megszerzésének feltételei (pl. jegyzőkönyv, tanulmány, tervezési feladat dokumentációja, stb.):

A gyakorlatok esetén a hiányzások száma nem haladhatja meg a 2 hiányzást. A gyakorlatokon végzett kísérletekről kézzel írott jegyzőkönyv készítése. Gyakorlati zárthelyi dolgozat sikeres (minimum 60%-os) megírása.

Vizsgakérdések, tételsor:

1. A sejtekben található makromolekulák és építőelemeik
2. A Gram festés lényege: 4 fő lépése, a Gram pozitív és negatív sejtek festődése, a sejtfal szerkezete és a Gram festés közötti összefüggés
3. A metabolizmus meghatározása, formái és jellemzésük
4. Miről szól a molekuláris biológia centrális dogmája? Írja le az elemeit
5. Az eukarióta sejt kialakulását magyarázó elmélet megnevezése, és lényege
6. A mikroba sejtek és a többsejtű élőlények közös tulajdonságai (min 3)
7. A mikrobák jelentősége (min 5)
8. A mikrobiológia történetében jelentős tudósok (min 3) és munkásságuk időszaka (század) 6 pont
9. Louis Pasteur munkássága (min 3)
10. A Koch posztulátumok: felsorolás
11. A sejtekben előforduló 4 leggyakoribb kémiai elem neve, vegyjele, rendszáma, relatív atomtömege
12. Szénhidrátok: 2 biológiailag fontos monoszacharid megnevezése, és szerkezeti képlete. az aminocukrok rövid definíciója
13. Egy diszacharid, és a belőle származtatható poliszacharid neve, felépítő molekulái, a monomerek közötti kötés
14. A lipidek jellemzése. A trigliceridek és a foszfolipidek felépítése és polaritása
15. A sejtek (Baktérium, Eukarióta) membránjának szerkezet, a felépítésben résztvevő makromolekulák (min 2)
16. A nukleotidok felépítése, a DNS-t és az RNS-t felépítő nukleotidok közötti különbségek
17. A nukleotidok felépítésében résztvevő purin és pirimidin bázisok: neve, a specifikus kapcsolódásuk egymáshoz, a közöttük létrejövő hidrogénhidak száma
18. A DNS kettős spirál kémiai szerkezete
19. Az aminosavak szerkezet, csoportosításuk alapja, csoportjaik, és 1-1 adott csoportba tartozó aminosav
20. A fehérjék között kialakuló kötés neve és jellemzése, a fehérjék szerkezete (4 féle szint neve, és jellemzésük)
21. Nevezze meg/rajzolja le a következő baktérium alakokat: coccus, bacillus, spirális
22. A prokarióta sejt nagysága: nagyságrend, kb. minimum, maximum értékek, mik az előnyei a kisebb sejteknek (min. 1)
23. A citoplazma membrán jellemzése (min. 4)
24. A citoplazma membrán szerkezete, felépítő alapelemek és jellemzése, az alapszerkezetbe integrálódó molekulák Eukariótáknál és Baktériumoknál, és ezek szerepe. Az Archeák citoplazma membránja: különbségek a másik két csoporttól (min. 2)
25. A citoplazma membrán funkciója és ezek jellemzése
26. Transzport a citoplazma membránon keresztül: jól (min 1) és rosszul (min 3) permeálódó anyagok. A transzportfehérjék szerepe és tulajdonságai (min 2) – 7 pont
27. A prokarióta transzportrendszerek csoportosítása, és jellemzésük. Legalább 1 példa
28. A transzport formái az anyagok áramlási iránya szerint

29. A prokarióta sejtfal szerepe (min 2). A bakteriális sejtfal felosztására használt festési módszer
30. A Gram pozitív és Gram negatív sejtfal szerkezete
31. A Gram pozitív sejtfal felépítése (alap polimer, és felépítő molekulái, azok közötti kapcsolat). Egyéb sejtfalba integrálódó molekulák (min 1)
32. A Gram pozitív sejtfal emésztése, a létrejövő, stabil forma neve. sejtfal nélküli mikrobák (min 1)
33. A Gram negatív sejtfal felépítése, az egyes részek (kémiai) jellemzése – 9 pont
34. Az Archeák sejtfalának jellemzése (min 4)
35. A makroelemek: minimum 5 megnevezése, és előfordulási formái a természetben
36. Mikrobák lehetséges szénforrásai (min 3). Az autotróf mikrobák szénforrása. Az autotrófok felosztása a szénforrás beépítésére használt energia alapján
37. Mikrobák lehetséges nitrogén forrásai (min 2)
38. Két makroelem (C és N kivételével) szerepe az élő szervezetekben, és előfordulási formáik a természetben.
39. A vas szerepe és felvétele a mikrobáknál
40. Növekedési faktorok: jellemzés, példa (min 2). sok növekedési faktort igénylő mikroba
41. A táptalaj definíciója, két fő típusa, és jellemzésük. a differenciáló és a szelektív táptalajok jellemzése.
42. A mikrobák tenyésztésének elemei (min 3)
43. Energia felszabadulásával, illetve felhasználásával járó reakciók neve, és a szabadenergia változása ezekben a reakciókban. Mely reakciók játszódnak le spontán?
44. Az enzimek szerepe. az enzimműködés ciklusának lépései. az enzimek jellemzői . A kofaktorok szerepe és típusai – 11 pont
45. Az oxidációs és redukációs folyamatok lényege (a folyamatok közötti kapcsolat, kiindulási, és képződött molekula redox állapota, a folyamatokban résztvevő részecske
46. A redukációs potenciál, az O₂ és a H₂ szerepe az élőlények redox folyamataiban. A redox torony és felépítése.
47. A sejtekben található elektronhordozók (min 1), és szerepük a metabolikus folyamatokban.
48. a NAD és a NADP szerepe a sejtekben
49. Az energia tárolása a sejtekben: a rövidebb és hosszabb távú energiatárolás molekulái (min 2-2)
50. Az ATP termelésének két fő módja és jellemzésük (végső elektron akceptorok, lokalizáció a sejtben)
51. A terminális oxidáció jellemzése (min 3) és lokalizációja a sejtekben
52. A glikolízis és a fermentáció részei és az egyes részek jellemzése. Lehetséges termékek (min 3) – 9 pont
53. A citromsav ciklus belépő molekulája, és annak képződése, a ciklus fő jellemzői
54. A kemolitotróf, kemoorganotróf és fototróf anyagcsere fő jellemzői (energia, és szénforrás)
55. A baktériumok szaporodásának jellemzése, és a szaporodás szakaszai
56. A generációs idő és a növekedési sebesség
57. A DNS replikáció módja, kezdetének helye, a lánchosszabbítás iránya, a replikációban résztvevő enzimek (min 4), a vezető és az elmaradó szál szintézise
58. A genetikai információáramlás lépései és leírásuk
59. Határozza meg a következő fogalmakat: gén, genetikai elemek. Példa genetikai elemekre (min 3) és jellemzésük (előfordulása, nukleinsav típusa, leírása) - 14 pont
60. A transzkripció: lényege, fő szakaszai,
61. Fogalommagyarázatok: policisztronos mRNS, operon, olvasási keret
62. A genetikai kód jellemzői (min 5), a tRNS szerepe
63. A transláció (meghatározás), helye, lépései, a lépések rövid leírása
64. Az eukarióta és prokarióta riboszóma felépítése (alagységek és teljes riboszóma nagysága, felépítő makromolekulák és eltérések)
65. Az Archeák replikációjának és kromoszómájának jellemzői. Az Eukarióta kromoszóma szerveződése

66. Az Eukarióta és Prokarióta transzkripciós rendszerek közötti eltérések (min 3)
67. A Prokarióták, Archeák és Eukarióták transzkripciós rendszerének összehasonlítása (min 4 szempont)
68. Az enzimműködés szabályozásának 2 fő lehetősége. A génexpresszió jelentése, a gének csoportosítása expressziójuk módja szerint.
69. A génszézés jelentése, legfontosabb enzimeit és szerepük a rekombináns DNS létrehozásában
70. A plazmidok és bakteriofágok szerepe a génszézésben. A rekombináns DNS megsokszorozásának módja
71. Az evolúció lényege. A sejtés életformák megjelenési helyére vonatkozó hipotézisek
72. és lényegük
73. A makromolekulák valószínűsíthető megjelenési sorrendje
74. A LUCA jelentése, helye az evolúciós folyamatokban. Az első kialakult sejték metabolizmusának típusai
75. A Föld, az első sejtés élőlények, és az oxigéntermelő cianobaktériumok megjelenésének körülbelüli ideje
76. A légköri oxigén megjelenése okozta változások
77. Az endoszimbionta elmélet bizonyítékai (min 2), az Eukarióták baktériumokhoz (min 3) és Archeákhoz (min 1) hasonló tulajdonságai
78. Az evolúció és a filogenetika meghatározása. az élőlények jelenleg elfogadott rendszerezése (csoportok megnevezése)
79. Rendszertani egységek
80. A Baktériumok járulékos alkotóelemei (minimum 4) és jellemzésük
81. A Baktériumok filogenetikai csoportjai (min 3) és fő jellemzőik
82. A Proteobaktériumok jellemzése (min 3) és további csoportosításuk
83. Legalább 3 Proteobaktérium csoport neve, jellemzése, egy a csoportba tartozó faj megadása
84. Az E. coli teljes neve, besorolása (törzs, osztály), jellemzői (min 5)
85. A Gram pozitív baktériumok további csoportosítása, min 3 csoport vagy nemzetség megnevezése és jellemzése
86. Az Archeák rendszertani hely, és jellemzésük (min 3), sajátos anyagcseréjük
87. Az Eukarióta sejt felépítése: sejtszervecskék (min 4) és jellemzésük
88. A citoszkeleton funkciói (min 3) és építőegységei
89. Az Eukarióta mikrobák fő csoportjai
90. A protozoonok általános jellemzése (min 3)
91. A protozoonok szaporodási formái, és ezek változatai (5)
92. Jellemezz minimum egy ivaros szaporodási típust a protozoonoknál (név + leírás)
93. Minimum két protista csoport megnevezése, filogenetikai elhelyezkedése, jellemzői, 1-1 jelentős faj megnevezése
94. Mit nevezünk élesztőnek (rendszertan, morfológia)? Legalább egy élesztőfaj tudományos neve
95. Írja fel egy baktérium, egy gomba és egy vírus tudományos nevét
96. Az Eukarióta sejt felépítése: sejtszervecskék (min 4) és jellemzésük
97. A citoszkeleton funkciói (min 3) és építőegységei
98. Az Eukarióta mikrobák fő csoportjai
99. A protozoonok általános jellemzése (min 3)
100. A protozoonok szaporodási formái (2), és ezek változatai
101. Jellemezz minimum egy ivaros szaporodási típust a protozoonoknál (név + leírás) 4 pont
102. Minimum két protista csoport megnevezése, filogenetikai elhelyezkedése, jellemzői, 1-1 jelentős faj megnevezése
103. A gombák (Fungi) filogenetikai elhelyezkedése, élőhelyeik életmódjuk (min 3)
104. A gombák táplálkozásának jellemzői (3), ökológiai szerepük. A farontó gombák 2 nagy típusa, minimum egy eltérés köztük

105. A gombák morfológiai jellemzői (min 4). A gombák sejtfalának jellemzői A gombák ivartalan spóráinak szerepe, jellemzése (minimum 2), típusai
106. Példa gomba szimbiózisokra (2), a kapcsolatban résztvevő élőlények megnevezése. Az egyik szimbióta kapcsolat részletesebb jellemzése (min 3)
107. A növényi és állati patogén gombák fő jellemzői, szerepük (1-1)
108. A gombák aszexuális szaporodásának jellemző formái
109. A gombák aszexuális spóráinak 3 fő típusa
110. A nem valódi gombák (Fungi) csoportok megnevezése, egyikük jellemzése (ivaros és ivartalan szaporodás, életciklus, tenyésztés, rendszertani elhelyezkedése, életmód)
111. A Fungi csoport rendszertani elhelyezkedése, jelenleg elfogadott felosztása (5 + 1 csoport)
112. A Chytridiomycota csoport jellemzése: rendszertani elhelyezkedés, szaporodás, egyedfejlődés, életmód (min 2)
113. A Zygomycota csoport jellemzése: rendszertani elhelyezkedés, ivaros és ivartalan szaporodás, egyedfejlődés, életmód (min 2)
114. A Glomeromycota csoport jellemzése: rendszertani elhelyezkedés, életmód, további jellemzés (min 1)
115. A Dikarya csoport jellemzése: rendszertani elhelyezkedés, ide tartozó gombák csoportjai (2), és ezek egyedfejlődésének jellemzői
116. Az Aszkuszos és bazydiumos gombák ivaros szaporodásának (min 4) és életciklusának összehasonlítása
117. Az Aszkuszos gombák életciklusának jellemzése (min 4) és jelentőségük (min 3)
118. A Bazídiumos gombák életciklusának jellemzése (min 4) és jelentőségük (min 3)
119. A vírusok: méret (nagyságrend), jellemzői (min 4), megjelenési formái
120. A vírusok felépítése (3), az egyes összetevők jellemzése
121. A vírusok morfológiai típusai (min 3), azok jellemzői, és 1-1 példa
122. A vírusok csoportosítása genomi jellegük alapján (2 fő csoport, és 6 típus)
123. A vírusfertőzés típusai a vírus és a sejt kapcsolata alapján (min 3), és ezek jellemzői
124. A vírusreplikáció szakaszai és rövid jellemzésük
125. A vírus penetráció – jellemzés, típusai (min 2)
126. A vírusreplikáció szintetikus szakaszának történése
127. A bakteriofágok gazdaszervezete, a lítikus és a lizogén vírusok jellemzése, példa
128. A növényi vírusok jellemzése (min 4), példa
129. Az állati vírusok csoportosítása a genom alapján (min 4)
130. Állati DNS vírusok: egy család jellemzése (min 3) és példa
131. Állati helikális RNS vírusok: egy család jellemzése (min 3) és példa
132. Állati ikozahedrális RNS vírusok: egy család jellemzése (min 3) és példa
133. Az állati retrovírusok jellemzése (min 4), példa
134. Vírusok elleni védekezés (min 3) és jellemzésük
135. Szubvirális elemek (min 2), és egy csoport jellemzése
136. Hol találhatók nagy számban mikrobák az emberi testen (min 3)? A normál humán mikroflóra szerepe (min 2)
137. A mikrobák felosztása patogenitás szempontjából (3). A patogenitás és virulencia fogalma
138. A virulencia jellemzői (min 2). A kórokozók felosztása virulencia szempontjából (2). A virulencia mennyiségi jellemzésének lehetőségei (min 1)
139. A fertőzés és a betegség fogalmak magyarázata, a fertőzés lépései (2), fertőzési források humán betegségeknél (min 2), és fertőzési kapuk (min 2)
140. A mikrobiális toxinok csoportosítása és a csoportok rövid jellemzése
141. A humán fertőzések terjedésének módjai (minimum 2). A zoonózisok jellemzése.
142. A járványok formái az elterjedés nagysága alapján és ezek rövid jellemzése. A járványok (emberi és állati) megelőzésének lehetőségei (min 3). – 9 pont
143. Az emberi és állati szervezet fertőzésekkel szembeni védekezésének lehetőségei és ezek rövid jellemzése (min 3-3)

144. Az immunrendszer feladatai (min 3). Az antigén meghatározása, mikrobiális antigének (min 2).
145. Az immunitás felosztása és a csoportok jellemzése.
146. Az immunválasz 3 szakasza és ezek leírása.
147. Az antitestek szerepe az immunválaszban. Az antitestek kémiai jellemzői (min 2), az antitestek típusai (min 2)
148. A védőoltások célja (2), alkalmazásuk elméleti alapja, az oltóanyagok fő alkotóelemei (min 2)
149. A mikrobiális anyagcsere fő típusai
150. A fototrófok jellemzése (energiaforrás, szénforrás) és típusai
151. A fotoautotrófok csoportjai és jellemzésük (redukáló erő, szénforrás, energia)
152. A fototrófok fényreakciója: helye, az ATP keletkezésének mechanizmusa. A fototrófok CO₂ fixálása: a folyamat neve, alapfeltételei (3), fő lépések (2). A CO₂ fixálásának másik lehetősége mikrobákban.
153. A kemolitotrófok jellemzése (energia és szénforrások), litotróf energiaforrások eredete (min 4) és példák (min 4). Az autotróf életmódú kemolitotrófok elektrondonorai (min. 2)
154. Példa autotróf litotrófokra (min 1) és jellemzésük
155. A nitrifikálók és vasoxidálók jellemzése
156. A légzés (oxidatív foszforilációval történő ATP szintézis) feltételei
157. A légzési elektrontranszportlánc elemei (min 4), a Michell-féle kemoozmotikus modell lényege
158. Az anaerob légzés elektronakceptorai (min 3 csoport 2-2 példával)
159. A nitrát redukálók jellemzése (min 3)
160. A metanogének jellemzése (min 3)
161. A mikrobák növekedését befolyásoló tényezők
162. A környezeti tényezők hatásának tartományai, és ezek értelmezése (rajz, vagy szöveg) -10 pont
163. A hőmérséklet hatása mikrobákra (min 2), a kardinális hőmérsékletek és ezek értelmezése
164. A mikrobák csoportosítása szaporodási hőmérsékletük szerint, egy csoport rövid jellemzése.
165. A mikrobák csoportosítása pH optimumuk szerint, ezek rövid jellemzése.
166. A vízaktivitás fogalma, alacsony vízigényű mikrobák csoportjai név és rövid jellemzés
167. A mikrobák csoportosítása oxigén igényük és oxigén toleranciájuk szerint, ezek rövid jellemzése.
168. A mikrobák előfordulása és szerepe az ökoszisztémákban. A szimbiózis fogalma és típusai
169. A bendő mikroflórájának jellemzése (min. 6)
170. A nis fogalmának mikrobiológiai értelmezése
171. A biogeokémiai ciklusok értelmezése, a mikrobák szerepe.
172. A szén ciklus jellemzői (min 3), vázlata: min. 2 kulcsmolekula, és min. 4 az átalakulásokhoz rendelhető metabolikus útvonal
173. A nitrogén ciklus: fő lépései (min 4), kulcsmolekulák (min 4)
174. A kén ciklus: fő lépései kulcsmolekulák