Szakdolgozat

Deák Csilla

angol nyelv és kultúra tanára – biológiatanár osztatlan tanári mesterszak

2021

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

Természettudományi Kar

Szakdolgozat

Bakteriofágok élelmiszer-biztonsági alkalmazási lehetőségei Enterohemorrhagiás E. coli-val szemben

Témavezető:

Dr. Sváb Domonkos

tudományos főmunkatárs

Belső témavezető:

Dr. Tóth Erika

tanszékvezető egyetemi docens

Konzulens:

Nyárády Mariann

mestertanár

Készítette:

Deák Csilla

angol nyelv és kultúra tanára –
biológiatanár osztatlan tanári mesterszak

2021

Eredetiségi nyilatkozat

Alulírott .....DEÁK CSILLA.....(név)

T9EOM2.....(Neptun-kód) ezennel kijelentem és aláírásommal megerősítem, hogy az

ELTE.....ANGOL - BIOLÓGIA.....osztatlan tanári mesterszakján

írt jelen diplomamunkám saját szellemi termékem, melyet korábban más szakon még nem nyújtottam be szakdolgozatként és amelybe mások munkáját (könyv, tanulmány, kézirat, internetes forrás, személyes közlés stb.) idézőjel és pontos hivatkozások nélkül nem építettem be.

Budapest, 2021. 04. 28.

Deák Csilla

a hallgató aláírása

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés ... 6
1.1. *Escherichia coli* ... 7
1.1.1. Escherichia coli baktérium jellemzése ... 7
1.1.2. Patogén *Escherichia coli* ... 8
1.1.2.1. *E. coli* patotípusok-ról általában ... 9
1.1.3.Az Enterohemorrhagiás *E. coli* (EHEC) patotípus ... 13
1.1.3.1. Az EHEC patotípusról általában ... 13
1.1.3.2. *E. coli* O157:H7 szerotípus ... 14
1.1.4. EHEC az élelmiszerekben ... 15
1.1.5. Megoldási lehetőségek ... 18
1.2. Bakteriofágok ... 19
1.2.1. Bakteriofágokról általában ... 19
1.2.2. Lítikus és lizogén életciklus ... 22
1.2.2.1. Lítikus életciklus ... 22
1.2.2.2. A lítikus fágok jelentősége ... 23
1.2.2.3. A lizogén életciklus ... 24
1.2.2.4. A lizogén fágok jelentősége, a horizontális géntranszfer ... 24
1.2.3. Fágterápia: A bakteriofágok alkalmazási lehetőségei általában ... 26
1.2.4. Bakteriofágok alkalmazási lehetőségei az élelmiszeriparban ... 31
1.2.5. Bakteriofágok alkalmazásával kapcsolatos kísérletek az EHEC ellen ... 35

2.Adatfeldolgozás ... 38
2.1. Közvéleménykutatás ... 38
2.1.1. Célkitűzés ... 38
2.1.2. Módszerek ... 38
2.1.3. Adatok értékelése ... 38
2.1.4. Következtetések ... 43
2.2. Laboratóriumi adatok értékelése ... 44
2.2.1.Célkitűzés ... 44
2.2.2. Alkalmazott módszerek ... 44
2.2.3. Adatok értékelése ... 47
2.2.4. Következtetések ... 50

3. *Escherichia coli* és bakteriofágok a közoktatásban ... 51
3.1.Bevezetés ... 51

3.2. Anyag és módszer 53
3.3. Adatokok értékelése 57
3.3.1. A bemeneti kérdőív értékelése 57
3.3.2. A tanóra értékelése 66
3.3.3. A kimeneti kérdőív értékelése 69
3.4. Összegzés, konklúzió 71

4. Az *E. coli* és a bakteriofágok vizsgálata és a szakmódszertani kutatás alapján összegzett eredmények 73

IRODALOMJEGYZÉK 77

ÁBRAJEGYZÉK 83

MELLÉKLETEK 84

1.Bevezetés

Dolgozatom témájául a bakteriofágok azon csoportját választottam, amelyek az *Escherichia coli* baktériumot képesek megfertőzni.

Az élelmiszer-közvetítette kórokozó baktériumok elleni védekezésben a bakteriofágok alkalmazása új megoldási lehetőséget jelent. E kórokozók a mai napig súlyos problémát jelentenek az általuk okozott betegség súlyossága és gyakorisága miatt. Esetükben az antibiotikumok alkalmazása több, a dolgozatban kifejtett okból sem ideális, viszont a bakteriofágok alkalmazása több esetben is hatásos eszköz lehet.

A dolgozatban elsősorban az *E. coli* kórokozó törzsei elleni védekezés lehetőségeit mutatom be. Azon túl, hogy e faj fontos szimbionta organizmus, melynek laboratóriumi törzsei a mai napig kulcsfontosságúak a molekuláris biológiai kutatások számos területén, a faj egyes törzsei súlyos betegséget okozni képes, élelmiszerrel is terjedő patogén szervezetek. Ennek a kettősségnek a közoktatásban is kiemelt helye van a diákok egészségre nevelésében és a látókörük szélesítésében.

Az *E. coli* általános, majd egyes patotípusainak részletesebb bemutatását követően dolgozatomban kitérek a kórokozó *E. coli* törzsek és az élelmiszeripar kapcsolatára is. Majd rátérek a bakteriofágokra és lehetséges alkalmazhatóságukra az élelmiszeriparban. A bakteriofágok alkalmazhatóságának sikerességét szűk és tág tűrésű bakteriofágok oldási hatékonyságának vizsgálatán keresztül mutatom be. A jelenlegi járványügyi helyzet miatt nem volt lehetőségem személyesen elvégezni a laboratóriumi munkát, emiatt a külső témavezetőm által elvégzett kísérletekből származó adatokat értékeltem ki és vontam le következtetésemet.

Ezt követően egy szakmódszertani kutatás keretében szemléltetem, hogy a témám a közoktatásban milyen módon, milyen tárgykörben fordul elő.

1.1. *Escherichia coli*

1.1.1. Escherichia coli baktérium jellemzése

Az *Escherichia coli*, vagy röviden *E. coli* egy Gram-negatív, aerob/fakultatív anaerob, spórát nem képző kóliform baktérium, amit először Theodor Escherich írt le, 1885-ben (Croxen, és mtsi, 2013).

Széles körben elterjedt baktérium, bár elsősorban élőlények bélrendszerében fordul elő. Tágtűrésű élőlény, alacsony kémhatású (pH=4,4) közegben is képes szaporodni, illetve változatos anyagcseréje és enzimkészlete révén képes alkalmazkodni a különböző környezeti viszonyokhoz, például alacsonyabb oxigén-tartalom, magasabb sókoncentráció (Lim, és mtsi, 2010).

Fakultatív anaerob baktérium lévén oxigén hiányában is képes szaporodni, azonban oxigén szegény környezetben a szaporodási ráta alacsonyabb az oxigénben gazdag környezetben tapasztalthoz képest (Borsodi, és mtsi, 2013). Amennyiben egy oxigén szegény környezetbe kerül képes a fumarát- és nitrát légzésre, valamint szükség esetén a fermentációra is (Borsodi, és mtsi, 2013).

Mezofil organizmusról van szó, azaz a szaporodási hőmérsékleti optimuma 25-40°C. Ezen felül azonban 5-70°C közti hőmérsékleten is életképes marad, vagyis a hőmérséklet szempontjából tágtűrésűnek mondható (Sándor, és Peles, 2015).

Megtalálható a melegvérű állatok és az ember tápcsatornájában, azon belül is a vastagbélben. A tápcsatorna normál bélmikrobiótájának lényeges szereplője, fontos kommenzalista organizmus. A születést követően kolonizálja az újszülött bélcsatornáját, majd kialakul egy kölcsönösen előnyös kapcsolat a gazdaszervezet és az *E. coli* baktériumok között (Nataro, és Kaper, 1998).

Szerepe van a B-vitaminok és K vitamin szintézisben, ezen felül az oxigén elhasználásával biztosítják a vastagbélre jellemző oxigénszegény környezetet, továbbá jelenlétével kiszorítja a patogén, szervezetre káros baktériumokat is (Borsodi, és mtsi, 2013).

Fontos indikátor organizmus, szerepe van például az élelmiszerbiztonsági vizsgálatokban, vízminősítésben. Az emberi fogyasztásra szánt élelmiszerekben, vagy ivóvízben jelenlétük egyáltalán nem megengedhető, esetükben a határérték 0TKE (telepképzőegység)/100ml. Ha

kimutatható az élelmiszerben, vagy az ivóvízben, akkor szennyeződésről beszélhetünk (Sándor, és Pele, 2015).

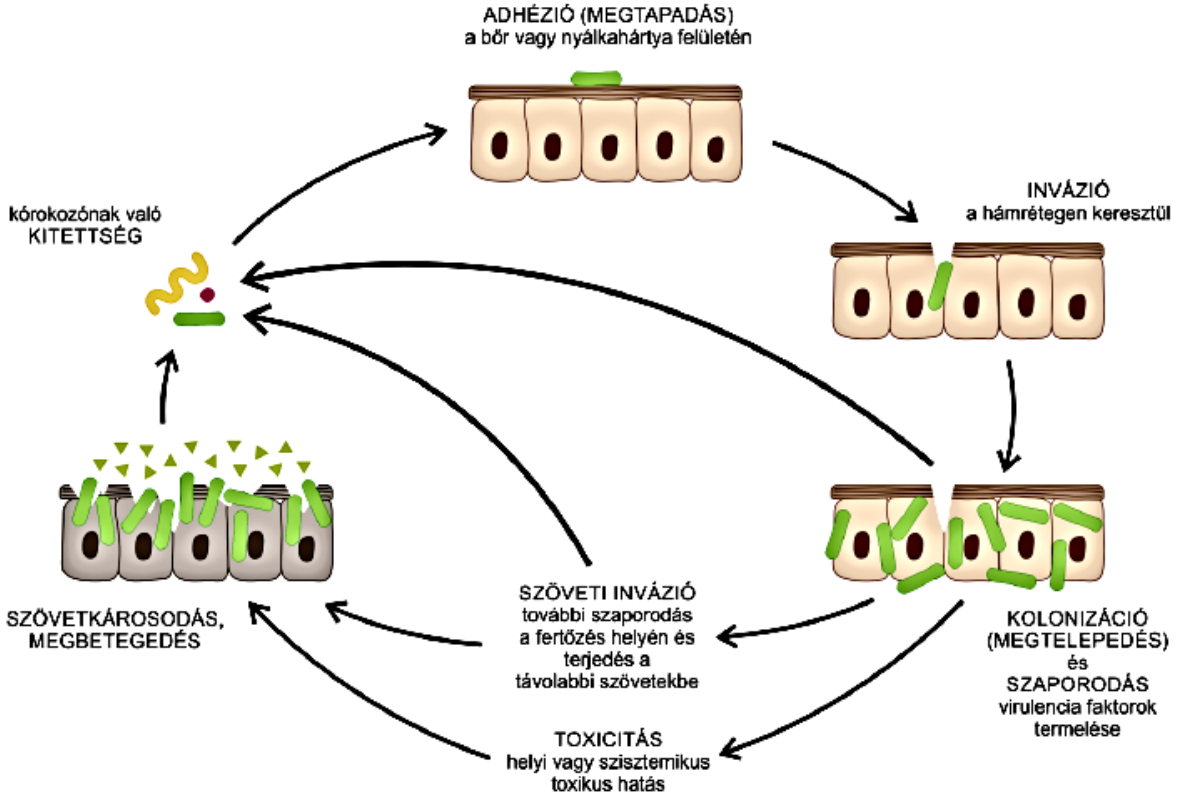
A legtöbb törzs ártalmatlan kommenzalista a fent felsorolt kedvező tulajdonságokkal, de vannak közöttük olyanok is, amik különböző megbetegedéseket okozhatnak (Nataro, és Kaper, 1998).

1.1.2. Patogén *Escherichia coli*

Az *E. coli* különböző patotípusai enterális, azaz bélrendszert érintő-, és extraintesztinális, azaz bélrendszeren kívüli tünetekkel járó, betegségeket okozhatnak (Croxen, és mtsi, 2013), köztük gyomor- és bélrendszeri gyulladást, húgyúti gyulladást, vagy agyhártyagyulladást (Nataro, és Kaper, 1998).

A WHO adatai szerint évente 5 millió gyermek halálát okozza az *E. coli* valamely patotípusa által okozott betegség (Brüssow, 2005). A legnagyobb jelentőséggel a bélrendszeri problémákat okozó patotípusok bírnak, mert ezek közt olyan megbetegedéseket okozó törzsek találhatóak, amelyek világszerte komoly közegészségügyi problémát jelentenek (Mag, 2009).

A bélcsatornát kolonizáló patogén törzsek a normál bélmikrobióta kompetitív hatása ellenére is megtelepednek és gyulladásos folyamatokat indítanak el. Ahogy az 1. ábra mutatja a baktériumok első lépésben kolonizálják a gazdaszervezet nyálkahártyáját. A kolonizációt különböző adhezinek is segíthetik. Ezt követően a gazdaszervezet védelmi mechanizmusainak ellenállva elszaporodnak, majd a szervezetben történő szétterjedést követően változatos hatás-mechanizmusokkal kóros folyamatokat indukálnak (Mag, 2009).



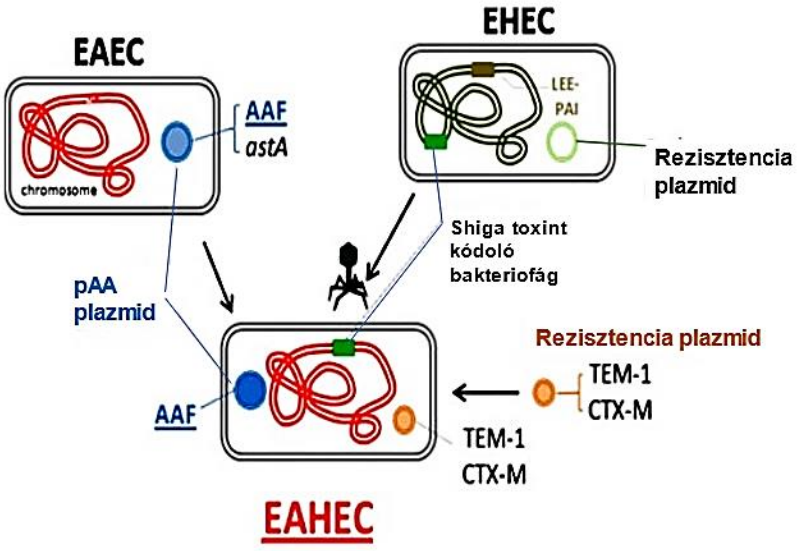
1. ábra. Baktérium okozta fertőzési ciklus menete (Borsodi, és Márialigeti (2015). A prokarióták világáról tanároknak (pp.118).)

1.1.2.1. *E. coli* patotípusok-ról általában

A kórokozó *E. coli* törzsek jellemző sajátossága, hogy a virulenciáért felelős gének rendszerint mobilis genetikai elemeken (MGE): plazmidokon, patogenitási szigeteken vagy profágokon helyezkednek el (Mag, 2009). Az így kódolt virulencia faktorok, például adhéziós faktorok és toxinok, lehetővé teszik, hogy a betegséget okozó törzsek a béltraktust sikeresen kolonizálják. Ezen tulajdonságaik teszik őket jó kompetítorrá, és jól kolonizáló szervezetté (Mag, 2009).

Az okozott kórkép szerint megkülönböztetünk intesztinális (INTEC) és extraintesztinális (EXPEC) patotípusokat. Az intesztinális patotípusok bélrendszert érintő tüneteket okoznak, míg az extraintesztinális patotípusok a bélrendszeren kívül megjelenő tünetekért felelősek. A legfontosabb intesztinális patotípusok az enterohemorrhágiás *E. coli* (EHEC), az enteropatogén *E. coli* (EPEC), az enterotoxikus *E. coli* (ETEC), az enteroinvazív *E. coli* (EIEC), az enteroaggregatív *E. coli* (EAEC), a diffúz adherens *E. coli* (DAEC) patotípusok (Nataro, és Kaper, 1998).

A mobilis genetikai elemek jelentőségét a 2011-es németországi járványért felelős törzs példáján keresztül szemléltetem. Ahogy az 2.ábra is mutatja a mobilis genetikai elemek evolúciós jelentőséggel bírnak, nagy szerepet játszanak a törzsek közti génkicserélődésben. A németországi esetben a járványért egy új, hibrid patotípus volt felelős, ami az EAEC patotípusra jellemző, különböző virulencia faktorokat (például β-laktamázt) kódoló pAA plazmidot, illetve az EHEC patotípusnál megtalálható Shiga toxint kódoló fágot hordozta (Brzuszkiewicz, és mtsi, 2011). A mobilis genetikai elemek mozgásának köszönhetően kialakult egy új, meglehetősen virulens patoítpus, ami β-laktám-rezisztens és képes a Shiga toxin termelésre is.



2. ábra. Mobilis genetikai elemek mozgása az EAEC, EHEC és EAHEC patotípusok között (Brzuszkiewicz és mtsi. (2011). Genome sequence analyses of two isolates from the recent Escherichia coli outbreak in Germany reveal the emergence of a new pathotype: Entero-Aggregative-Haemorrhagic Escherichia coli (EAHEC).)

A patotípusokat a patogenitás és az a mögött lévő mechanizmusok, a klinikai tünetek, a virulencia faktorok és a jellemző szerotípusok alapján lehet elkülöníteni (Lim, és mtsi, 2010). A későbbiekben az említett patotípusok közül az Enterohemorrhágiás *E. coli-t* ismertetem, mivel ebbe a típusba tartozó törzsek gyakoriak az élelmiszer-közvetítette *E. coli* fertőzések között és közülük az egyik legsúlyosabb kórképet képesek okozni. A CDC szerint az Egyesült Államokban évi 73 ezer megbetegedésért felelős, mi több, a megbetegedések 52%-a köthető élelmiszerfogyasztáshoz (Rangel, és mtsi, 2005).

A patotípusok elkülönítése elsősorban a virulencia markerek meghatározásával történik. Korábban a szerotipizálás volt a legalkalmasabb módszer a patogén és apatogén törzsek elkülönítésére (Mag, 2009).

A szerotipizálás a sejtfelszíni antigének alapján történik. Alapvetően 4 sejtfelszíni antigént vizsgálnak, viszont ezek közül csak három alapján történik a szerotípus meghatározása. A három antigén az O (szomatikus), H (flagelláris) és a K (kapszuláris) antigén. (Nataro, és Kaper, 1998). Az O antigének a sejtfalban található lipopoliszacharidok, a K-antigének tok- vagy burokantigének, poliszacharidok, és a H antigének csilló antigének, fehérje természetű komponensek. A negyedik antigén az F (fibrilláris) antigén, ami patogenezisben játszik szerepet, a szerotípus meghatározásában nem fontos (Turboly, 1999).

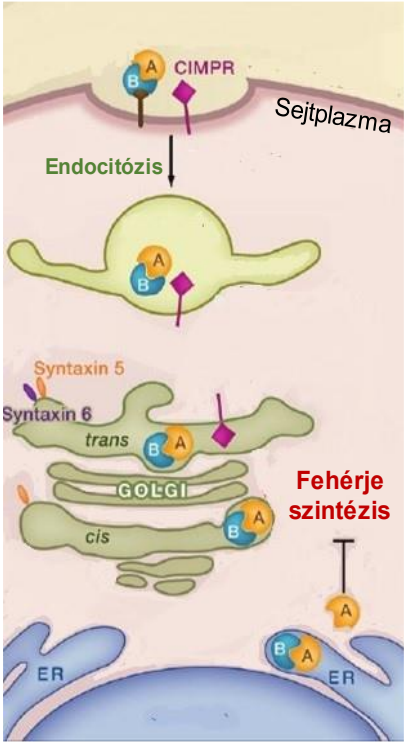
Eddig 186 különböző O, és 53 különböző H antigént különítettek el. Az O antigén a szerocsoportot, az O és a H antigén kombinációja pedig a szerocsoporton belül a szerotípust határozza meg (Fratamico, és mtsi, 2016).

A szerotipizálás fontos, viszont döntő információt a virulencia markerek vizsgálata nyújt a különböző *E. coli* törzsek patotípusának meghatározásában. A legfontosabb virulencia markereknek tekinthetők a törzsek által termelt toxinok (Croxen, és mtsi, 2013).

A bakteriális toxinokat több módon is csoportosíthatjuk. Attól függően, hogy a baktérium a toxint aktívan választja-e ki a környezetébe megkülönböztetünk exotoxinokat és endotoxinokat (Pál, 2013). Az exotoxinok fehérje természetű anyagok, amit a baktérium a környezetébe választ ki. Gram-negatív és Gram-pozitív baktériumoknál is megtalálható. Jellemző rájuk a hőérzékenység. Az exotoxinok kivétel nélkül erősen toxikusak, akár nanogramnyi mennyiségük is komoly kárt okozhat. Ezzel szemben az endotoxinok kizárólag a Gram-negatív baktériumok sejtfalában található lipopoliszacharidok. A baktérium sejt szétesésével kerülnek a környezetbe. Az exotoxinokkal ellentétben hőstabilak és kevésbé toxikusak (Borsodi, és Márialigeti, 2015).

Az exotoxinok közé sorolhatjuk a citolítikus-, az AB-, és a szuperantigén toxinokat. A citolítikus toxinok hatására a gazdasejt plazmamembránja tönkre megy, így a gazdasejt elpusztul (Borsodi, és Márialigeti, 2015).
Ezzel szemben az AB toxinok két alegységből állnak, az aktív A és a receptorhoz kapcsolódást segítő B alegységből. A toxin a B alegységével a gazdasejt receptorához köt (lásd 3.ábra), aminek következtében a toxin (A és B alegysége is) endocitózissal bekerül a sejt belsejébe, ahol a Golgi-apparátusba és az Endoplazmatikus retikulumba

transzportálódik. Kapcsolatba kerül a 60s riboszómális alegységgel, ezzel akadályozva a proteinszintézist, ami végeredményben a sejt elhalásához vezet (Nataro, és Kaper, 1998). Mivel a toxin kapcsolódása receptorfüggő, ezért az ilyen toxinok esetében van gazdasejt specifitás.



3. ábra. Az AB toxin célsejtbe kerülése (Seaman, és Peden (2010). Ricin toxin hits a retrograde roadblock)

A toxinok harmadik csoportja a szuperantigén toxinok, amik az immunrendszer T-sejtjeit aktiválva gyulladásos folyamatokat indukálnak, ami az egész szervezetre kiterjedő sokk szerű állapotot, anafilaxiát okoznak (Borsodi, és Márialigeti, 2015).

Az *E. coli* törzsek esetében az exotoxinok a bélhámsejteket támadják, károsítják, ami gyomor-és bélrendszeri tüneteket von maga után. Ebben az esetben az exotoxinokat enterotoxin névvel illetjük. Ezek a toxinok fertőzött élelmiszerrel, vagy szennyezett ivóvízzel kerülnek be a szervezetbe. Az enterotoxinok között egyaránt megtaláljuk a citolítikus- (például hemolizin), az AB- (például Shiga toxin), és a szuperantigén toxinokat is (Borsodi, és Márialigeti, 2015).

1.1.3.Az Enterohemorrhagiás *E. coli* (EHEC) patotípus

1.1.3.1. Az EHEC patotípusról általában

Természetes körülmények között nem találhatók meg a humán szervezetben, kizárólag állatok, például szarvasmarha, sertés, tápcsatornájában él. Az enterohemorrhágiás *E. coli* (EHEC) törzsek az emberi szervezetbe jutva vérzéses bélgyulladást (hemorrhágiás kolitiszt) okoznak, ami gyakran vesekárosodással, hemolítikus urémiás szindrómával (HUS) társul (Nataro, és Kaper, 1998). A HUS esetében az eredetileg a bélsejteket érintő fertőzés szisztémássá válik. A patotípus által termelt Shiga-toxin a véráramba jutva a keringési rendszeren keresztül eljut a vesékig, ahol károsítja a glomerulusok endothel sejtjeit, ami által csökken a filtráció (Nataro, és Kaper, 1998).

Az EHEC a már említett 2011-es németországi fertőzések után vált igazán ismertté, amikor a kórokozó szennyezett élelmiszer elfogyasztásán keresztül súlyos hasmenéses járványokat okozott. Már az eset elött is ismert volt, viszont kétségtelenül ez volt addig a legsúlyosabb járvány. Viszont, a vizsgálatok alapján a járványt nem egy az EHEC tipikus képviselője, hanem egy új, hibrid patotípus, az EAHEC (Enteroaggregatív Hemorrhágiás *Escherichia coli*), okozta (Brzuszkiewicz, és mtsi, 2011).

Az EHEC terjedhet szennyezett hús és tej által, vagy egyéb nyers élelmiszerrel, de előfordulhat az emberről emberre terjedés is (Sándor, és Peles, 2015). A kórokozó erősen fertőző, az infektív dózis meglehetősen alacsony, 10-100 csíra elég a fertőzéshez és a betegség kialakulásához (Tuboly, és mtsi,1999).

A fertőzés és a betegség kialakulását különféle virulencia faktorok segítik, többek közt toxinok és adhezinek (Croxen, és mtsi, 2013). A fertőzés során tapasztalt tüneteket a patotípus által termelt toxinok okozzák, az adhezinek pedig a bélhámsejtek kolonizációját segítik (Mag, 2009).

Az egyéb virulencia faktorok közé tartoznak azok az enzimek, amik a gazdaszervezet védekezési mechanizmusait hatástalanítják, vagy a gazdaszervezetet károsítják. Ebbe a kategóriába tartozik a kataláz, hidrogén-peroxidáz, és az enterohemolizin (Ameer, és Wasey, 2020).

A súlyos esetekből egyik leggyakrabban izolált szerotípusa az O157:H7, amit először 1982-ben Riley és munkatársai azonosítottak. Elégtelenül hőkezelt hús- és tejtermékekkel is, salátákkal, nyers zöldségekkel világszerte terjed. A nagy gyakorisággal kialakuló súlyos

tünetek és szövődmények miatt e patotípus komoly közegészségügyi problémát jelent (Mag, 2009).

1.1.3.2. *E. coli* O157:H7 szerotípus

A legsúlyosabb megbetegedéseket okozó EHEC törzsek jelentős része az O157:H7 szerotípusba tartozik. Rutin laboratóriumi széklettenyésztés során a harmadik leggyakoribb, véres székletből izolálva a leggyakoribb kórokozó (Mag, 2009).

1982 óta ismert (Riley és mtsi, 1983), az akkori fertőzést egy nem megfelelően átsütött marhahúsból készült étel okozta. Ezt követően 1983-ban Riley és mtsi a HUS-hoz köthető betegségek vizsgálata során is kimutatták (Mag, 2009).

A megbetegedések 10%-a hasmenéssel, 90%-a véres hasmenéssel jár. A fertőzöttek 10%-nál kialakul a HUS is (Mag, 2009). A megbetegedésekkel kapcsolatos statisztikai adatok alapján az idősebbek és az 5 év alatti gyermekek tartoznak a veszélyeztetett kategóriába. Az 5 év alatti gyermekek esetében 5 %-os a mortalitási ráta. A betegek túlnyomó része ugyan kigyógyul a HUS-ból, viszont tartós vesekárosodást szenved (Ameer és Wasey, 2020). A tünetekért a kórokozó által termelt verotoxin, más néven Shiga toxin tehető felelőssé. Ez a toxin tehető felelőssé mindkét kórkép kialakulásáért, azaz intersticiális gyulladást és a vese szövet károsodását is okozza (Mag, 2009).

A verotoxin a citotoxinok csoportjába tartozó AB-toxin, ami alapvetően egy lambda fágtól ered, a baktérium lizogén konverzió útján jutott a toxintermelést lehetővé tévő génhez. Ezt a fágot a saját genetikai állományába építve vált képessé a toxin termelésre (Lim, és mtsi, 2010). A toxin szerológiailag megegyezett a Shigellák által termelt toxinnal, innen ered a Shiga-like toxin elnevezés. Ezzel párhuzamosan a verotoxin (VT) elnevezés is elterjedt, ami arra utal, hogy a toxin káros hatással van a Vero sejtekre (Konowalchuk, és mtsi, 1977). A verotoxin két típusa az VT1 és a VT2, ami megfeleltethető az SLT1-nek (Shiga like toxin) és az SLT2-nek. A ma leginkább elterjedt rövidítés a Stx1 és Stx2 (Nataro, és Kaper, 1998).

A toxin a bélcsatornában a bélhámsejtekbe jutva megzavarja a fehérjeszintézist, ami az érintett sejt pusztulásához vezet. Ezen kívül a tápcsatornában található érhálózat sejtjeit is károsítja, ez nekrózishoz vagy apoptózishoz vezet. Ez az oka a véres hasmenésnek (Ameer, és Wasey, 2020).

Egy 2018-as Minnesotai felmérés szerint ebben az évben 115 regisztrált O157:H7 szerotípushoz köthető esetett jelentettek be, ezek közül mind bizonyítottan ehhez a

szerotípushoz köthetők. A 115 esetből 2 ember elhunyt (Minnesota Department of Health, 2018).

A CDC szerint az Egyesült Államokban évi 73 ezer eset köthető ehhez a szerotípushoz, ebből 60 a páciens halálával végződik. A halálesetek között nagyrészt idősek voltak (Ameer, és Wasey, 2020).

Jól alkalmazkodik a különböző környezeti tényezőkhöz, egyaránt ellenáll a savas kémhatásnak és a magas hőmérsékletnek (Mag, 2009). Az O157:H7 szerotípus 70C°-ig akár 3-nál alacsonyabb pH-n is szaporodó képes (Lim, és mtsi, 2010). Ez lehetővé teszi, hogy a szájon keresztül a gyomorba jutva túlélje az ottani körülményeket, és a béltraktus alsóbb részébe jutva kialakítsa a rá jellemző kórképet.

Ezt az ellenállóképességet különböző enzimek (például glutamát-dekarboxiláz) és fehérjék biztosítják, amik akkor lépnek működésbe amikor a kórokozó savas környezetbe kerül. Ekkor különböző anyagcsere melléktermékek kiválasztásával lokálisan egy számára optimális pH értéket alakít ki (Lim, és mtsi, 2010). Ez biztosítja, hogy a baktérium a gazda vagy hordozó szervezetbe jutásig túléljen számára kedvezőtlen környezetben is.

Alapvetően, ahogy korábban már említettem, a virulencia faktorok patogenitás szigeteken, fág DNS-ben, illetve plazmidon kódoltak. Ennél a szerotípusnál a virulencia faktorok közé sorolhatjuk a fág-kódolta verotoxint, a patogenitási szigeteken kódolt a baktérium bélhámsejthez történő tapadását elősegítő, így a fertőzésben kulcsfontosságú attaching faktorokat és fimbriákat (Lim, és mtsi, 2010).

A fenti virulencia faktorok kromoszomálisan kódoltak, ezekkel ellentétben a szerotípusra jellemző pO157 plazmid extrakromoszómális genetikai elem. A pO157 által hordozott gének a toxinokon kívül katalázt, hidrogén-peroxidázt, hemolizint, adhéziós faktorokat is kódolnak, melyek antibiotikum rezisztenciáért, a toxin termelésért, vagy különböző környezeti tényezők melletti hatékonyabb túlélésért (pH tűrés, hőtűrés, sótűrés) felelnek (Lim és mtsi, 2010).

1.1.4. EHEC az élelmiszerekben

Az emberi fertőzés szempontjából a szarvasmarha a legfőbb természetes rezervoár és szórványosan más állatok, kiskérődzők, baromfi és a sertés is szóba jöhet (Ekici, és Dümen, 2018). Ezek közül az EHEC patotípus esetében a szarvasmarha a leggyakoribb hordozó. A kórokozó a hordozók béltraktusát kolonizálja, viszont tüneteket ebben az esetben nem okoz.

Néhány fiatal állatnál fordulhatnak elő enyhébb tünetek, például hasmenés (Lim és mtsi, 2010).

Az állatoktól az emberig több úton juthat el a kórokozó. Megtörténhet az állat elfogyasztásával, vagy ember-állat kontaktus útján, továbbá állati bélsárral szennyezett víz által. Emberről emberre történő terjedésről is beszámoltak egyes esetekben (Lim és mtsi, 2010).

1982 és 2002 között 350 esetet jelentettek, ami kapcsolatba lehetet hozni állattenyésztéssel és egyéb mezőgazdasági tevékenységgel. A 350 eset 52%-a hús elfogyasztásával, 9% szennyezett víz fogyasztása által, 14% emberi kontaktus által fertőződött meg. Ezen kívül 3% állattal történő érintkezés során kaphatta el a kórokozót, illetve az összes eset 21%-nál nem tudták biztosan megmondani, hogy milyen úton fertőződhetett meg a páciens (Lim és mtsi, 2010).

Ezen kívül a szarvasmarha ürülékkel történő trágyázás során a zöldségekre és a gyümölcsökre, valamint a tejüzemekben tartott állatok tőgyéről a nyers tejbe és akár a tejtermékekbe is átkerülhet a kórokozó (Dümen, és Ekici, 2019). Mindezek alapján kimondhatjuk, hogy a leginkább rizikós élelmiszerek közé tartozik a nyers hús, nyers zöldség és gyümölcs, nyers tej és az abból készült tejtermékek, valamint a hal és a tojás.

A fertőzési kockázat elsősorban akkor áll fenn, ha az élelmiszerek előállítása, kezelése, szállítása és fogyasztása során nem tartják be a tisztasági és higiéniai előírásokat (Szabó, 2014). Ilyen esetek például a rosszul átsütött hús, a mosatlan nyers zöldség és gyümölcs. Látható, hogy az élelmiszeripari eljárások mellett a fogyasztói szokások is egy olyan tényező, ami hatással van a fertőzés kialakulására.

Természetesen az élelmiszer előállítása során is felmerülhetnek olyan hibák, amik a kórokozó emberi szervezetbe jutását, terjedését biztosítják. Például ha nem megfelelően történt a pasztörizálás a tejtermékek előállítása során, vagy a gyümölcsök és zöldségek válogatásánál és tisztításánál rosszul jártak el. De nem is feltétlen kell hogy hiba történjen, sokszor maga az eljárás olyan, ami során a kórokozó nem pusztul el, például a gyümölcslevek esetében (Sándor, és Peles, 2015).

Az élelmiszer a feldolgozási folyamat során több ponton is szennyeződhet kórokozókkal. Eleve a nyersanyagon is megjelenhetnek, a természetes biofilm részként (Sándor, és Peles, 2015). A nyers élelmiszer kiváló táptalajul szolgál a mikrobák számára, kedvező környezeti

feltételeket biztosítva a túlélésükhöz és a szaporodásukhoz. Minden baktérium, kórokozó, így az *E. coli* számára is adott, hogy milyen életkörülmények között tud túlélni és szaporodni. A lefontosabb tényezők a tápanyagokon, a nyomelemeken és a növekedési faktorokon kívül a szabad víztartalom, kémhatás, sókoncentráció és a hőmérséklet (Deák, és mtsi, 2006).

Az *E. coli*-ról tudjuk, hogy bizonyos környezeti tényezőkkel szemben genetikailag kódolt túlélő mechanizmusokkal rendelkezik, például a savas kémhatással szembeni ellenállást speciális enzimrendszerek (arginin-dekarboxiláz, glutamát-dekarboxiláz) működése biztosítja (Lim, és mtsi, 2013). Savas közegben, 25-45°C-on, megfelelő vízaktivitás (a_w=0,95) és sókoncentráció mellett szaporodóképes, 70°C-ig pedig életképes (Sándor, és Peles, 2015). E körülmények számos élelmiszer esetén fennállnak, melyek így kedvező környezetet jelentenek az *E. coli* számára.

Ezt követően a mezőgazdaságban a betakarításnál, vagy az állattenyésztésben a levágásnál is megtörténhet a szennyezés. De az is előfordulhat, hogy a feldolgozás, a tárolás vagy a szállítás nem volt megfelelően kivitelezve (Deák, és mtsi, 2006).

A 21.századra új igények jelentek meg, az emberek természetes ételeket helyezik előtérbe, viszont a kényelem, az egyszerűség is kiemelkedően fontos szempont. A fogyasztónak az lett fontos, hogy olyan ételekhez jusson amik kevesebb tartósítószert, cukrot, sót, adalékanyagot tartalmazna, valamint az előállításuk természetes biológiai eljárásokkal történik és környezet barát. Valamint, az elfogyasztott ételnek kedvezőek legyenek élettani hatásai (Szabó, 2014). Ezek az igények kihatnak az élelmiszer választására és elkészítésére is.

Előtérbe került a nyers zöldség és gyümölcsfogyasztás, félig átsült hús fogyasztása. Ezen kívül nagy népszerűségnek örvendenek az előre csomagolt saláták, készételek, mirelit zöldségek és gyümölcsök (Malota, és mtsi, 2018). Ezek mind olyan élelmiszerek, amikben nagy eséllyel találunk fertőzőképes *E. coli*-t, azon belül is az O157:H7 szerotípust, hiszen itt nem történik megfelelő hőkezelés, vagyis az étel elkészítése során a hőmérséklet nem éri el a 70°C feletti értéket, így a kórokozó életképes marad. Mindez a nem megfelelő higiéniai szokásokkal társítva kedvez a baktérium terjedésének.

Emellett a problémákat súlyosbítják a szélsőséges étkezési szokások is. Ezek közül a carnivor étkezést, a vegetarianizmust és a vegán életmódot emelném ki. A carnivor étrend a

nyers hús és nyers belsőségek fogyasztását foglalja magába (Sikka, 2019). Az eddig írtak alapján belátható, hogy ez kedvez a megbetegedés kialakulásának.

A vegetáriánus étkezést folytatók nem fogyasztanak húst, ellenben fogyasztanak halat, tejterméket és tojást, míg a vegánok kizárólag növény alapú étrendet követnek (Sikka, 2019). Az előbbi esetben a nem megfelelően elkészített hal, vagy a rosszul előállított, tárolt tejtermék fogyasztása is okozhat problémát, mindkét étrend esetében pedig a nyers zöldségek, gyümölcsök, növényi csírák fogyasztása lehet problémás.

1.1.5. Megoldási lehetőségek

A már bekövetkezett EHEC fertőzés esetén elsődleges a hidratáltság fenntartása és az elektrolit pótlás (Ameer, és Wasey, 2020). Sajnálatos módon az antibiotikumos kezelés nem minden esetben célravezető, mivel fokozza a szövődmények kialakulásának kockázatát. A baktérium sejt szükség esetén aktívan választja ki és adja le ezeket a toxinokat, viszont ha a kórokozó elpusztul, akkor egységnyi idő alatt hirtelen több toxin kerül a gazdaszervezetbe, így a tünetek, a toxinra adott válaszreakció súlyosbodnak. Ezen kívül, az antibiotikum a szimbionta, hasznos baktériumokat is károsítja, ezáltal csökkentve a konkurenciát a patogén számára (Ameer, és Wasey, 2020).

A megfelelő kezelés mellett a megelőzés is kulcsfontosságú. Az egyik lehetséges, a helyzetet érdemben javítani képes megoldás a bakteriofágok élelmiszeriparban megelőző jelleggel történő alkalmazása lehet.

1.2. Bakteriofágok

1.2.1. Bakteriofágokról általában

A bakteriofágok vagy fágok a világon széles körben elterjedt, baktériumok fertőzésére specializálódott olyan vírusok, amik kizárólag prokarióta sejteket fertőznek meg. A különböző fágok különböző baktériumfajokra specializálódtak és úgy fertőzik meg a baktériumokat, hogy eközben nem ártanak az eukarióta sejteknek (Clokie, és mtsi, 2011).

Először 1915-ben William Twort írta le őket, majd 1917-ben Felix d'Herelle kutatásai során észrevette, hogy a fágok alkalmasak lehetnek a baktériumok elpusztítására. A későbbi évtizedekben az antibiotikumok felfedezésével a bakteriofágok antibakteriális alkalmazásának kutatása háttérbe szorult. Az antibiotikum rezisztens baktériumok számának növekedésével egyidejűleg újra intenzívebben folytatták a fágok kutatását, lehetséges alkalmazhatóságuk vizsgálatát. A vizsgálatok nagy része, olyan fágokra fókuszált, amik széles körben elterjedt, modell szervezeteket fertőznek, például az *Escherichia coli*-t. Majd idővel rátértek az antibiotikum rezisztens törzsekre is (Clokie, és mtsi, 2011). A fágokkal kapcsolatos kutatásokról a Fágterápia alfejezetben részletesebben írok.

A felépítésük meglehetősen egyszerű, más vírusokhoz hasonlóan egy külső fehérjeburokból és örökítőanyagból állnak (Réczey, és Sípos, 2008), saját energiaszolgáltató- és fehérjeszintetizáló enzimrendszerrel nem rendelkeznek (Turboly, és mtsi, 1999).

A fehérje és nukleinsavakon kívül lipid és szénhidrát komponensek is találhatók a külső burokban (Réczey, és Sípos, 2008). Ez a két alkotó adja a fág molekuláris mintázatát, ami többek között meghatározza, hogy milyen baktériumot képes megfertőzni. Továbbá, a fehérje- és lipid alkotók határozzák meg a fág alakját. Ez az osztályozásuk szempontjából is lényeges, ugyanis csoportosításuk a nukleinsavuk és morfológiai tulajdonságaik alapján történik (Turboly, és mtsi, 1999).

Ugyan, csak egy fajta nukleinsavval rendelkezhetnek (DNS vagy RNS), de ez változatos szerkezetű lehet, például egyszálú vagy kétszálú, lineáris vagy cirkuláris (Turboly, és mtsi, 1999).

Világszerte elterjedtek, minden ökoszisztémának alkotórészei. Az olyan környezetek, mint a tengervíz, az édesvíz és a talaj több millió fág fajt tartalmaznak, ezen felül a világ összes élőlénycsoportjából izolálták már (Clokie, és mtsi, 2011). Az emlős tápcsatornában

kiemelkedő szerepe van a bélflóra egyensúlyának, és diverzitásának kialakításában és fenntartásában, azáltal, hogy a kártékony baktériumokat eliminálja (Raya, és mtsi, 2006).

Elterjedésük a gazdaszervezettől függ, hiszen önállóan nem életképesek. Tudjuk, hogy alapvetően baktériumokat fertőznek meg, és azt is tudjuk, hogy a baktériumok globális elterjedésű organizmusok. Ebből kifolyólag, ahol baktériumot találunk, ott nagy valószínűséggel bakteriofágot is fogunk találni. Valamint, számuk egy adott helyen a gazdasejt populáció méretétől függ (Clokie, és mtsi, 2011). Ha ezt tovább gondoljuk és máshogy közelítjük meg az elterjedést, akkor azt is észre kell vennünk, hogy a bakteriofágok a baktériumokon keresztül a táplálékhálózatok és a biogeokémiai ciklusok szereplő, így befolyásolhatják egy életközösség működését és összetételét, ezáltal kihatnak a bioszféra állapotára is. Ezek alapján kimondhatjuk, hogy a bioszféra működése szempontjából is kulcsfontosságúak.

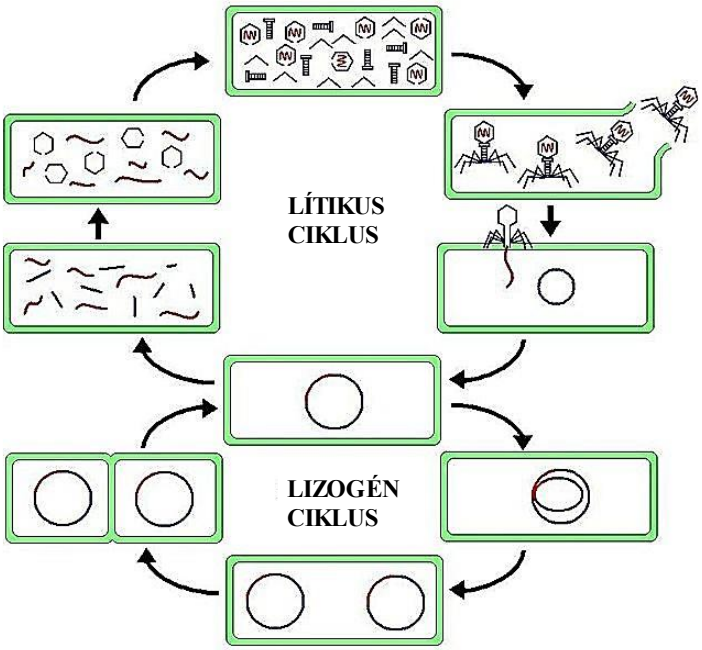
Szaporodásuk mindenképpen a gazdasejten belül történik. A fágok nagy része szűk gazdaspektrummal rendelkezik, csak egy adott baktérium faj meghatározott törzseit képesek megfertőzni. Természetesen vannak szélesebb gazdaspektrumú fágok is, amelyek egyaránt képesek Gram-pozitív és Gram-negatív baktériumokat is megfertőzni (Turboly, és mtsi, 1999).

Első lépésben a fágok megtapadnak a gazdasejten (Turboly, és mtsi, 1999). Itt, ennél a lépésnél van jelentőssége a fág, illetve a potenciális gazdasejt molekuláris mintázatának. Ugyanis, a megtapadás során a fág a baktérium sejthez egy receptor segítségével kapcsolódik, amit a baktérium sejtfalában találunk (O'Flynn, és mtsi, 2004). Azaz, egy receptor-ligandum kölcsönhatásról van szó. Csak akkor alakulhat ki fertőzés, ha a vírus meg tud tapadni a gazdasejten, azaz a fertőzés gazdasejt specifikus. Amennyiben a gazdasejten nincs ilyen receptor a fág nem kötődik hozzá.

Nem szabad megfeledkeznünk arról a tényről sem, hogy a fágok önálló mozgásra képtelenek, önállóan képtelenek felkutatni egy gazdasejtet (Moye, és mtsi, 2008), emiatt a szaporodásuk sikere a környezeti tényezőkön is múlik.

Amennyiben sikeres volt a megtapadás, a következő lépés a penetráció, ami során a bakteriofág, vagy kizárólag annak örökítőanyaga a sejtfalon át bejut a gazdasejtbe (Turboly, és mtsi,1999).

Ezt követően két úton folytatódhat a fertőzés, aszerint, hogy a bakteriofág lítikus vagy lizogén életciklusú (lásd 4.ábra). Ha a fág lítikus, akkor azonnal szaporodni kezd a baktériumban, ezáltal elpusztítva azt (Clokie, és mtsi, 2011). Ezeket a fágokat virulens vagy vegetatív fág névvel illetjük (Turboly, és mtsi, 1999). Lítikus fágok közé tartoznak az E. *coli*-t fertőző T4-, T7- fágok (Liu, és mtsi, 2015), valamint a szélesebb gazdaspektrumú rv5 fág (Sváb, és mtsi, 2018).



4. ábra. Bakteriofágok lítikus és lizogén életciklusa (Boundless (2021). Virulent Bacteriophages and T4. In Microbiology (pp. 2138).)

A másik opció lizogén fágok esetén áll fenn, amikor a fág örökítőanyaga beépül a baktérium genomjába, vagy plazmiddá alakulva marad fenn. Ezeket a fágokat profágnak, vagy temperált fágoknak nevezzük. Ebben az esetben a fág az utódsejtekbe kerülve akár több ezer generáción keresztül is stabilan fennmaradhat. Ebbe a csoportba tartozik például a lambda-fág (Turboly, és mtsi, 1999).

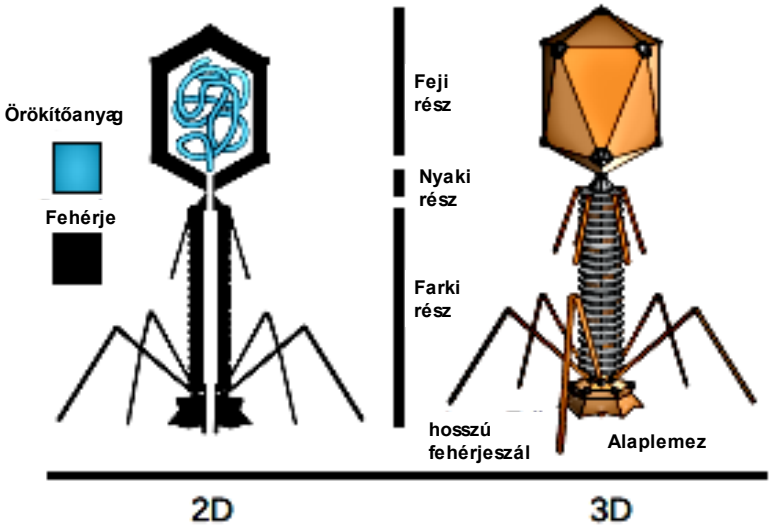
Összegezve az eddigieket a fágok szaporodása a baktériumba jutásig azonos módon történik, majd a gazdasejtbe kerülve válik szét lítikus és lizogén vonalra.

1.2.2. Lítikus és lizogén életciklus

1.2.2.1. Lítikus életciklus

Ahogyan már említettem, a lítikus fágok szaporodásuk során a gazdasejt enzimeit használják fel, majd a folyamat végén elpusztítják a gazdasejtet.

A lítikus fágok életciklusát a T4-fág példáján keresztül mutatom be. A T4 egy olyan bakteriofág, ami kizárólag lítikus életciklusra képes, sikeresen fertőzi az *E. coli*-t (Boundless, 2021).

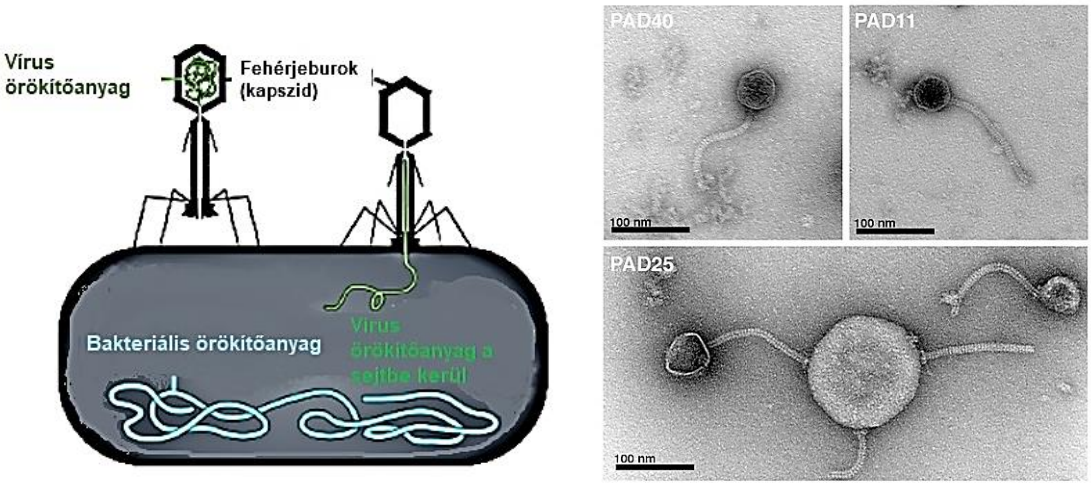


5. ábra. T4 bakteriofág felépítése. (Boundless (2021). Virulent Bacteriophages and T4. (2021, January 3). In Microbiology (pp. 2084). Boundless.)

Ahogy az 5. ábra mutatja, alapvetően feji-, nyaki-, és farok részből állnak. A feji részben található az örökítőanyag. Az ezt követő rész a nyaki rész, amely egy átmeneti résznek tekinthető. A harmadik rész a farki rész, aminek belsejében találunk egy csövet, amin keresztül az örökítőanyag a feji részből a célsejtbe kerül. A farki rész alján találjuk az alaplemezt (baseplate), amihez a fehérjeszálak (farok fiberek, tail fiber) csatlakoznak (Boundless, 2021).

Kezdő lépésként a bakteriofág a hosszú fehérjeszálával felismeri a baktérium sejt felszínén található receptort (lásd 6.ábra). Ennek hatására egy jel indul az adott fehérjeszáltól az alaplemez felé, aminek következtében a rövid fehérjeszálak a receptorhoz kapcsolódnak. A kötődés hatására az alaplemez szerkezete megváltozik, ami a farok rész összehúzódását okozza. A farki részen található egy fehérje, ami enzimatikus aktivitásának köszönhetően

megbontja a baktérium sejtfalát és plazmamembránját. Amint ez megtörtént, az örökítőanyag a feji részből a farki részben található csövön keresztül a célsejtbe kerül (Boundless, 2021).



6. ábra. Baktérium fertőzése. (Boundless (2021). Virulent Bacteriophages and T4. In Microbiology (pp. 2096, pp.2137))

Az örökítőanyag bejutását követően a gazdasejt működése rendellenessé válik, a fág eredetű örökítőanyag transzkripciója és a transzlációja kezdődik meg (Turboly, és mtsi, 1999). Lényegében a gazdasejt létrehozza a fág alkotóelemeit.

Ezekből a termékekből jönnek létre az új „egyedek", vagyis megkezdődik a fág sokszorozódása a gazdasejten belül. Majd kialakulnak a virionok, amik a baktérium sejt felszakadásával kerülnek a környezetbe (Boundless, 2021).

1.2.2.2. A lítikus fágok jelentősége

A fágok baktérium ellenes használatának lehetőségét már 1910-es években is leírta d'Herelle and Twort (Monk, és mtsi, 2010). Ezt követően 1920 és 1940 között voltak kutatások, amik különböző bakteriális fertőzések leküzdésre irányultak (Barrow, és mtsi, 2010). Az antibiotikum rezisztens törzsek megjelenését követően a fágok ellenük való felhasználását célzó kutatásokat is végeztek. Multirezisztens kórokozókkal, többek között a MRSA-val és a *Staphylococcus aureus*-szal végeztek sikeresnek mondható kísérleteket (Barrow, és mtsi, 2010).

A gyógyszeriparon kívül az élelmiszeriparnak is kihívást jelent a fertőzések megelőzése, és kezelése. Számos élelmiszerrel terjedő, súlyos megbetegedéseket, járványokat okozó kórokozót ismerünk, ilyen például a Salmonella, az *E. coli*, a Listeria nemzetség tagjai.

Számos kutatás támasztja alá, hogy az ellenük bakteriofágokkal történő védekezés hatásos és biztonságos lehet (Barrow, és mtsi, 2010), melyről a dolgozat későbbi részében részletesebben is lesz szó.

1.2.2.3. A lizogén életciklus

A lítikus fágokkal ellentétben a lizogén fágok nem pusztítják el a gazdasejtet, hanem a gazdasejten belül a baktérium genomjába integrálódnak, vagy plazmid formájában, esetleg mobilis genetikai elemként maradnak fent (Clokie, és mtsi, 2011).

A lizogén életciklust a lambda- fág példáján keresztül mutatom be.

A lambda fág a T4 fághoz hasonló felépítéssel rendelkezik (lásd 5. ábra). A vírus feji részében található az örökítőanyag. A feji részt a nyaki rész, majd a talpi rész követi, amiben ebben az esetben is egy csőszerű képlet található. A talpi rész végén található az alaplemez, a fehérjefonalakkal (Boundless, 2021).

A gazdasejtbe jutást követően a fág eredetű nukleinsavval alapvetően két dolog történhet. Az egyik opció, hogy beintegrálja magát a prokarióta genomba, profággá alakul. Ebben az esetben fág örökítőanyag a genommal együtt replikálódik és az utódsejtekbe kerülve fennmarad (Davies, és mtsi, 2016). A másik esetben nem integrálódik a genomba, hanem extrakromoszómálisan elhelyezkedve, plazmidként marad fent. Ezáltal akár több generáción keresztül is részét képezheti a prokarióta genetikai állományának. Egyik esetben sem tesz kárt a gazdaszervezetben (Liu, és mtsi, 2020).

Bizonyos esetekben a profág egy környezeti hatásra aktiválódik, és lítikus életciklusba kezd. Ez a váltás alapvetően a gazdaszervezet anyagcseréjétől és a környezeti tényezőktől függ (Davies, és mtsi, 2016). Például, ha a gazdasejt éhezik, akkor nem vált át lítikus ciklusra, hanem a genomba integrálva magát mutációt idéz elő, ami biztosíthatja a gazdasejt, ezáltal a profág túlélését is (Liu, és mtsi, 2020).

1.2.2.4. A lizogén fágok jelentősége, a horizontális géntranszfer

Felmerülhet a kérdés, hogy miért lehet a lizogén életciklus a lítikushoz hasonlóan sikeres szaporodási stratégia?

Ezáltal az érintett baktérium törzsek genetikai variabilitása és környezettel szembeni ellenállóképessége, adaptációs készsége nőhet. A baktériumban lévő profág bizonyos előnyhöz juttathatja a gazdasejtet, ami lehet antibiotikum rezisztencia, vagy egyéb virulencia faktorok megjelenése (Liu, és mtsi, 2020).

A lizogéniából újból lítikus ciklusra váltás járulékos hatásként a fág vektorként szolgálhat, közvetítésével lehetőség van a gén kicserélődésre, vagyis a horizontális géntranszferre (Brüssow, és mtsi, 2004).

Alapvetően a horizontális géntranszfernek két altípusa van, aszerint, hogy az ily módon szállított gén fág, vagy bakteriális eredetű (Brüssow, és mtsi, 2004).

Amennyiben bakteriális eredetű gének szállítódnak, transzdukcióról beszélünk. A fertőzés végén kiszabaduló fágok a gazdabaktérium genomjából származó génszakaszokat is hordozhatnak, amit egy újabb fertőzés során az újabb gazdasejtbe juttatnak be, ahol ennek idegen örökítőanyagnak a genomba történő integrálódását idézik elő (Liu, és mtsi, 2020).

A transzdukciónak két módja ismert, történhet generalizált és specifikus transzdukció aszerint, hogy lítikus vagy lizogén fág áll a folyamat mögött (Pál, 2013).

Specifikus transzdukciónál egy lizogén fág fertőzi meg a baktériumot és profággá alakulva integrálja magát a bakteriális genom adott részébe (uk, 2017), így a kromoszómának csak adott pontjain történhet meg integráció, emiatt csak bizonyos bakteriális gének transzdukálódnak (Pál, 2013).

Ezt követően, a bakteriális genomi replikáció során a vírus DNS is replikálódik, az utódsejtekbe kerülve fennmarad. Bizonyos tényezők hatására azonban a vírus DNS kiválhat a bakteriális kromoszómából. A kiválásakor a bakteriális genom töredékei is kivágódnak a DNS-ből és a profághoz kapcsolódnak. Ezt követően a fágok lítikus ciklust folytatva szaporodnak, aminek következtében a baktérium sejt elpusztul. Új gazdasejtbe kerülve a profág fág DNS-en kívül bakteriális DNS-t is átadja (uk, 2017).

Ezzel szemben a generalizált transzdukció történik lítikus fág közvetítésével. A fertőzés során a gazdasejt anyagcsere működése zavart szenved, a vírus örökítőanyag replikációja történik meg. A replikáció során a bakteriális genom darabjai a fág DNS-el együtt a kapszidba kerülnek a bakteriofág összeszerelődésekor (uk, 2017). Tehát, ebben az esetben a bakteriális genom minden része ugyanakkora eséllyel kerül be a virionba (Pál, 2013).

A jelenség végén új, örökletes tulajdonságok jelennek meg az érintett baktériumban és utódaiban. Transzdukciót detektáltak a különböző Salmonella törzsek között, illetve a Listeria törzsek között is (Liu, és mtsi, 2020).

A horizontális géntranszfer másik altípusa a lizogén konverzió, amikor az új genetikai információ fág eredetű, a fág genom része (Brüssow, és mtsi, 2004).

A baktérium előnyhöz juttatása megtörténhet a fág által kódolt toxinokkal, vagy úgy, hogy az infekció valamilyen egyéb módon növeli a baktérium túlélési esélyét (Davies, és mtsi, 2016). Ezt a jelenséget először egy Streptococcus törzsnél mutatták ki, ami eredetileg nem tartozott a toxint termelő baktériumok közé, viszont ez egy fágfertőzésnek köszönhetően megváltozott. A baktérium képessé vált a toxintermelésre (Davies, és mtsi, 2016).

Fág eredetű exotoxinok közé tartozik még a *Corynebacterium diphteriae* diphteria toxinja, vagy a *Clostridium botulinum* botulin toxinja, valamint a *Vibrio cholerae* kolera toxinja is (Liu, és mtsi, 2020). Továbbá a Shiga-toxin termelő *E. coli* (STEC) toxinja is fág eredetű (Brüssow, és mtsi, 2004).

Azonban, a fágok nem csak toxinokat kódolhatnak, hanem egyéb virulencia faktorokat is, amik jobb kompetítorrá teszik az érintett prokariótát (Davies, és mtsi, 2016). Például az *E. coli* O157:H7 szerotípus esetében egy transzkripciót szabályozó fehérjét kódol, ami által hatékonyabban alkalmazkodik a környezeti tényezőkhöz (Liu, és mtsi, 2020).

Az eddig megemlítetteken kívül még egy előny származhat fág fertőzésből, az antibiotikum rezisztencia. Erre példa a *Staphylococcus aureus* béta-laktám rezisztenciája is. Sőt, sok esetben a rezisztencia nem csak egy antibiotikum ellen alakul ki, így multidrog rezisztens törzsek jönnek létre. Ilyen például a MRSA (Methicilin rezisztens *Staphylococcus aureus*) is (Liu, és mtsi, 2020).

1.2.3. Fágterápia: A bakteriofágok alkalmazási lehetőségei általában

A fágterápia a bakteriofágok vagy fágkészítmények célzott használata a bakteriális eredetű fertőzések kezelésére (Hagens, és Loessner, 2010). A fágterápia fogalma nem keverhető össze a biokontroll fogalmával, ami tágabb értelemben az adott organizmus kiirtása vagy szaporodásának gátlása egy másik biológiai ágenssel egy adott környezetben. Ennek egy válfaja a fág-biokontroll, vagyis egy baktérium kiirtása vagy szaporodásának gátlása egy előzetesen környezetbe juttatott, vagy hozzáadott fág vagy fágkészítmény segítségével (Hagens, és Loessner, 2010).

Ahogy említettem a fágok ismertetéséről szóló alfejezetben felfedezésük már az 1910-es évek elején megtörtént és már ekkor elkezdődött antibakteriális alkalmazásuk lehetőségeinek kutatása. Többek között d'Herelle végzett kutatásokat a bakteriofágokkal

kapcsolatban, melynek fókusza a terápiás alkalmazásuk volt. Mitöbb, fágterápiás kutatóközpontokat hoztak létre Franciaországban, az USA-ban, Grúziában és a Szovjet Unióban. Ekkor már különböző bakteriális betegségeket, sebeket kezeltek fág készítményekkel. Az adatok szerint az esetek 92%-ában a fertőzést okozó baktériumok maradéktalanul elpusztultak. (Monk, és mtsi, 2010). A sikeres antibiotikum használat miatt ekkor a fággal kapcsolatos további kutatások kissé háttérbe szorultak.

Amióta azonban egyre több bakteriális kórokozó esetében okoz komoly problémát a terjedő antibiotikum rezisztencia, ismét elkezdtek komolyabb figyelmet szentelni a fágok alkalmazhatóságával kapcsolatos kutatásoknak (Alanis, 2005).

A fágterápia megtervezése összetett folyamat, számtalan tényezőt figyelembe véve kell mérlegelni, döntést hozni.

Talán az első és a legfontosabb szabály, amit mindenképpen be kell tartani fágok alkalmazása során, hogy kizárólag lítikus bakteriofágokat használunk ilyen célra. A lizogén fágok szűrése, kerülése lényegi része a fág terápiának (Hagens, és Loessner, 2010).

A második legfontosabb tényező a fág gazdaspecifitása (Hagens, és Loessner, 2010). A fágterápiáknál általában a célsejt meghatározott, azaz egy olyan fágot kell felhasználni, ami fertőzi a célsejtet.

Ezen a ponton célszerű figyelembe venni a fág gazdaspektrumát is. A legtöbb esetben célszerű lehet szűk gazdaspektrumú fágot kiválasztani, hiszen nem lenne hatékony, ha a fág a célsejten kívül más baktériumot is fertőzne. Csak akkor indokolt szélesebb gazdaspektrumú fágokat választani, ha több baktérium fajt kell egyidejűleg eliminálni és nincs lehetőség egyidejűleg több szűk gazdaspektrumú fágot alkalmazni (Hagens, és Loessner, 2010).

A következő fontos szempont a bakteriofágok részletes feno- és genotípusos ismerete. Ez alapján ki lehet zárni az olyan fágokat, amik patogenitásért felelős géneket hordoznak, vagy olyan géneket, amik kifejeződése esetén fokozott, nem kívánatos immunválasz alakul ki (Hagens, és Loessner, 2010).

Ezenkívül a fág terápia sikere a fág és baktérium denzitáson, valamint a fág- baktérium arányon is múlik. Túl alacsony baktériumsűrűség esetén kisebb az esélye a fág-baktérium találkozásnak, ezáltal a fertőzés kialakulásának. Ennélfogva, el kell találni a megfelelő arányt a két populáció között, illetve biztosítani kell populációnként azt a minimális

egyedszámot ami elősegíti a fertőzés kialakulását. Az az ideális ha a baktérium populáció mérete többszöröse a fág populáció méretének, és a fágok összegyedszáma sem túl alacsony (Hagens, és Loessner, 2010).

Viszont, hiába van mindkét szereplőből elég, ha a fág affinitása a baktériummal szemben alacsony (Hagens, és Loessner, 2010). Tehát, figyelembe kell venni, hogy az adott fág fertőzi-e az érintett baktériumot, abban az esetben is, ha más baktérium is jelen van.

A következő tényező, ami szintén befolyásolja a terápia kimenetelét, a baktérium sejt szaporodási rátája az adott környezetben. Ez azért fontos, mert ha a célsejt az adott környezetben lassabban szaporodik, nem éri el azt a minimális egyedszámot, ami a fertőzés kialakulásához szükséges. Ennek következtében egy idő után a fágok gazda hiányában elpusztulnak, ami végső soron a baktérium szám növekedését eredményezi, azaz a terápia sikertelen lesz (Hagens, és Loessner, 2010).

A biotikus környezeti tényezőkön kívül az abiotikus környezeti tényezőkkel is számolni kell. A fágok önálló mozgásra képtelenek, teljes mértékben a környezetükre vannak utalva. Mozgásukhoz folyadékra van szükség, annak érdekében, hogy eljussanak a célsejthez (Moye, és mtsi, 2018). Lényegében egyszerű diffúzió segítségével terjednek szét a közegben, ebből kifolyólag a folyékony fázisú közegekben a leghatékonyabbak.

A hőmérséklet és a közeg kémiai összetétele szintén esszenciális tényező a fágok számára. A fág készítményeket hűtve kell tárolni, különben gazdasejt hiányában elpusztulnak. Ráadásul, ha a fágokon kívül vegyszereket is felhasználunk a kezelés során, az szintén negatív hatással lehet a bakteriofág számára (Moye, és mtsi, 2018).

Az antibiotikumokhoz hasonlóan a fágokkal szemben is kialakulhat rezisztencia, hiszen a baktériumok és fágok, mint préda és ragadozó, közti fegyverkezési verseny feltehetőleg évmilliárdok óta tart (Moye, és mtsi, 2018). A baktérium a sejtfelszíni receptorok megváltoztatásával, eltüntetésével éri el a baktérium.

A fenti problémára megoldást nyújthat a fág koktél használata, amibe két vagy több fágot válogatnak be a hatékonyság növelésének érdekében, így egyetlen mutáció jóval kevésbé valószínű, hogy elegendő a fertőzés elkerüléséhez (Moye, és mtsi, 2018).

Ennek fényében több szerző is arra a következtetésre jut, hogy fág terápia során több fágból álló koktélt célszerű használni (Chan, és mtsi, 2013).

Mérlegelni kell, hogy mik a szándékaink, milyen előnyökkel és hátrányokkal járna az egyik, vagy másik készítmény használata. Egy fág alkalmazásánál kisebb eséllyel alakul ki immunválasz, valamint ha széles gazdaspektrumú vírust használunk a terápia hatékonysága kielégítő. Ezen kívül, polyfág koktéloknál az alkalmazott fágok számával nő annak az esélye, hogy a normál mikrobióta is zavart szenved (Chan, és mtsi, 2013). Emiatt koktél tervezésénél fontos, hogy figyelembe vegyük milyen baktériumok lehetnek potenciális célsejtek. Amennyiben a fág rezisztencia kockázatát ítéljük nagyobb problémának, a polyfág koktél használata indokolt, mivel ebben az esetben rezisztencia jó eséllyel nem a készítményben lévő összes fág ellen alakult ki.

A továbbiakban rátérnek a fág terápia alkalmazási lehetőségeire mérlegelve a terápiával járó előnyöket és az esetlegesen felmerülő hátrányokat.

A fágok baktériumölő képességüknek köszönhetően kiválóan alkalmasak az élelmiszeriparban és az egészségügyi szektorban megjelenő bakteriális járványok, patogén baktériumok megfékezésre. Mivel kizárólag baktériumok megfertőzésére képes, így az eukarióta sejtekből felépülő szervezetekben (növényekben, állatokban, emberben) nem tesz kárt (Loc-Carrillo, és Abedon, 2011).

Ahogy említettem, a legtöbb bakteriofág szűk gazdaspektrummal rendelkezik, emiatt lehetőség van célzott terápia alkalmazására, ami egy adott baktériumot pusztít el, a normál mikrobiótában sem tesz kárt. Kismértékű zavart okozhat, de ez az esetek nagy részében észrevétlen marad, valamint szükség esetén a szimbionta baktériumok pótolhatók pro-biotikum készítményekkel (Loc-Carrillo, és Abedon, 2011).

Ugyanakkor, pont a szűk gazdaspektrum az egyik hátrány is egyben, mivel ha több baktrérium faj egyidejű elpusztítása cél, akkor nem alkalmazhatók. A szűk gazdaspektrumú fágok alkalmazása esetén elképzelhető és bizonyítottan sikeresen kivitelezhető a fág koktélok használata. Ebben az esetben két vagy több fágot tartalmazó készítményt használnak, figyelembe véve a célsejtek tulajdonságait is, például a molekuláris mintázatot. Amennyiben a fág koktél használatán kívül lehetőség van széles gazdaspektrumú fág alkalmazására, úgy az javallott mivel a célsejtek ismeretének függvényében kiválasztott széles gazdaspektrumú fág képes az összes célsejtet megfertőzni (Chan, és mtsi, 2013).

A fágok alkalmazása különösen az antibiotikum rezisztens, vagy akár a multidrog rezisztens baktériumok ellen jelentene hasznos alternatívát (Kutter, és mtsi, 2018). További előnyként esetükben az antibiotikumok szervezetre gyakorolt káros mellékhatásaival sem kell

szembenézni. Az antibiotikumok a szervezet számára hasznos baktériumokat is elpusztítják (Slots, és Rams, 1990), viszont a bakteriofág a normál mikrobiótában nem tesz kárt (Loc-Carrillo, és Abedon, 2011).
Mi több, a fágok mellett szól az a tény is, hogy a természetben eleve előforduló ágensek, nem pedig mesterségesen, ember által előállított kemikáliák. Alkalmazásukkor a környezetre nézve semmilyen kártékony hatása nincs (Clokie, és munkatársai, 2011). Ez az antibiotikumokról szintén nem mondható el.

Az előnyök mellett szólni kell a lehetséges hátrányokról is. Az egyik a fokozott, nem kívánatos immunválasz kiváltása. Elképzelhető, hogy bizonyos egyedek a fág jelenlétére érzékenyebben reagálnak, de ebben az esetben egy genetikailag módosított fág használatával kiküszöbölhető ez a probléma (Loc-Carrillo, és Abedon, 2011).
Továbbá, fág rezisztens baktériumok jelenhetnek meg. Egy lehetséges megoldás a génmódosított fágok alkalmazása. Mutáns fágok mesterségesen is előállíthatók, viszont természetes úton, mutáció, rekombináció révén is kialakulnak (Loc-Carrillo, és Abedon, 2011).
A fágok szaporodási mechanizmusa szintén a fágterápia mellett szóló tényező. Tudjuk, hogy a bakteriofágok gazdasejten belül a gazdasejt kárára szaporodnak, reprodukálódnak, sokszorozódnak. Így elegendő egy kisebb dózis használata, hiszen életciklusuk egyik sajátsága a gyors reprodukció (Loc-Carrillo, és Abedon, 2011).

A fágok antibakteriális alkalmazása számtalan új kérdést, ökológiai és összbiológiai problémát vethet fel, hiszen még mindig friss kutatási területnek számít. Azonban, a fág terápia sikeres alkalmazására már számos példát közöltek, ((O'Flynn (2004); Raya (2006); Monk (2010); Kutter (2018)), ahogy azt is, hogy a humán szervezetre kártékony hatás eddig nem volt detektálható. A továbbiakban leginkább a coliform bakteriofágok alkalmazására, konkrétan az *E. coli*-t fertőző fágokra térek ki részletesebben.

1.2.4. Bakteriofágok alkalmazási lehetőségei az élelmiszeriparban

Az *E. coli* patotípusok, például az EHEC, STEC, kiemelkedő helyen állnak az élelmiszer-közvetítette bakteriális fertőzésekért felelős kórokozók listáján, ezért ebben az iparágban is több olyan fág biokontrollal kapcsolatos kutatást végeztek, amelynek célkeresztjében az EHEC patotípus, és a patotípuson belül is az O157:H7 szerotípus állt (Garcia, és mtsi, 2008). A fágok élelmiszeripari alkalmazása jelentős (Moye, és mtsi, 2018), sikeresen használhatók különböző élelmiszerek előállítása során a patogén kórokozók eliminálására. A fág keverékek megakadályozzák az *E. coli* baktériumok szaporodását az élelmiszerekben, ezáltal a bakteriális eredetű ételmérgezéseket. Ezek a keverékek széles körben, több élelmiszeripari szektor által változatosan alkalmazhatók (Garcia, és mtsi, 2008).

A fágokkal történő biokontrollt a fogyasztók részéről fogadhatja némi idegenkedés, ami a köztudatban lévő vírus fogalomkör miatt alakulhatott ki (Moye, és mtsi, 2018). De, nem szabad megfeledkezni arról a tényről, hogy ezek a vírusok az emberi szervezetre nézve ártalmatlanok. Sőt, megtalálhatók az emberi szervezeten belül, és a közvetlen környezetünkben is, többek között az ivóvízben és az élelmiszerekben is. A bakteriofágokkal történő érintkezés elkerülhetetlen.

A fogyasztók körében egyre inkább elterjed a tartósítószer mentes, természetes ételek fogyasztása, amit az általam végzett felmérés eredményei is igazolnak (lásd 2.1.alfejezet). A fágok ennek a kritériumnak is megfelelnek, hiszen az őket tartalmazó fágkészítmények természetesek, adalékanyagtól mentesek, és ha már nincs szükség rájuk, akkor környezetbarát módon bomlanak le (Vikram, és mtsi, 2020). A fogyasztóknak így a természetességgel kapcsolatban támasztott elvárásról, igényről sem kell lemondaniuk.

A fágkészítmények fontos előnye lehet, hogy az élelmiszer tápanyagösszetételét, ásványianyagtartalmát és minőségét nem változtatják meg, ahogy nem rontanak az élvezeti értékén sem. (O'Flynn, és mtsi, 2004). Tekintve, hogy célzott, aprólékosan megtervezett eljárásról van szó, itt is figyelembe kell venni az előző alfejezetben felsorolt alapelveket, melyek közül a legfontosabb, hogy célzott kezelés esetén szűk gazdaspektrumú vírusokat használnak, illetve a kezelés céljától is függ, a fág választás.

Élelmiszerek biokontrollja esetében előnyösebb lehet a szélesebb gazdaspektrumú fágok alkalmazása, amik ugyan több potenciális célsejtet képesek megfertőzni, de a normál bélmikrobióta tagjaira nézve ártalmatlanok (Hagens, és Loessner, 2010).

Arról sem szabad megfeledkezni, hogy mobilitás tekintetében a fág teljes mértékben a környezetére van utalva, önálló mozgásra nem képes. Emiatt, az élelmiszerek összetétele, fizikai és kémiai tulajdonságai hatással vannak a fertőzés kimenetelére, ahogy a környezeti tényezők is, például pH vagy a hőmérséklet (Hagens, és Loessner, 2010).

A környezeti tényezők az élelmiszer előállítása során alkalmazott eljárások által érvényesülhetnek. Tudjuk, hogy az alacsony és magas pH, valamint a magas hőmérséklet a fágok pusztulását okozza (García-Anaya, és mtsi, 2020). Ebből kifolyólag a magas hőmérséklettel és pH csökkenéssel járó eljárások kedvezőtlen a fágok számára.

Mindezek miatt valószínű, hogy nem mindegyik fágot lehet minden élelmiszertípusban alkalmazni. Ebből a szempontból, az egyik legkritikusabb élelmiszer típusnak a tej és tejtermékek tekinthetők. Ennek okai elsősorban, hogy változatos eljárással állítják elő őket, komplex összetétellel rendelkeznek, továbbá a fizikai tulajdonságaik, például halmazállapotuk is széles tartományban mozog (García-Anaya, és mtsi, 2020).

Alapvetően a folyékony halmazállapotú közeg kedvez a fágok diffúziójának, az ilyen típusú közegekben tudnak a legegyenletesebben szétterjedni (Hagens, és Loessner, 2010).

Ebből következően a tejtermékek közül a nyers tej a legelőnyösebb közeg a fágok számára, ebben tudnak a legegyenletesebben szétterjedni, emiatt sokkal nagyobb baktériumszámcsökkenés detektálható, mint a sajtok esetén. Szilárd halmazállapotú sajtok fágkezelését követően a baktériumszámcsökkenés kisebb mértékű volt (García-Anaya, és mtsi, 2020). Ennek magyarázata lehet, hogy a sajtok előállítása során a tej, mint folyadék egy sűrűbb, sok esetben szilárd közeggé alakul, ahol nehezebb a fágok diffúziója. Ebből kifolyólag akkor célszerű végrehajtani a fág kezelést, amikor még folyékony közegről beszélhetünk.

A fizikai tulajdonságokon kívül az élelmiszer összetétele is lényeges faktor, mivel a komponensek különböző kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek. A hidrofób kölcsönhatások, töltésviszonyok befolyásolják a fág baktériumhoz kötődését (García-Anaya, és mtsi, 2020).

A tejtermékek főbb komponensei közé tartoznak a fehérjék, a lipidek, és a szénhidrátok. Ezek közül a szénhidrátok hatása a fágok kötődésére nem volt bizonyítható, viszont a fehérjéké és a lipideké igen. A kutatás során különböző hőmérsékleten, és pH-n vizsgálták a fágok affinitását a baktériumokra nézve. Azt tapasztalták, hogy a fehérjék negatív hatása

egyértelmű, a fágok nem tudtak megfelelő arányban a baktériumhoz kötődni. Ennek oka az volt, hogy a molekulák közötti kölcsönhatások miatt a fág a tej-fehérje komponenseihez is kötődött. Mitöbb, a lipid komponensek is negatívan befolyásolták a fertőzést, de ebben az esetben az általuk létrehozott kolloidok nehezítették a fágok terjedését a közegben, illetve a lipidekhez való kötődés is megfigyelhető volt (García-Anaya, és mtsi, 2020).

A tejtermékek példáján is látható, hogy az étel fizikai és kémiai tulajdonságai is befolyásolják a fágbiokontroll sikerét. A fizikai tényezőknél a fággal történő kezelés időzítésével kiküszöbölhető a probléma. A kémiai tényezőknél a környezeti tényezőkön keresztül lehet hatni, például a hőmérséklet és a kémhatás szabályozásával (García-Anaya, és mtsi, 2020). Ennek során azonban szem előtt kell tartani a fágok hőmérséklet és pH tűrését is.

Nem csak a nyers élelmiszerek, tej és tejtermékek fág biokontrollja lehetséges, hanem az előre csomagolt és az azonnal fogyasztható, kész ételeké és mirelit termékeké is.
Ahogy az első fejezetben írtam az élelmiszer előállítás lépései során az ételt több ponton is fertőzhetik kórokozók.
Megelőző jellegű biokontroll az az eljárás, amikor a fágokat az állati szervezetekbe juttatják be, vagy a mezőgazdaságban a növények felületét kezelik fágkészítményekkel (Moye, és mtsi, 2018). Az EHEC O157:H7 törzsek elleni védekezésben ez azért lehet jó stratégia, mert e patogén természetes rezervoárja az egészséges szarvasmarha tápcsatornája, trágyázással pedig a baktérium a növényekre is átkerül. Mindkét ponton érdemes lehet megelőző tevékenységet végezni.
Egy 2006-os kutatás során az állatoknak orális úton adtak a T4-szerű fágok közé tartozó CEV1fágot tartalmazó készítményt azt vizsgálva, hogy az *E. coli* O157:H7 szerotípusú baktériumok egyedszáma milyen mértékben változik. Az adatok szerint, a kezelést követő 2.napra a baktérium egyedszáma két nagyságrenddel (10^6-ról 10^4 CFU/ml) csökkent (Raya, és mtsi, 2006).

Szintén megelőző biokontrollnak tekinthető a gyárakban, farmokon található eszközök, felületek fágkészítményekkel történő kezelése. Sok, ilyen eszköz felületén gyorsan és hatékonyan megy végbe a baktériumok által történő biofilm képzés (Polaska, és Sokolowska, 2019). Így a feldolgozó eszközök kezelése is fontos részét képezheti egy megelőző jellegű biokontrollnak.

A fágkészítményeket az állat levágását, illetőleg a mezőgazdaság termények betakarítását, válogatását és tisztítását követően is rá lehet juttatni a nyers élelmiszerre (Garcia, és mtsi, 2008). A mezőgazdasági munkák élelmiszerbiztonsági szempontból mindig kritikusak, higiéniás szempontból az élelmiszer bakteriális fertőzésének kockázata itt igen magas. Ezen kívül a nyers élelmiszerek tápanyagösszetétele és kémiai tulajdonságaik miatt kiváló táptalajul szolgálnak a baktériumok számára. Emiatt egyértelmű, hogy fokozott óvatosságra van szükség (Deák, és mtsi, 2006).
Egy 2004-ben végzet kutatás is bizonyítja, hogy a hús felszínére juttatott fág készítmény hatására szignifikáns csökkenés figyelhető meg az *E. coli* O157 egyedszámában. (O'Flynn, és mtsi, 2004).
2005-ben alkalmaztak először egy olyan fág készítményt, ami kifejezetten a takarmányon található patogén eliminálására szolgált (Polaska, és Sokolowska, 2019).

Az ideális az lehetne, ha már az állatban eliminálni lehetne a baktériumot, ám ez sok tényező miatt nehéz. Először is meg kell határozni a megfelelő fág egyedszámot, ami a gazdaszervezeten belül képes elérni a célsejtet, és lehetőség szerint csak azt fertőzi meg. Ezen kívül, az emésztőszerverendszeren keresztül haladva változatos környezeti tényezőknek kell ellenállni, amik kihatnak a fertőzés sikerére. Ezek miatt a célbaktérium teljes eliminációja rendkívül nehéz (Hagens, és Loessner, 2010). Ezzel indokolható, hogy inkább a feldolgozás során érdemesebb fágkészítményeket alkalmazni, ebben az esetben a fágok a késztermékek előállítása során természetes adalék anyagként az ételhez is adhatók (Garcia, és mtsi, 2008).

A nyers élelmiszerek közül a szarvasmarhából készült termékek, és a nyers zöldségek/gyümölcsök jelentik a legnagyobb veszélyforrást az EHEC és más bakteriális fertőzés szempontjából, ezért legtöbb fág biokontrollal kapcsolatos kutatás ezeket az élelmiszereket helyezi fő fókuszba (Vikram, és mtsi, 2020). Ennek az az oka, hogy a nyers és friss élelmiszerek esetén nincs lehetőség olyan antimikrobiális hatású eljárásokat alkalmazni, mint a pasztörizálás, továbbá adalékanyagok-, és tartósítószerek hozzáadására sincs mód.
Itt érdemes kitérni arra, hogy a nyers zöldségek és gyümölcsök merőben más kezelésre szorulnak, mint az élő állatok, illetve a hús és húskészítmények (Zaczek, és mtsi, 2014). Ebben az esetben nincs lehetőség a növény szervezetébe bejuttatni a fágokat, kizárólag

külsőleg lehet őket alkalmazni, például öntözésnél, vagy az előre csomagolt salátáknál a csomagolást megelőző leöblítésénél, tisztításánál. Azonban az öntözés nem tűnik túlságosan hatékonynak, hiszen egy esetleges esőzés lemossa a frissen felvitt fágokat. Azaz, ebben az esetben a betakarítást követően fokozott jelentőssége van a fág kezelésnek (Zaczek, és mtsi, 2014).

Az érintett élelmiszerek közül a tejtermékek, és bizonyos húskészítmények kezelése abból a szempontból problematikus, hogy előállításuk fermentációval történik, ami során apatogén baktériumokat használnak fel. Ebből kifolyólag a fágok jelenléte ebben az esetben nem feltétlenül hangzik kívánatosnak (Polaska, és Sokolowska, 2019).

A megoldás ebben az esetben, az olyan bakteriofágok használata, amik a fermentációért felelős starter tenyészetben nem tesznek kárt.

Összegezve az eddigieket, az élelmiszer előállítás ugyan szigorúan szabályozott folyamat, amely során eleget kell tenni alapvető higiéniás követelményeknek. Ennek ellenére mégis több ponton megtörténhet a baktériummal való szennyeződés. Ebből kifolyólag a fágkészítmények használatát, úgy kell eloszlatni a lépések között, hogy teljesen lefedje ezeket a baktérium szennyeződés szempontjából kritikus pontokat.

A fágok bevonása a bakteriális fertőzések elleni élelmiszeripari védekezésbe nagy potenciállal bír, ám az alkalmazás során számos szempontot, abiotikus és biotikus tényezőt figyelembe kell venni.

1.2.5. Bakteriofágok alkalmazásával kapcsolatos kísérletek az EHEC ellen

Az előző fejezetben részletesen is ismertetett jelentősége folytán a fágok antibakteriális alkalmazásának kiemelt célpontja több *E. coli* patotípus, így az EHEC is. Ahogy említettem az *E. coli* fágokkal történő eradikálására irányuló kísérleteket már 1919-ben Felix d'Herelle is folytatott (Brüssow, 2005).

A kezelés során alkalmazott fágokat állati szervezetekből, szennyvízekből, farmról származó használt vízből, trágyából izolálták (Brüssow, 2005) Ezek mind olyan közegek, amikben a baktérium patogén szerotípusai is megtalálhatók, logikus, hogy a coliform fágokat is itt keresték.

A témám szempontjából releváns kutatások nagy részének célkeresztjében az O157:H7 szerotípus és az őt elpusztítani képes fágok álltak.

Először állati patogén *E. coli* törzsek ellen kíséreltek meg fág terápiát alkalmazni. Az 1980-as években Smith és Huggins kutatásaik során agyhártyagyulladást okozó *E. coli*-val fertőzött patkányokat kezeltek különböző fágokkal. A kezelés során alacsony dózist alkalmaztak, és figyelemmel kísérték miként változik a fág és a baktérium egyedszáma. Azt tapasztalták, hogy csak az a fág kezelés hozott tartós eredményt, amiben kifejezetten K1 antigén felismerő fágokat alkalmaztak. A többi kezelés során, más fág alkalmazásával, visszaesést tapasztaltak (Brüssow, 2005). Ez a kísérlet is bizonyítja, hogy figyelembe kell venni a fág gazdaspecifitását, hiszen ez kulcsfontosságú a kezelés kimenetelének szempontjából.

A patkányokkal végzett kísérletek eredményeinek ismeretében más szervezeten is letesztelték a fág terápiát. Mivel az *E. coli*, pontosabban az O157H7 szerotípus legnagyobb természetes rezervoára a szarvasmarha, így a későbbiekben ezen állatfajjal is számos kísérletet végeztek.

Többek között O'Flynn és munkatársai is szarvasmarha állományokban kíséreltek meg fág kezelést. Az O157:H7 szerotípussal fertőzött szarvasmarha húst kezeltek egy fág koktéllal, ami 3 fágot tartalmazott. Az alkalmazott fágok közül az e11/2 és az e4/1 arról a farmról származott, ahonnan a hús is, a pp01-et a kutatók külső helyszínről biztosították. A három fágot külön-külön, majd pedig kombináltan is megvizsgálták (O'Flynn, és mtsi, 2004). A leghatékonyabbnak a pp01 bakteriofágot tartalmazó kezelések bizonyultak. Ennek során 9 mintából 7 teljesen baktérium mentessé vált, a maradék kettőben pedig számottevően visszaesett a baktériumok egyedszáma (O'Flynn, és mtsi, 2004). Ezek alapján kijelenthető, hogy a kezelés sikeres volt.

Az eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy a fág infekció alapvetően az O157 sejtfelszíni antigénhez köthető. Azt tapasztalták, hogy antigén hiányában, vagy csonkolt antigén jelenléte esetén a fertőzés és a baktérium tenyészeten történő plakk formáció elmarad (O'Flynn, és mtsi, 2004).

Az előbb említett három fághoz hasonlóan a más fág is bizonyítottan O157 specifikus (Lu, és Breidt, 2015). Lu és Breidt azt vizsgálták, hogy a φ241 fág az O157 szerotípuson kívül más szerotípusokat is képes-e megfertőzni. A kísérlet során kiderült, hogy kizárólag ezt a szerotípust képes elpusztítani, a más O antigénnel rendelkező *E. coli* törzseket nem. Azt is kimutatták, hogy a H7 antigén a fág fertőzést nem befolyásolja (Lu, és Breidt, 2015).

Az alkalmazott fágot olyan közegből izolálták aminek kémhatása alacsony, sókoncentrációja magas (Lu, és Breidt, 2015). Ez azért lényeges, mert az O157:H7 törzsek ellenállnak a szélsőséges környezeti tényezőknek, többek között a savas kémhatásnak és a magas sókoncentrációnak (Lim, és mtsi, 2010). Célszerű olyan fágot alkalmazni, ami szintén rendelkezik ezekkel az előnyös tulajdonságokkal.

O157 szerocsoportú törzseket oldó fágokkal embereket is megkíséreltek már kezelni. Bangladesben, mintegy 450 pácienst kezeltek bakteriofág készítményekkel azt vizsgálva mennyire effektív az EHEC törzsek ellen. A kezelés sikeresnek bizonyult, a betegek semmilyen mellékhatást nem tapasztaltak (Monk, és mtsi, 2010).

1987-ben Lengyelországban *E. coli* fertőzés során kialakult vérmérgezést kezeltek bakteriofágokkal, mely az esetek 90%-ban sikeres volt. Abban az esetben is segített a betegen, amikor az antibiotikumos kezeléstől már nem javult az állapota (Brüssow, 2005).

A fág terápiában rejlő potenciálnak köszönhetően 2006-ban az FDA jóváhagyta a fág készítmények terápiás és biokontroll jellegű használatát az élelmiszeriparban (Lang, 2006).

2.Adatfeldolgozás

2.1. Közvéleménykutatás

2.1.1. Célkitűzés

A kutatás célja az volt, hogy alátámasszam hipotézisemet, miszerint az étkezési szokások pozitív korrelációt mutatnak a patogén *E. coli* fertőzés előfordulásával.

2.1.2. Módszerek

A válaszadók kiválasztása véletlenszerűen történt, olyan módon, hogy minden korcsoport megfelelően reprezentálva legyen. Egy online, a személyiségi jogoknak megfelelően anonim kérdőívet (lásd 6. számú melléklet) hoztam létre, majd a 21.század egyik legnépszerűbb közösségi platformját használva osztottam meg potenciális, Budapesten élő válaszadókkal. Összesen 4514 válasz érkezett, ami biztosította, hogy a mintavétel kellően reprezentatív legyen Budapest lakosságára nézve (Margitay, 2014).

A kutatás során a fertőződés szempontjából „rizikós" kategóriába tartozó élelmiszerek fogyasztására, elkészítésére és a higiéniás szokásokra kérdeztem rá. Ide tartoznak a friss, nyers gyümölcsök és zöldségek, a hús, a hal, a tojás, az előre csomagolt saláták, és szendvicsek, valamint az azonnal fogyasztható kész ételek. A kérdések feltevésekor külön figyelmet szenteltem arra, hogy ne csak az általános, hanem a szélsőségesebb étrendet követők (például vegán, vegetáriánus, carnivor) is reprezentálva legyenek. Ezt úgy biztosítottam, hogy az egyes válaszoknál több opciót adtam meg, illetve lehetőséget biztosítottam több válasz egyszerre történő bejelölésére is.

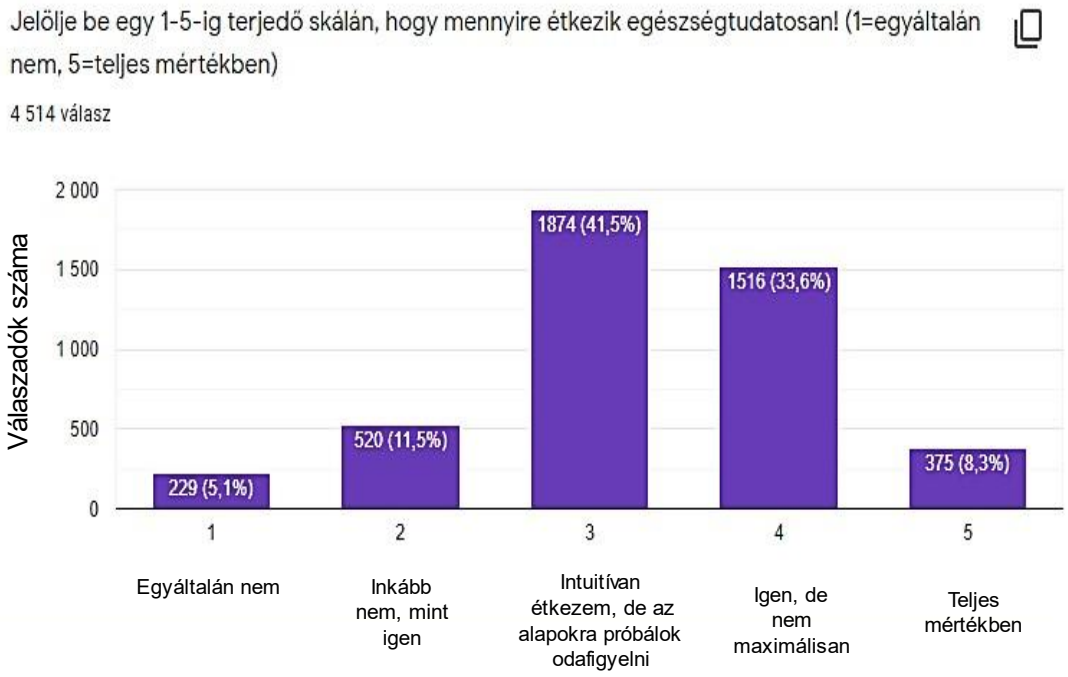
Tettem fel kérdést az egészségi állapotra vonatkozóan: rákérdeztem, hogy volt-e hasmenéssel járó gyomor és bélrendszert érintő betegség. Amennyiben igenlő válasz érkezett, a betegség okára és tüneteire is rákérdeztem.

2.1.3. Adatok értékelése

A 7. ábrán látható, hogy a válaszadók körében mennyire terjedt el az egészségtudatos táplálkozás ami ebben az esetben magába foglalja a tartósítószertől- és adalékanyagtól mentes, vitaminban gazdag, megfelelő tápanyagösszetételű, friss élelmiszerek fogyasztását.

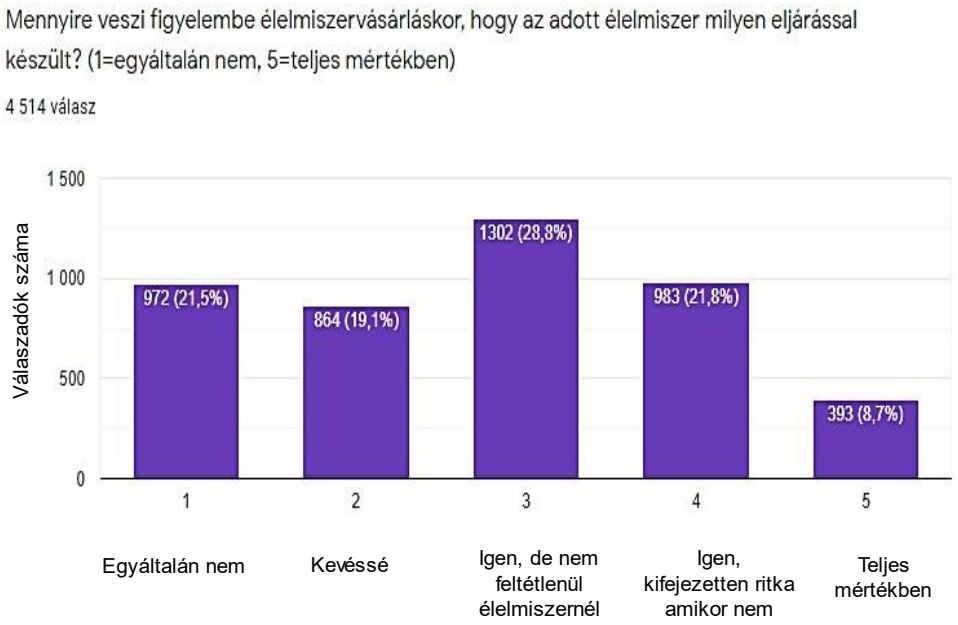
A válaszadók 41,9%-a gondolja úgy hogy kifejezetten egészségtudatosan étkezik, szem elött tartva a fentebb említett kritériumokat, ezzel szemben 16,6% nem étkezik kifejezetten

egészségtudatosan, nem figyel az élelmiszer kérdésben szereplő paramétereire. A fennmaradó 41,5% képviseli a közép mezőnyt, akik alapvetően odafigyelnek az étkezésre, de nem minden feltüntetett részletre.



7. ábra. Egészségtudatos táplálkozás mértéke a válaszadók körében

Ezek az adatok meglepőek voltak számomra, mivel a tudatos vásárlásra vonatkozó kérdésre, miszerint mennyire veszik figyelembe élelmiszervásárláskor az adott élelmiszer előállításával kapcsolatos folyamatokat, látszólag ennek ellentmondó arányok jöttek ki (8.ábra).



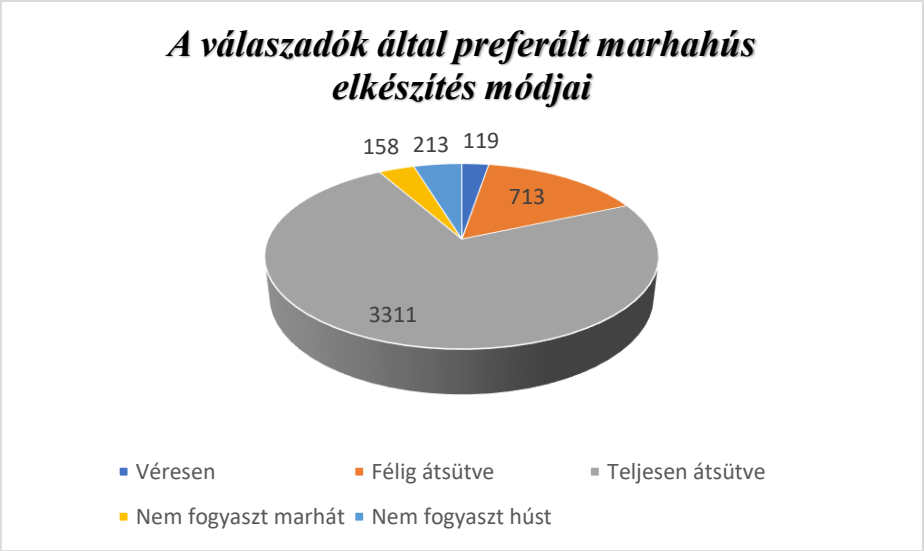
8. ábra. Az élelmiszer előállításakor alkalmazott eljárások figyelembevétele az élelmiszerválasztás során.

E szerint a válaszadók 40,6%-át nem befolyásolja az adott élelmiszer előállítási módja, míg 30,5% kifejezetten odafigyel erre a tényezőre is.
Ezek alapján felmerült a kérdés, hogy mi számít egészségtudatos étkezésnek, fogyasztói szokásnak? Mire terjed ki az egészségtudatos életmód? Ezt a kérdést jobban körül lehetett volna járni, mivel a válaszadóknak láthatóan nem ugyanazt jelenti az egészséges életmód fogalma, és nem feltétlenül ugyanazt értették egészségtudatos életmód alatt, mint én. Számomra ez a fogalom magába foglalja az egészséges és tudatos táplálkozást, élelmiszerválasztásnál a vitamin- és makrotápanyag összetételének figyelembevételét, a tudatos vásárlást, a megfelelő higiéniát, a környezetre kártékony anyagok mellőzését és az egészséges fizikai aktivitási szintet.

A következő kérdések az azonnal fogyasztható élelmiszerek fogyasztására vonatkoztak, amik tagadhatatlanul a fogyasztó kényelmét szolgálják. Az azonnal fogyasztható, mikrohullámú sütőben melegítendő ételek kapcsán a válaszadók 25,9%-a soha, 43,2% ritkán, és 30,9% gyakran fogyaszt ilyen jellegű élelmiszereket. Azaz a válaszadók több, mint fele él ezzel a lehetőséggel. Az előre csomagolt szendvicsek, és saláták fogyasztására irányuló kérdések sokkal megosztóbbak lehettek a válaszadók számára, ugyanis mindkét esetben majdnem 50-50% volt az arány, arra vonatkozólag, hogy fogyasztanak vagy nem fogyasztanak ilyen jellegű élelmiszereket. E három kérdésre kapott válaszok alapján tehát kijelenthetjük, hogy a válaszadók fele él ezekkel a lehetőségekkel. A beérkezett válaszok

száma lehetővé teszi, hogy általánosítsunk, miszerint Magyarországon igen elterjedt, népszerű az azonnal fogyasztható, csomagolt ételek fogyasztása.

A következő kérdéskör a hús, ezen belül a szarvasmarha fogyasztására, elkészítésére irányult. Itt lehetőség volt több opciót is bejelölni, amik az alábbiak voltak: véres, félig átsült, teljesen átsült, valamint megadtam a nem fogyasztok marhát, vagy nem fogyasztok húst lehetőségeket is.
A 9. ábra mutatja, hogy a 4514 válaszadóból 158 nem fogyaszt marhát, 213 egyáltalán nem fogyaszt húst. A fennmaradó 4125 válaszadóból 119 csak véresen, 713 kizárólag félig átsütve, és 3311 teljesen átsütve is, azaz teljesen átsütve és egyéb módon elkészítve is elfogyasztja a húst.

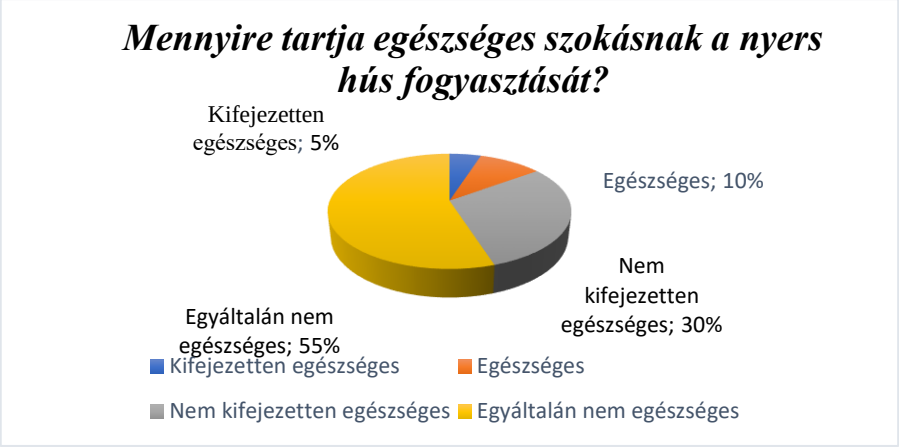


9. ábra. Fogyasztók preferenciája a marhahús fogyasztással kapcsolatban

Megnéztem, hogy abból a 3111 válaszadóból, aki félig átsütve is elfogyasztja a húst, hány ember fogyasztja el kizárólag félig átsütve a marhahúst. A beérkezett válaszok alapján a 3111 válaszadóból csak 1271 az, aki kizárólag teljesen átsütve eszi meg. A fennmaradó 1840 válaszadó félig átsütve és véresen is elfogyasztja.

A fentebb írtak alapján 4514 emberből csak 1271 ragaszkodik ahhoz, hogy a szarvasmarha teljesen át legyen sütve. Ez a válaszadók 28,1%-a. A válaszadók 3% nem fogyaszt marhát, 4,7% pedig egyáltalán nem fogyaszt húst. Ez összesen 35,8%. Ez alapján kijelenthető, hogy a nem teljesen átsült marhahús fogyasztása széles körben elterjedt szokás.

Ebbe a kérdéskörbe sorolnám a nyers hús fogyasztására irányuló kérdésemet. A válaszadók 10 %-a egészséges, 5% pedig kifejezetten egészséges szokásnak tartja a nyers hús fogyasztását (lásd 10.ábra).



10. ábra. A válaszadók véleménye a nyers hús fogyasztásával kapcsolatban

Ezek a számok azt tükrözik, hogy a válaszadók a nyers hús fogyasztását nem feltétlenül tartják egészségtelen szokásnak. Tudtommal ez nem számít újdonságnak Magyarországon, viszont ennek ellenére fontosnak tartom kiemelni, mivel a nyers hús a patogén *E. coli* és egyéb baktérium okozta ételmérgezés szempontjából a rizikós élelmiszerek közé tartozik.

A következő kérdéskör a zöldség és gyümölcsfogyasztással kapcsolatos kérdéseket tartalmazta.

A válaszadók 39,2%-a naponta, 4,5% ritkán, és 56,3% hetente többször fogyaszt nyers zöldséget, vagy gyümölcsöt. Azonban, azok közül, aki fogyaszt ilyen jellegű élelmiszert zöldség esetén 15%, gyümölcs esetén 20% nem a megfelelő higiéniás eljárásokat alkalmazva teszi ezt meg, azaz nem mossa, tisztítja meg az élelmiszert fogyasztás elött.

Rákérdeztem a mirelit zöldség és gyümölcs fogyasztási szokásokra is. Mirelit zöldség esetén a válaszadók 15%-a, mirelit gyümölcs esetén a válaszadók 30%-a nem tisztítja és nem hőkezeli fogyasztás elött az élelmiszert. Ezek már lényegesen nagyobb számok, azaz lényegesen elterjedtebb szokás.

Az utolsó kérdéskör a válaszadó egészségi állapotára vonatkozott, miszerint volt-e az elmúlt 10 éven belül gyomor-és bélrendszert érintő megbetegedése, ha igen milyen tünetekkel járt, mi okozhatta. A válaszadók közül 512 embernek volt ételmérgezés szerű megbetegedése, és ezeket mind bizonyítottan baktérium okozta. A válaszadók 70%-a a rosszul átsütött hús, hal, tengergyümölcsei, halkonzerv, vagy a tojás fogyasztásával kötötte össze a betegséget. 5

esetben a mosatlan zöldséget, 3 esetben a mirelit zöldséget nevezték meg a probléma forrásának. A maradék 30% éttermi étkezést követően, vagy készétel, szendvics fogyasztása után tapasztalta a tüneteket. 116 esetben kórházi ellátásra szorultak.

Utolsó kérdésem a baktérium okozta megbetegedésekre irányult, ez 712 embernél fordult elő, 60 esetben bizonyítottan *E. coli* okozta, ebből 10 esetet diagnosztizáltak az EHEC okozta véres bélgyulladással. Az EHEC fertőzésről beszámolók étkezési szokásai közt megtalálhatók voltak az EHEC terjedése szempontjából kockázatosnak mondható kategóriák, mint a véres vagy félig átsült marhahús, és nyers tojás fogyasztása. Továbbá, az étrendjük nagy mennyiségben tartalmazott nyers és fagyasztott zöldséget, gyümölcsöt. A fagyasztott gyümölcs esetében mosás, és hőkezelés nem történt. Ez azt a feltételezést erősíti, hogy bizonyos fogyasztói szokások kedveznek a baktérium terjedésének, fertőzés kialakulásának. Az érintettek 50%-a a marhahús fogyasztáshoz tudta kötni a betegséget.

2.1.4. Következtetések

Összegezve a közvélemény kutatás eredményeit úgy gondolom, hogy hipotézisemet, - miszerint a megváltozott fogyasztói szokások kedveznek a bakteriális fertőzés kialakulásának, - alátámasztottam. Az adatokból egyértelműen látszik az összefüggés az étrend, étkezési szokások, a higiéniás szokások és a bakteriális eredetű betegségek között. Az étel mosatlanul, nem megfelelően elkészítve történő fogyasztása egyértelműen kedvez a baktériumok terjedésének.
A válaszok azt is megerősítik, hogy a nyers zöldség/gyümölcs, a nem megfelelően hőkezelt hús, és az előre csomagolt saláták, szendvicsek, fagyasztott áruk a leginkább kockázatos élelmiszerek közegészségügyi és élelmiszer biztonsági szempontból.
Mindebből arra lehet következtetni, hogy ugyan az élelmiszeripari eljárások során is megtörténhet a szennyezés, vagy a kórokozó életképes marad, viszont alapvetően a fogyasztói szokásokon múlik a végkifejlet. A felmérés adatai azt jelzik, hogy a manapság divatos fogyasztói szokások nagyban hozzájárulnak a megfertőződéshez.

2.2. Laboratóriumi adatok értékelése

2.2.1.Célkitűzés

A laboratóriumi munka célja szűk és széles gazdaspektrumú bakteriofágok fertőző- és a baktérium lízáló képességének felmérése a fágok oldási hatékonyságának vizsgálata (EOP, efficiency of plating) által, ezzel vizsgálva a bakteriofágok sikeres alkalmazhatóságát az antigénnel rendelkező *E. coli* törzsek megfékezésére.

2.2.2. Alkalmazott módszerek

Több, eltérő gazdaspektrummal rendelkező bakteriofágot, és több baktérium törzset választottunk, és azt mértük fel, hogy milyen az adott bakteriofág oldási hatékonysága kiválasztott, az O157 szerocsoportot reprezentáló, szarvasmarha eredetű baktériumtörzseken.

Az MG1655 K-12 *E. coli* törzsön izolált HH14, MAWA3/6, MAWA9, Emőd13, ML10, előzetes eredmények alapján szűk gazdaspektrummal rendelkező-, és az ML9, ML1/O, EmődT7 széles gazdaspektrumú bakteriofágokat használtuk. Bár a gazdaspektrumuk eltért, előzetesen mind mutattak lítikus aktivitást az O157:H7 EHEC prototípustörzsén, a Sakain.

A felhasznált baktérium törzsek (lásd 1. táblázat) egy részét és a vizsgált fágokat 2017-ben és 2018-ban izolálták szarvasmarha bélsárból és tejből. Az első négy baktérium törzset 2009-ben Tóth István és munkatársai izolálták szintén szarvasmarha bélsárból (Tóth, és mtsi, 2009).

E.coli törzs	Patotípus	Szerotípus
34	EHEC	O157:H7
52	EHEC	O157:H7
64	EPEC	O157_H7
65	EPEC	O157:H7
KP1A	EHEC	O157:H7
KP2D	EHEC	O157:H7
KP2E	EPEC	O157
KP4E	STEC	O157:H7
MAWA2/3A	EHEC	O157
MGKF1	EHEC	O157:NM
ML6/1A	EHEC	O157:NM
ML6/11A	EHEC	O157:NM
ML6/20A	EHEC	O157:NM
ML6/20E	EHEC	O157:H7
ML6/4B	EHEC	O157:NM
Sakai	EHEC	O157:H7

1.Táblázat. A laboratóriumi munka során felhasznált baktérium törzsek a pato-és szerotípusok feltüntetésével.

A fágok oldási hatékonysága (efficiency of plating, EOP) a bakteriofágnak egy adott baktériumtörzsön mutatott lízisének hatékonyságát adja meg egy referenciatörzshöz viszonyítva (Kutter, 2009). Ehhez a bakteriofág titerét kell meghatározni a baktériumtörzseken spot assay-vel. A spot assay vagy spot teszt mikroorganizmusok növekedési sebességének meghatározására, vagy hígitási tesztek elvégzésére alkalmazható módszer (Gibson, és mtsi, 2019). Ebben az esetben a bakteriofágok plakk formációját, azaz a virulenciáját vizsgáltuk különböző E. coli törzsekből készített tenyészeteken.

Ezt követően kiszámolható az EOP érték, ami az adott baktérium törzsön mért fágtiter (PFU/ml) és a referencia törzsön mért fágtiter hatékonyságának (PFU/ml) hányadosa (Kutter, 2009).

Ha az EOP érték 0,1 és 1 közé esik, akkor az adott bakteriofág az adott törzsre nézve magas virulenciát mutat, azaz hatékonyan fertőzi a baktériumot. Közepes hatékonyságról beszélhetünk 0,001 és 0,099 közötti EOP érték esetén. Abban az esetben, ha az EOP érték kisebb mint 0,001, vagy plakkformáció nem detektálható, avirulenciáról beszélhetünk, a fág nem képes az adott baktérium törzs fertőzésére (Gibson, és mtsi, 2019).

A fágtitráláshoz a vizsgálni kívánt baktériumtörzs felhasználásával lágyagaros lemezeket öntöttünk. A lágyagar lényegében megegyezik a Luria-Bertani táptalajjal, azzal a különbséggel, hogy csak feleannyi agarózt tartalmaz, így olvadáspontja alacsonyabb. Összetétele így a következő: 10 g/l NaCl, és 7,5g/l agar.
Az alacsonyabb olvadáspont lehetővé teszi, hogy viszonylag alacsony hőmérsékleten is még folyékony halmazállapotban hozzá lehessen keverni élő baktériumtenyészethez, anélkül, hogy ott jelentős sejtpusztulás következne be a hő hatására.
A lemezöntés során az LB agar felmelegítését követően vártunk az agar lehűléséig, majd 4,5ml-nyi lágyagarhoz, hozzáadtunk 900µl LB táplevest (10 g/l pepton, 5 g/l élesztő kivonat, 10 g/l NaCl), 100µl-t a baktériumtörzs egy éjszakán át LB levesben rázott tömény tenyészetéből, és 100µl 0,5 M koncentrációjú MgSO4 oldatot. Az így kapott elegyet azonnal rendes 15g/l agartartalmú LB agarból készült táptalajokra öntöttük, és vártunk a megszilárdulásáig.

A fágokból 10-szeres hígítási lépésekkel 9 tagú hígítási sort hoztunk létre. A hígításhoz LB táplevest használtunk, majd mindegyik tagból 5µl-nyit vittünk fel a megszilárdult lágyagarréteg felszínére.
A 2 órás, 37 °C történő inkubációt követően történt a plakk-számlálás, majd a fentebb ismertetett módon a PFU és az EOP értékek kiszámolása.

2.2.3. Adatok értékelése

Az alábbi táblázatok tartalmazzák az egyes törzseknél mért EOP értékeket. A felső táblázat első oszlopában a vizsgált bakteriofágokat, a második oszlopában az MG1655 törzsön mutatott referencia titer értékek szerepelnek.

Fág	MG1655 titer	34 EOP	52 EOP	64 EOP	65 EOP	KP1A EOP
ML1/O	$2,8*10^{10}$	$10^{-8}<n<10^{-7}$	$10^{-9}<n<10^{-8}$	$7,14*10^{-9}$	$10^{-9}<n<10^{-8}$	$2,14*10^{-4}$
ML9	$4*10^{9}$	0	0	0	$10^{-6}<n<10^{-5}$	10^{-3}
MAWA 3/6	$6*10^{10}$	0	$10^{-7}<n<10^{-6}$	0	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-7}<n<10^{-6}$
EMŐD13	$2*10^{9}$	0	$10^{-7}<n<10^{-6}$	0	0	$2*10^{-3}$
MAWA9	$2*10^{10}$	0	$10^{-8}<n<10^{-7}$	0	0	0
ML10	$1,6*10^{10}$	0	$2,5*10^{-5}$	0	$3,75*10^{-4}$	$10^{-5}<n<10^{-4}$
HH14	$2*10^{10}$	0	0	0	0	0
EmődT7	$2*10^{10}$	0	0	0	0	0

Fág	KP2D EOP	KP2E EOP	KP4E EOP	MAWA2/3A EOP	ML6/1A EOP
ML1/O	0	$7,14*10^{-4}$	$10^{-7}<n<10^{-6}$	0	$10^{-7}<n<10^{-6}$
ML9	0	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-7}<n<10^{-6}$	$1,5*10^{-2}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$
MAWA 3/6	0	$10^{-7}<n<10^{-6}$	$10^{-8}<n<10^{-7}$	10^{-4}	$10^{-5}<n<10^{-4}$
Emőd13	0	$3*10^{-4}$	0	$10^{-5}<n<10^{-4}$	0
MAWA9	0	0	0	0	$10^{-5}<n<10^{-4}$
ML10	0	$3,75*10^{-3}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$2,5*10^{-5}$	$1,13*10^{-1}$
HH14	0	0	0	0	0
EmődT7	0	10^{-8}	0	0	0

Fág	ML6/11A EOP	MGKF1 EOP	ML6/20A EOP	ML6/20E EOP	ML6/4B EOP	Sakai EOP
ML1/O	$10^{-8}<n<10^{-7}$	$10^{-8}<n<10^{-7}$	$10^{-7}<n<10^{-6}$	$7,14*10^{-3}$	$10^{-7}<n<10^{-6}$	$10^{-7}<n<10^{-6}$
ML9	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$	0	$10^{-7}<n<10^{-6}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$
MAWA 3/6	0	$10^{-7}<n<10^{-6}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-8}<n<10^{-7}$	$6,67*10^{-2}$
Emőd13	$10^{-6}<n<10^{-5}$	0	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-4}<n<10^{-3}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$2*10^{-1}$
MAWA9	$10^{-6}<n<10^{-5}$	10^{-4}	$10^{-5}<n<10^{-4}$	0	$10^{-6}<n<10^{-5}$	$10^{-6}<n<10^{-5}$
ML10	$3,75*10^{-1}$	1	$2,5*10^{-1}$	$10^{-5}<n<10^{-4}$	$2,38*10^{-1}$	1
HH14	0	0	0	0	0	0
EmődT7	0	0	0	0	0	0

2.Táblázat. A kiválasztott bakteriofágoknak az egyes baktérium törzseken mutatott, az MG1655 törzsön mutatott oldáshoz viszonyított EOP értékei

Ahogy a táblázatokban feltüntetett EOP értékek is mutatják a vizsgált bakteriofágok nem bizonyultak kifejezetten hatékonynak a felhasznált baktérium törzsek ellen. Ahol az EOP-ot egy tartományként szerepel, ott a baktérium tenyészeteken csak összefüggő oldást lehetett látni, ami fokozatosan halványult, egyenként számolható plakkok nem voltak. Ebben az

esetben az EOP érték meghatározásához az összefüggő oldást le kellett képezni az oldás végpontjaiból (abból a hígításból, ahol volt oldás, illetve ahol már nem volt), így az EOP érték a kettő közti intervallummal adható meg.

A széles gazdaspektrumú fágok (ML9, ML1/O, EmődT7) közül az ML1/O bakteriofág oldotta a legtöbb baktérium törzset, viszont összehasonlítva az ML9 fággal, az ML9 nagyobb hatékonysággal fertőzte azokat a baktérium törzseket ahol mindkét fág esetében mérhető volt EOP érték. Az EmődT7 fág az adott baktérium törzsekre avirulens volt.

A szűk gazdaspektrummal rendelkező fágok közül az ML10 volt a legsikeresebb, két baktérium törzs (Sakai és MGKF1) esetén kifejezetten magas virulenciát mutatott. A HH14 fág esetében beszélhetünk avirulenciáról, mivel egyik baktérium törzset sem tudta megfertőzni. A többi szűk gazdaspecifitású fág közel azonos mértékű virulenciát mutatott.
A felhasznált baktérium törzsek közül a 34-es, a 64-es és a KP2D törzsek bizonyultak a legellenállóbbnak, a három törzset két eset (ML1/O) kivételével egyik bakteriofág sem volt képes megfertőzni, ez a fág is kismértékű virulenciát mutatott.

Mitöbb, a HH14 és az EmődT7 az előzetes vizsgálattal ellentétben nem mutatott aktivitást sajnos a Sakain sem. Esetükben feltételezhető, hogy annyira alacsony az oldási hatékonyság, hogy még dúsabb stockot kellett volna használni. Az is elképzelhető, hogy a fág-DNS metilációs mintázata módosulhatott az MG1655-ön való dúsítás során.

Alapvetően a sikeres infekció a gazdasejt receptorához való kötődésen, és a fág örökítőanyag bakteriális genomba történő bejutását követő génkifejeződésen (transzkripció, transzláció, replikáció) múlik (Zaleski, és mtsi, 2005). Ebből kifolyólag a tapasztalt sikertelenség mögött az említett kritériumok közül egy vagy több teljesülésnek hiánya állhatott.

A fág receptorhoz történő kötődését befolyásolja a fág gazdaspecifitása (O'Flynn, és mtsi, 2004). Amennyiben a gazdasejten olyan O antigén található, ami kompatibilis a bakteriofág molekuláris mintázatával, akkor a fág képes megtapadni a sejt felszínén.
A vizsgálat során O157 antigénnel rendelkező baktérium törzseket használtunk. A kapott EOP értékek alapján elképzelhető, hogy bizonyos esetekben az O antigén

„csonkolva” volt jelen a sejt felszínén, vagy az alkalmazott bakteriofág kompatibilitás hiányában képtelen volt a baktériumhoz kötődni.
A felhasznált fágok közül a szűk gazdaspektrumú HH14 és a széles gazdaspektrummal rendelkező EmődT7 valószínűleg az utóbbi kategóriába tartozott, mivel az összes baktérium törzzsel szemben avirulenciát mutatott. Esetükben nem beszélhetünk O157 specifitásról. A többi esetben az O antigén nem megfelelő kifejeződése magyarázhatja a tapasztaltakat.

Továbbá a fertőzés sikere nemcsak a receptor specifitáson hanem a receptorral szemben mutatott affintitáson is múlik (Hagens, & Loessner, 2010), azaz a milyen hatékonysággal képes receptorhoz kötődni.
Az affinitásból adódó különbségek magyarázhatják a hasonló gazdaspektrummal rendelkező ML1/O és ML9 bakteriofágoknál tapasztalt, már ismertetett eltéréseket. A szűk gazdaspektrumú fágok esetén tapasztaltak oka is ezzel magyarázható, mert ebben az esetben a potenciális gazdasejtek köre kisebb, elképzelhető, hogy ugyan képesek az O antigénhez kötődni, viszont csak kis affinitással. Emiatt nem alkalmazhatók az O157 antigénnel rendelkező *E. coli* törzsek elleni védekezésre. Ez alól kivétel az ML10 bakteriofág, ugyanis az MGKF1 és a Sakai *E. coli* törzsnél maximális EOP értéket mértünk, ebben a két esetben nagy affinitással kötődött az O157 antigénhez.

Ezen felül, két baktérium törzs; -34-es, 64-es-; esetében a vizsgált fágok közül csak az ML1/O-nél volt mérhető EOP, azonban ez az érték rendkívül kicsi volt. A KP2D *E. coli* törzs vizsgálatakor egyik fág sem bizonyult hatékonynak. Ez esetekben a tapasztaltak mögött nem feltétlenül a receptor specifitás hiánya áll, mivel ez esetben kicsi, de 0-tól eltérő EOP értéket is mértünk volna.
Elképzelhető, hogy az infekció a génkifejeződés egyik fázisában akadt meg, ez a bakteriofág és baktérium DNS- metilációs mintázatával és a bakteriális restrikciós modifikációs rendzser működésével magyarázható (Stier, 2013).
A bakteriális DNS metilációs mintázatának szerepe sokrétű; részt vesz a replikáció szabályozásában, a DNS hibajavításban, és az idegen DNS saját DNS-től való megkülönböztetésében (Stier, 2013). Ezek közül az utolsó tényező lényeges a vizsgálat során tapasztaltak szempontjából.
A bakteriális genom megőrzése a restrikciós modifikációs rendszer feladata, amely hatékonynak bizonyult fág fertőzés esetén is. Ebben az esetben a bakteriofág ugyan

sikeresen kötődik a gazdasejthez, és be is juttatja örökítő anyagát, viszont az infekciós folyamat elakad a génkifejeződés pontján. A restrikciós védelmi rendszer enzimjei a DNS-metiláció alapján megkülönböztetik a fág eredetű DNS-t a bakteriálistól, majd endonukleázai kivágják az idegen DNS szakaszt. Erre azért van lehetőség mert a DNS-metiláció sejtspecifikus, eltér a fág metilációs mintázatától (Stier, 2013). Emiatt a fertőzés nem megy végbe.

2.2.4. Következtetések

Összegezve a tapasztaltakat, a vizsgálat során gyakorlatban is megmutatkoztak a fágok alkalmazásában rejlő nehézségek.

Mitöbb, az oldási hatékonyság vizsgálatával nem csak az adott bakteriofág egy adott baktérium törzsön mutatott oldási hatékonyságát mutatja meg, hanem a fágok gazdaspektrumáról és az alkalmazott baktérium törzsek ellenállóképességéről is információt ad.

A tapasztalt értékek alapján úgy gondolom, hogy a fágok élelmiszeripari alkalmazása során nem csak a gazdaspektrumot, hanem az adott O antigénnel szemben mutatott affinitást is figyelembe kell venni. Bizonyos szempontból valóban a több potenciális gazdasejttel rendelkező fágok alkalmazása javallott, azonban nem megfelelő affinitás esetén célszerű lehet szűkebb gazdaspektrumú, de nagyobb affinitást mutató fágokat alkalmazni.

3. *Escherichia coli* és bakteriofágok a közoktatásban

3.1.Bevezetés

Úgy gondolom, hogy általánosságban igaz, hogy az ember gondolkodásmódját, ezáltal cselekedeteit nagymértékben befolyásolja az, hogy milyen területen mozog és mi iránt érdeklődik. Ugyanakkor, az is lényeges tényező, hogy az információra való nyitottságával párhuzamosan mennyire tud tudatos maradni.

Kutatásom során azt vizsgáltam, hogy egy adott tárgyhoz való elköteleződés, egy adott tantárgy vagy téma iránti fokozott érdeklődés, a pályaorientáció milyen módon befolyásolja a diákok gondolkodásmódját, ezáltal mindennapi cselekedeteiket.

Lényeges kérdés, hogy a média hatása, - legyen az pozitív vagy negatív-, milyen mértékben érvényesül az érintett területekhez kapcsolódó kérdéseik megválaszolásában, esetleges döntéseik meghozatalában. Napjainkban igen elterjedt a közösségi oldalak, különböző alkalmazások használata, ahol megannyi információ éri az embereket. Viszont a beérkező információ nem feltétlenül származik megbízható forrásból, meg kell tudnunk különböztetni a hiteles információt a megtévesztő, valótlan gondolatokat közvetítőktől.

Arra a kérdésre kerestem választ, hogy a táplálkozással, az étellel terjedő kórokozókkal, a helyes táplálkozással kapcsolatos ismereteik hatással vannak- e a táplálkozási szokásaikra. Emellett, az iskolában tanult témákkal kapcsolatban rendelkeznek-e bővebb ismeretekkel? Emellett, mi alapján szűrik a média által közvetített gondolatokat és milyen mértékben hagyják magukat befolyásolni a média által? Azaz, a beérkező információhalmaz ellenére mennyire tudnak tudatosak maradni.

A kutatás tervezése során az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

1, Egy adott tantárgy, téma iránti fokozott érdeklődés, a diákok irányultsága, pályaorientációja hatással van gondolkodásmódjukra, ezáltal mindennapi szokásaikra. Ez a tudás valószínűleg segíti őket a média által sugallt üzenetek szelektálásában.

2, Az önálló, felfedező tanulást biztosító feladatok sikeresen alkalmazhatók egy új ismereteket feldolgozó tanórán a diákok pályaorientációjától függetlenül.

Ahhoz, hogy hipotéziseimet alátámasszam vagy cáfoljam egy kérdőíves felmérést készítettem és foglalkozást tartottam a szakdolgozatom témájának kapcsán egy reál irányultságú, a biológia iránt kiemelkedő érdeklődést mutató és egy humán beállítottságú,

érdeklődő, nyitott csoportban. Mindkét csoport 11.évfolyamon tanult. A választott csoportok közül a második volt az általam tanított csoport.

A téma lezárásaként egy kimeneti kérdőívet is készítettem, amellyel a második hipotézisem alátámasztásán kívül felmértem, hogy az új ismeretek függvényében a diákoknak van-e olyan szokása, amin változtatna.

A foglalkozás megfelelő megtervezéséhez utánanéztem a Nemzeti Alaptanterv (későbbiekben NAT) szaktárgyi kerettanterv témához kapcsolódó részeinek, valamint hospitálást végeztem a számomra új csoport tanóráin, illetve interjút készítettem az érintett csoportot tanító pedagógussal.

A foglalkozás eredményeinek értékelésekor nem csak külön-külön értékeltem ki az adatokat, hanem összevetettem a két csoportban kapott eredményeket és ezek alapján fogalmaztam meg a konklúziót.

A tanítási folyamat és a szakmódszertani kutatás környezete

Jelenleg az összefüggő egyéni tanítási gyakorlatomat teljesítem a Budapest XIII. Kerületi Ady Endre Gimnáziumban, emiatt a szakmódszertani kutatást is itt végeztem.

Néhány, - a kutatás szempontjából is releváns-, információ a gimnáziummal kapcsolatban. Az iskolában a diákok irányultságuknak megfelelően választhatnak a biológia, a humán, és az általános tagozat, illetve az angol nyelvi előkészítő között. Ezen kívül a nyelvoktatás is sávozottan, a tanulók szintjének megfelelően történik.

Ugyan az iskola nem kizárólag a reál vonalon mozgó diákoknak biztosít érdeklődésüknek megfelelő oktatást, az iskola arculatához mégis a természet közeliség és az egészségre nevelés illik leginkább. Ezt a különböző programok és projektek bizonyítják, valamint az, hogy a gimnázium már több éve az Ökoiskola program aktív részvevője, illetve rendkívüli módon figyel a környezetvédelemre. Ebből kifolyólag az ide járó diákok valamilyen szinten nyitottá válnak a természet folyamataira.

A továbbiakban a célcsoportokat mutatom be, amelyek közül az egyik az általam tanított osztály, a 11.B. Az osztályba 30 diák jár, ebből 15 humán, 15 általános tagozatra. Az osztály a tagozatok különbségeiből eredő bontás miatt bizonyos órákat külön, két, a tagozatoknak megfelelő csoportra bontva látogatnak. A biológia nem tartozik bele ebbe a bontásba, így az egész osztály együtt, azonos szinten tanulja az említett tantárgyat. Ez alól egy kivétel van, egy biológia érettségire készülő diák. Az Ő esetében a kötelező tanórán kívül fakultációs

biológia órákról is beszélhetünk, illetve a tanórán az alapkövetelményeken kívül biztosítok érettségi felkészülést támogató tananyagot és feladatokat. Összességében, az osztályról elmondható, hogy alapvetően érdeklődőek, nyitottak az emberi testtel kapcsolatos kérdések, témák iránt, örömmel fogadják az érdekességeket.

Ami az előzetes ismereteket illeti, a táplálkozás témakört a foglalkozást megelőző órákon vettük át, a szükséges mikrobiológiai ismereteket már 9. osztályban elsajátították, de természetesen átismételtük a táplálkozással kapcsolatos részeket. Ezen kívül a tanév elején, az osztályfőnök külön kérésére, már voltak tanórán kívüli foglalkozások az egészséges életmóddal kapcsolatban. Ugyan, akkor leginkább a ’Mit érdemes fogyasztani és miért?” kérdésre fektettünk nagyobb hangsúlyt, viszont ennek ellenére úgy gondolom, hogy a mostani foglalkozás témájának szempontjából is értékes előismeretet adott a diákoknak, hiszen ezáltal valamelyest otthonosan mozognak az egészséges táplálkozás témakörében. A szükséges immunológiai ismereteket a foglalkozást megelőző hetekben sajátították el.

Ezzel szemben a másik csoport a 11.C. osztály biológia tagozatos 15 fős csoportja. Ők a biológiát emelt szinten és magasabb óraszámban tanulják.
Ez a csoport is rendelkezett a foglalkozáshoz szükséges előismeretekkel, viszont a foglalkozáson lehetőséget biztosítottam egy rövid ismétlésre is.

3.2. Anyag és módszer

A foglalkozás tervezése

Témakör: Táplálkozás és a táplálkozás egészségtana

A tanóra témája: Egészséges táplálkozási szokások és az élelmiszerrel terjedő kórokozók és megfékezésük

A tanóra típusa: Új ismereteket feldolgozó óra

A tanóra célja:

A foglalkozás céljainak megfogalmazásakor igyekeztem az összes lehetséges nézőpontból megközelíteni a témát és eszerint meghatározni, hogy a foglalkozás mit adhat a diákoknak, miként formálhatná világnézetüket. Továbbá figyelembe vettem, azt is, hogy milyen tudásra, információra van szükségük, annak érdekében hogy kellő ismerettel felvértezve kerüljenek szembe azzal az információ mennyiséggel, ami nap mint nap éri őket.

A foglalkozás legfőbb célja a diákok egészségre nevelése és a diákok szemléletének bővítése a téma új aspektusának feltárásával. A foglalkozás végén megértik az élelmiszer higiénia jelentőségét, valamint egy új elemét ismerik meg az egészséges táplálkozás, életmód fogalmának. Ezen kívül egyértelművé válik számukra, hogy a vírus egy gyűjtőfogalom, ahogy a baktérium is. Azaz, nem minden ide tartozó organizmus egyforma, vagy veszélyes az emberre. Ezt a jelenlegi járványügyi helyzet miatt kifejezetten fontosnak tartom, mivel a vírusokkal és a járványokkal kapcsolatban megannyi információ található az Interneten és ezek közül nem mindegyik helyes.

A második főbb cél a média és a különböző közösségi oldalak negatív hatásaira való figyelemfelhívás, emellett a kritikus gondolkodásra való ösztönzés. Úgy gondolom, hogy a jelenlegi járványügyi helyzet miatt az emberekben kialakult egy előítélet a vírusokkal kapcsolatban. Ezt az előítéletet szeretném megmagyarázni. Sőt, napjainkban elterjedt számtalan új, modern étkezéssel kapcsolatos trend, amik egy fejlődő szervezetnek károsak, mivel vitamin- és tápanyaghiány alakulna ki, ami azon túl, hogy gátolná fejlődésüket különböző hiánybetegségek kialakulásának is kedvezne. Lényegében a helytelen életmód és étkezési szokások miatt kialakuló ételmérgezés és hiánybetegségek veszélyeire hívnám fel a diákok figyelmét. A foglalkozás végén ismeretük bővül, aminek következtében kellő tudással felvértezve nézhetnek szembe a média által sugallt információkkal.

Ugyanakkor, az új ismeretek nyújtása szintén a kitűzött célok között szerepel. Egészen konkrétan megfogalmazva a tanóra egyik fókuszában az élelmiszerrel terjedő kórokozók és megfékezésük áll. Napjainkban egyre inkább változnak a fogyasztói szokások és ezen változások egy része egészségkárosító, kedvez az étellel terjedő kórokozók terjedésének. Alapvetően ezekre a veszélyekre és a tudatos táplálkozás fontosságára szeretném felhívni a figyelmüket. Ezen kívül az étellel terjedő baktériumok kapcsán terítékre kerül az antibiotikum használat kérdése és az antibiotikum rezisztencia is, ami az egészségügynek a mai napig hatalmas kihívást jelent. Mitöbb, az antibiotikum rezisztencia megoldásaként szóba jönnek a bakteriofágok, mint az antibiotikumok alternatívái. Ezen a ponton az új ismeretek nyújtásán kívül lehetőség van a vírusokkal kapcsolatos sztereotípiák tisztázására is.

A foglalkozáson hallottak által a diákok megértik, hogy mennyire hatalmas a természet tárháza, illetve lehetőséget kapnak a rendszerszintű gondolkodás kiaknázására és annak

megértése, hogy hogyan vezethet az emberi tevékenység, magatartás a fertőzések, járványok, higiéniai problémák kialakulásához.

A foglalkozás témaköréhez (Táplálkozás és egészség), illetve a kapcsolódó témakörökhöz (Mikrobiológia, Immunrendszer) tartozó követelmények és kulcsfogalmak a 2012-es Nemzeti alaptantervben (továbbiakban NAT) találhatóak. A 11.B. osztályra az alap, a 11.C. csoportra az emelt óraszámú kerettanterv vonatkozik.

Tantárgyi kapcsolatok: Földrajz és Társadalomtudomány - Fejlődő országok

A kutatás menete

1. Megelőző/Bemeneti kérdőív:

A megelőző kérdőív célja összetett. Egyrészt, a diákok előzetes ismereteinek, táplálkozási szokásainak, tájékozottságuknak és gondolkodásmódjuk felmérésére szolgált. Azaz, lényegében a témával kapcsolatos szemléletüket és a témában való jártasságukat mértem fel. Ezen kívül, fontos volt, hogy egy képet kapjak arról, hogy a diákok hogy viszonyulnak a médiához és a közösségi oldalakhoz, a rájuk gyakorolt hatás milyen mértékű lehet.

A bemeneti kérdőív feltétlenül szükséges volt, mivel az általam tanított csoportot ebben a tanévben vettem át, míg a másik csoportot nem tanítottam. Ebből kifolyólag nem rendelkeztem elég háttérismerettel a diákokról, több információra volt szükségem a foglalkozás megtervezéséhez.

Ezt a kérdőívet azért a foglalkozás elött töltettem ki a diákokkal, mert így tudtam biztosítani, hogy a válaszadást nem befolyásolja a friss, újonnan szerzett információ. Az akkori gondolkodásmódjukra, szokásaikra voltam kíváncsi, nem arra, hogy szerintük a tanultak fényében mi lenne a helyes válasz. Hiszen ennek függvényében terveztem meg a foglalkozást is, ezen információk birtokában hoztam döntést a tanórán alkalmazni kívánt módszerekről, munkaformáról és segédanyagokról. A diákok igényeit és tudásszintjüket figyelembe véve terveztem meg az órát.

Néhány szó a kivitelezésről. A szükséges információ megszerzéséhez a Google Űrlapok alkalmazást használtam, ami egy online kérdőív.
Maga a kérdőív teljesen anonim volt. Azért döntöttem az anonim kérdőív mellett, mert így a diákok személyiségjoga nem sérült, illetve ezáltal levettem a vállukról egy nyomást, ami az esetleges helytelennek gondolt válaszadással kapcsolatos. A tapasztalataim azt mutatják,

hogy anonim kérdőív esetén a diákok nyitottabbak, nagyobb eséllyel írják le azt, amit ténylegesen gondolnak.

A kérdőívet a foglalkozást megelőző héten töltettem ki a diákokkal. Majd a beérkezett válaszok alapján láttam neki a tanóra megtervezésének. A kérdőívet a diákok készségesen kitöltötték, közben sokat kérdeztek, érdeklődőek voltak.

A kérdőívben található kérdések két csoportra oszthatók. Az első kérdések a diákok táplálkozási és az étellel kapcsolatos higiéniai szokásaira irányult, míg a kérdőív második része az előzetes ismereteik felmérésére szolgált.

A bemeneti és a kimeneti kérdőív kérdéseit a 5-ös számú elektronikus melléklet tartalmazza.

2.A tanóra

Alapvetően több lehetséges módszer és munkaforma közül azt választottam ki, ami a diákok autonómiáját, a felfedező tanulást biztosította és kellően interaktív volt ahhoz, hogy lekösse a diákok figyelmét és gondolkodásra késztesse őket. A frontális részeket igyekeztem minimálisra csökkenteni, csak akkor alkalmaztam tanári magyarázatot, amikor feltétlenül szükséges volt, hiányában elakadt volna a tanulási folyamat.

A tanóra egy új ismereteket feldolgozó óra volt, amin dominált a forrás és diagram elemzés. Az új ismereteket az általam készített forrásokkal biztosítottam. A forrásokat három blokkba rendeztem el, minden blokkot kérdésekkel zártam le. A kérdések egy részére a válaszok a forrásban megtalálhatók voltak, viszont készültem olyan kérdésekkel is, amik inkább elgondolkodtató, probléma megoldó kérdések voltak. Ezeket az új ismereteket tovább gondolva tudták megválaszolni a diákok.

A forrás elemzés blokkjai közé elgondolkodtató kérdéseket szúrtam be, ezzel segítve a friss ismeretek elmélyítését. A fogyasztói szokásokhoz kapcsolódó kérdésnél online gondolattérképet is készítettünk a Linoit nevű, interaktív tábla segítségével, ezzel segítve a gondolkodást, a főbb gondolatok összeszedését.

A tanórát a tanulságok megfogalmazásával zártuk le, így foglaltuk össze, hogy mi volt a tanóra lényege, üzenete.

A részletes óraterveket, a forráselemzéshez használt feladatlapot és az órán elkészített gondolattérképet az 1-es, a 2-es, a 3-as, és a 4-es számú melléklet tartalmazza.

Az óraterv elkészítéséhez és a tanóra megtervezéséhez használt források a 2012-es NAT, illetve a tárgyhoz tartozó tankönyv, ami ebben az esetben a Dr. Molnár Kinga és Mándics Dezső által írt Biológia tankönyv tizenegyedikesek számára.

3. A foglalkozás utáni/Kimeneti kérdőív:

A kimeneti kérdőív célja, hogy visszajelzésül szolgáljon számomra és a diákok számára arról, hogy a foglalkozás anyagát milyen szinten sikerült elsajátítani, feldolgozni. Valamint, a foglalkozáson szerzett tapasztalataik alapján milyen gondolatok fogalmazódtak meg bennük, milyen tanulságot tudnak megfogalmazni. Ezáltal, választ kaptam arra, hogy a foglalkozás elött megfogalmazott célokat milyen mértékben sikerült megvalósítani. Továbbá, a tanórán tapasztaltak és a kimeneti kérdőív alapján mértem fel, hogy a második hipotézisem helytálló vagy sem

A bemeneti és a kimeneti kérdőív kérdéseit a 5-ös számú melléklet tartalmazza.

3.3. Adatokok értékelése

3.3.1. A bemeneti kérdőív értékelése

Az első hipotézisem alátámasztásához a bemeneti kérdőív segítségével összegyűjtött válaszok elemzése szükséges. A továbbiakban a kérdésre adott válaszokat és az ezzel kapcsolatos következtetéseimet ismertetem.

A kérdőívben volt két kérdés kifejezetten az étkezési szokásokkal kapcsolatban. Arra kértem a diákokat, hogy értékeljék étkezési szokásaikat egy 1-5-ig terjedő skálán aszerint, hogy mennyire táplálkoznak egészségtudatosan (lásd 11.ábra). Az 1-es volt az egyáltalán nem figyelek, az 5-ös a maximálisan odafigyelek kategória. Ehhez kapcsolódik egy későbbi kérdés is, aminél arra kértem őket, hogy nevezzék meg az általuk kedvel és fogyasztott ételeket és írják le miért étkeznek így. A két kérdést együtt néztem és értékeltem ki, mert így egy képet kaptam arról, hogy a diákoknak mi számít egészségtudatos táplálkozásnak.

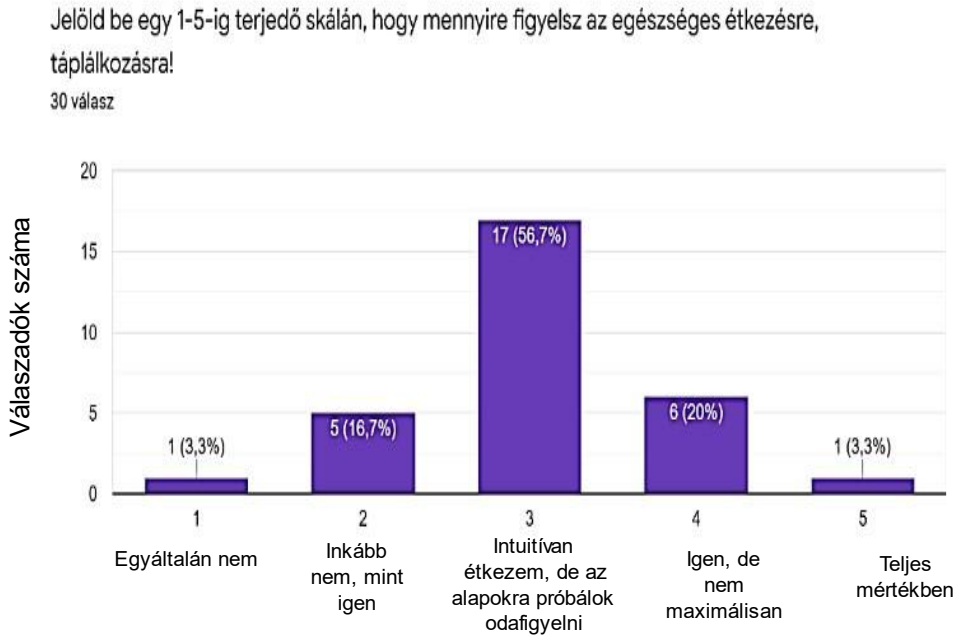
A korcsoport tulajdonságokból adódóan arra is kitértem, hogy a diákok neme befolyásolja-e az étkezési szokásokat, és ha igen, akkor milyen mértékben. 17-18 éves fiatal felnőttek voltak a válaszadók, ebben a korban már kialakul a másik nem iránti érdeklődés, a testalakra irányuló fokozott figyelem, és sajnos az étkezési zavarok, az étkezéssel kapcsolatos tévképzetek is ekkor a leggyakoribbak (Kollár, és Szabó, 2004).

A humán-általános osztály tanulói közül 13 nő és 17 férfi nemű. A 11.ábra mutatja, hogy a beérkező válaszok alapján a diákok 56%-a (9 férfi és 8 nő) képviseli a közép mezőnyt (3.kategória), akik változatosan étkeznek; azt fogyasztják, amit éppen szívesen ennének, ügyelve arra, hogy a friss zöldség és gyümölcs napi rendszerességgel a tányérra kerüljön. Alkalmanként elfogyasztanak nem kifejezetten egészséges ételeket is, például hamburger, pizza, édességek, de ezeket mérséklik. A felsorolt okoknál a természetesség, a vitamintartalom, a sport, illetve a különböző ételintoleranciák, például a glutén-és laktózérzékenység szerepelt.

20% (3 lány, 3 fiú) a 4.kategóriába sorolta magát, akik kifejezetten odafigyelnek, de nem maximálisan. A válaszok alapján változatosan étkeznek, ügyelve a vitamin bevitelre. A felsorolt okoknál egy esetben egy krónikus betegség, egy másik esetben pedig vegetarianizmus szerepelt. Ebben a két esetben bizonyos élelmiszercsoportok tudatos kerülése miatt fokozottan figyelnek a vitamin és tápanyagbevitelre. A többieknél a jó közérzet, a sport és az egészség szerepelt, mint fő motivációs faktorok.

A 2.kategóriába 16% (3 fiú és 2 lány) került. Ők minimálisan odafigyelnek, állításuk szerint mindent elfogyasztanak, ami ízlik és jól esik, nem tudatosan táplálkoznak.

A továbbiakban 2 szélsőértékre térek ki. 1 fiú tanuló egyáltalán nem figyel az étkezésre és egy másik fiú maximálisan odafigyel. A maximálisan odafigyelő diák étrendjében a hús, a hal és a zöldségek, gabonák dominálnak, maximálisan kerüli a cukrot, a gyorsételeket, mert komolyan veszi a sportot, valamint fontos számára az egészsége. A másik diák mindent elfogyaszt, amit éppen szeretne, teljesen intuitív módon. A válasz alapján nem feltétlenül jelenti azt, hogy egészségtelenül táplálkozik, csak annyit, hogy nem tudatosan táplálkozik.



11. ábra. Egészségtudatos táplálkozásra vonatkozó eloszlás a 11.B. osztályban

Azt a következtetést vontam le, hogy a 3. kategóriába került diákok is odafigyelnek az étkezésre, hiszen alapvetően egészséges ételeket fogyasztanak. Ez alapján a 80% odafigyel az étkezésre, csak eltérő mértékben és más okból kifolyólag figyelnek oda. A diagram normál eloszlást mutat, az adott opciók gyakoriságának köszönhetően.

A 3., 4. és 5. kategóriák közti különbségek leginkább az étkezési szokások mögött lévő okokban nyilvánulnak meg. A komolyabban sportolók, krónikus betegek, ételérzékenységgel élők és a bizonyos élelmiszercsoportokat kerülők nagyobb figyelmet fordítanak az étkezésre, vitamin és tápanyagbevitelre, mint a nagy átlag. De ez nem jelenti azt, hogy a 3. kategóriába kerültek egészségtelenül étkeznének, maximum kevésbé tudatos fogyasztásról lehet szó.

A válaszok alapján felmerült a kérdés, hogy a diákoknál milyen kép alakult ki az egészségtudatos táplálkozással kapcsolatban? Mire terjed ki és mit jelent számukra? Ezeket a kérdéseket mindenképpen szükségesnek érzem beépíteni a tanórába, lényegi része az egészségre nevelésnek.

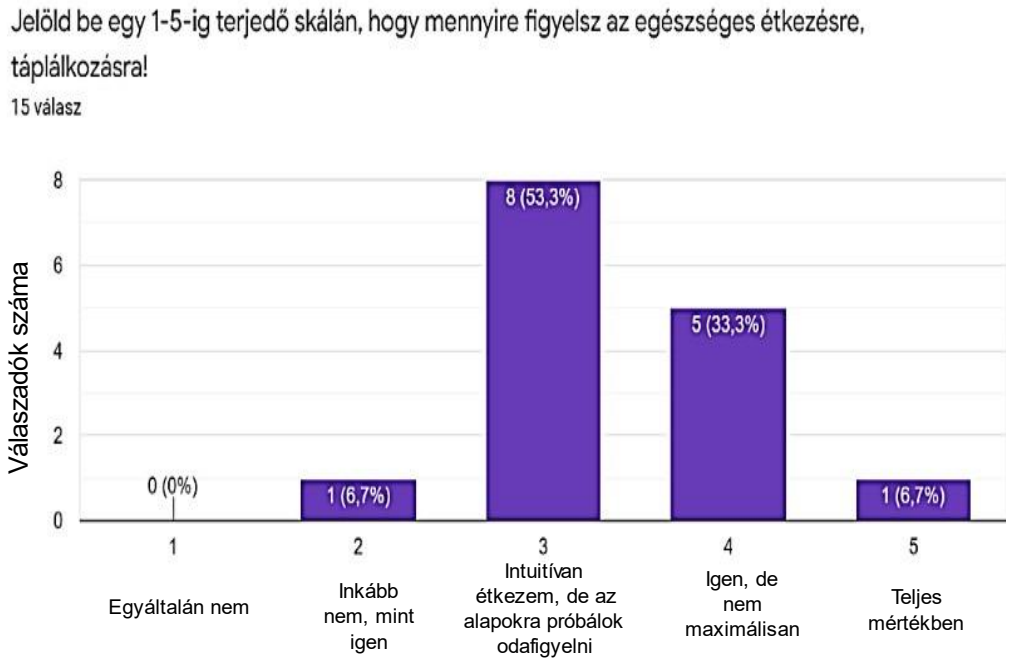
Ehhez hasonló szemlélettel értékeltem ki a biológia tagozatos csoport ebbe a kérdéskörbe tartozó válaszait (lásd 12.ábra). A kiértékelés kezdetekor rögtön feltűnt, hogy ebben az esetben nem volt olyan ember, aki az 1-es kategóriába tartozna, azaz nem volt olyan diák aki, egyáltalán ne figyelne oda az étkezésre.

Ahogy a 12.ábrán is látszik a diákok 53%-a (5 lány és 3 fiú) került a 3.kategóriába. Egyrészük mindent fogyaszt, viszont mérsékli az egészségtelenebb ételek fogyasztását. A másik részük, viszont egyoldalúbban táplálkozik. Ennek okai, hogy nem szeretnek új ételeket kipróbálni, túlsúlyban vannak a húsos és tésztás ételek, vagy bizonyos étel csoportokat egyáltalán nem fogyasztanak.

33% (3 fiú, 2 lány) sorolta magát a 4. kategóriába. Ők kifejezetten odafigyelnek arra, hogy mit esznek, tudatosabban tervezik meg étkezéseiket. Arra is ügyelnek, hogy mikor mennyit fogyasszanak. Ebben az esetben a sporttevékenységet, illetve az egészségmegőrzést nevezték meg főbb okoknak.

A 2. kategóriába 1 fiú tartozott. Az étrendjében hús, hal, gyümölcs és zöldség szerepel. Az Ő esetében a változatosság hiánya az ok, ami miatt a 2.kategóriába sorolta magát.

Végül kitérnék az egyetlen szélső értékre. Egy lány került az 5.kategóriába, aki maximálisan odafigyel. Tudatosan kerüli a cukrot, a fehérlisztet, a pékárút és a tejterméket. Ezen kívül húst ritkán fogyaszt, főleg növényi organikus élelmiszerek, bio termékek találhatók meg az étrendjében. Főbb okoknak, a közérzetet, a probléma mentes bőrt, az egészséget, valamint a testalakjának javulását nevezte meg. Az Ő esetében nem feltétlenül szükséges bizonyos élelmiszercsoportok elhagyása. Kiegészítésül, a hét minden napján sportol, edzést végez.



12. ábra. Egészségtudatos táplálkozásra vonatkozó eloszlás a 11.C. csoportban

A válaszok alapján ennél a csoportnál is elmondhatom, hogy alapvetően a 3., 4, és 5. kategóriába tartozók egészségesen táplálkoznak, csak az odafigyelés mértéke és okai mások. Azaz a csoport 93%-a egészségesen táplálkozik. Az előző diagrammal ellentétben itt nem beszélhetünk normális eloszlásról. Ennek az az oka, hogy ebben a csoportban a diákok érdeklődési köre és gondolkodásmódja jobban hasonlít, mint az előző osztályban.

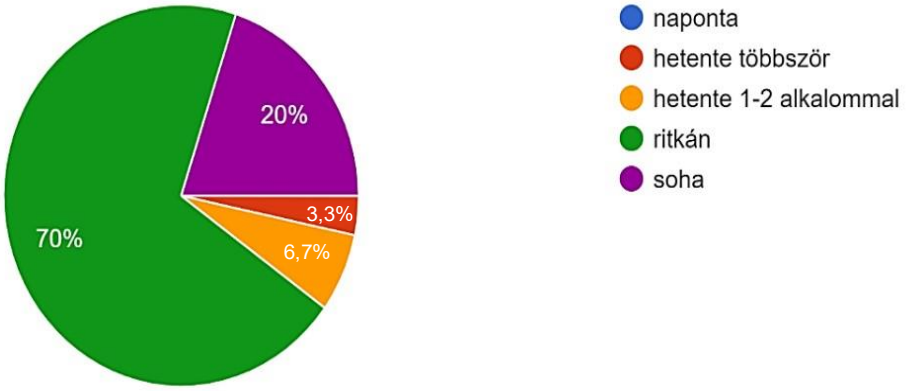
Valamint ennél a csoportnál is felmerült a kérdés, hogy mennyire vannak tisztában az egészséges táplálkozás fogalmával. Ez a kérdés a 2.kategóránál és az 5.kategóránál merült fel leginkább. A 2.kategórába tartozó fiú nem fogyaszt egészségtelen, zsíros, cukros ételeket, a felsoroltak alapján kifejezetten egészségesen étkezik. Lehet, hogy ehetne többféle ételt, de akkor sem indokolt a 2. kategória. Az 5.kategória esetén pedig olyan élelmiszercsoportok elhagyásáról is beszélhetünk, amik nem egészségtelenek. A másik csoportnál felmerült kérdéseket ebben az esetben is beépítem a tanórába, mert itt is szükségesnek érzem.

Kitérve a 2 nem közti arányokra, akkor a B-s csoport esetében 24 főből 11 lány (az osztályba járó lányok 85%-a) és 13 fiú (fiúk76%-a) figyel oda valamilyen szinten a táplálkozásra. Azaz, a lányoknál az egészséges táplálkozás nagyobb gyakorisággal van jelen, mint a fiúknál, viszont alapvetően nem nagy a gyakoriságokban megfigyelhető eltérés. A C-s csoportnál a lányok 100%-a, a fiúk 85%-a odafigyel az étkezésre, ebből kifolyólag ott sem beszélhetünk nagy eltérésről a két nem között.

Az adatok kiértékelése elött arra számítottam, hogy a két nem között nagyobb lesz a különbség, mert az eddigi tanítási gyakorlatokon és közösségi gyakorlaton azt tapasztaltam, hogy ebbe a korcsoportba tartozó lányok jobban ügyelnek az étkezésre, mint a fiúk. A vártakkal ellentétben nincs szignifikáns különbség a két nem között az étkezésre való odafigyelés tekintetében. Ennek oka a korcsoport tulajdonságaiban, jellegzetességeiben keresendő, hiszen ebben a korosztályban kezdődik el mindkét nemnél a másik nem iránti fokozott érdeklődés és a saját megjelenésre fordított figyelem, energia is nő. Ennek tudatában érthető, hogy miért figyelnek ennyire az életvitelükre.

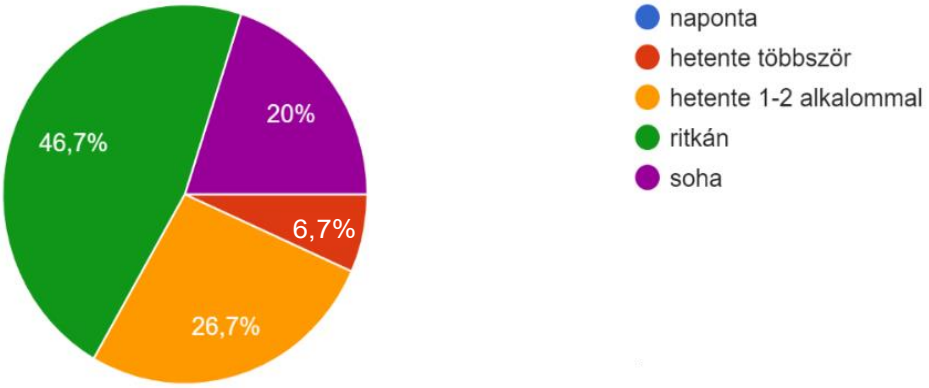
A következő kérdéskör az ételmérgezés és az élelmiszerrel terjedő kórokozók szempontjából fokozott figyelmet igénylő élelmiszerek fogyasztására, elkészítésére és az ide kapcsolódó higiéniás szokásokra kérdeztem rá. Az ide tartozó élelmiszerek, a közvélemény kutatáshoz hasonlóan, az alábbiak voltak: nyers hús, nyers tojás, friss zöldség és gyümölcs, mirelit zöldség és gyümölcs, előre csomagolt szendvicsek, saláták, azonnal fogyasztható készételek.

Mivel diákokról van szó, rákérdeztem az iskolai büfében, vagy a boltokban kapható szendvicsek fogyasztására. Az adatok elemzését ebben az esetben is a 11.B. osztállyal kezdem (lásd 13.ábra). A 30 főből 70%-a diák ritkán; 20%-a soha; 3,3%-a heti többször; 6,7%-a heti 1-2 alkalommal fogyaszt nem otthon készült szendvicset.



13. ábra. A szendvicsfogyasztás gyakorisága a 11.B. osztályban

A tagozatos csoportban (lásd 14.ábra) a 15 főből 7 (46,7%) ritkán, 3 (20%) soha, 4 (26,7%) heti 1-2 alkalommal, 1 (6,7%) heti többször él ezzel a lehetőséggel.



14. ábra. A tagozatos csoport szendvicsfogyasztásának gyakorisága

Ha megnézzük az arányokat, akkor a tagozatos csoportba tartozó diákok ritkábban, kisebb gyakorisággal fogyasztanak szendvicset, mint a nem tagozatos diákok.

A következő kérdés a marhahús fogyasztásához kapcsolódott. A humán csoport 33%-a, a tagozatos csoport 26,7%-a fogyasztaná el véresen vagy félig átsütve a marhahúst. Mindkét esetben a csoport túlnyomó többsége nem tartja egészségesnek a nem megfelelően hőkezelt hús fogyasztását. Ezt a következtetést, a diákok az ételmérgezés megelőzésére vonatkozó

kérdésre adott válaszai és a marhahús fogyasztásával kapcsolatos preferenciák alapján jelentem ki. Az ételmérgezés megelőzésére vonatkozó kérdést később kifejtem.

A következő kérdések a zöldség és gyümölcs fogyasztására irányultak. A humán csoport 87%-a rendszeresen fogaszt nyers gyümölcsöt és zöldséget. A diákok 30%-a naponta, 43%-a hetente többször, 13%-a heti 1-2 alkalommal.

A biológia tagozatos csoportnál ez az arány egészen máshogy alakul, a csoport 93,3%-a fogyasztja rendszeresen ezt az élelmiszercsoportot. A csoport 53.3%-a naponta, 26,7% heti többször és 13,3%-a heti 1-2 alkalommal. A számok alapján a tagozatos csoportba járó diákok étrendjében nagyobb arányban szerepel friss gyümölcs és zöldség.

Ami a nyers zöldség és gyümölcs tisztítását illeti, nyers zöldség esetén mindkét csoport 100%-a higiéniai követelményeknek megfelelően mosva és szükség esetén pucolva fogyasztja el az élelmiszert.

Érdekes, hogy a nyers gyümölcs esetén nem ezek az arányok figyelhetők meg. A humán tagozat 73,3%-a, a biológia tagozat 93%-a tisztítja meg megfelelően a gyümölcsöt fogyasztás elött, a többiek mosatlanul fogyasztják el. Meglepő, hogy zöldség esetén megfelelően járnak el, viszont gyümölcs esetén nem minden alkalommal.

A továbbiakban a kérdőív előzetes tudás, illetve a háttérismeret felmérésére szolgáló kérdésekre adott válaszokat mutatom be. Az idetartozó kérdések az étel okozta megbetegedéssel, az ételmérgezés tüneteivel, okaival és az étellel terjedő kórokozókkal kapcsolatos ismereteiket mérte fel.

A 11.B. osztály 12 fő, 40%-a nevezte meg az ételmérgezést, mint lehetséges étel okozta megbetegedést. A fennmaradt 60% ételallergiát, laktóz és glutén-érzékenységet, valamint a cukorbetegséget és a refluxot nevezte meg, az ételmérgezés náluk fel sem merült. A tagozatosoknál a csoport 50%-a nevezte meg az ételmérgezést. A többi esetben itt is az ételallergiát, illetve az étel érzékenységeket nevezték meg. Ennél a kérdésnél a két csoport között nem volt szignifikáns különbség.

A következő kérdésben arra kérdeztem rá, hogy milyen étellel terjedő kórokozókat ismernek. Ennél s kérdésnél már komoly eltéréseket tapasztaltam. A 11.B. csoport, 57%-a meg tudott nevezni legalább egy étellel terjedő kórokozót, a maradék 43% egy étellel terjedő kórokozót sem ismert. Az általuk legnagyobb gyakorisággal megnevezett kórokozó a Salmonella volt,

őt követte a baktérium általánosságban, majd a gomba és a bélféreg. Az *E. coli*-t egy diák nevezte meg, mint potenciális kórokozót.

A 11.C. csoport 74%-a ismer étellel terjedő kórokozót. Itt a leggyakrabban megnevezett kórokozók az *E. coli* és a Salmonella volt, viszont megemlítették még a Listériát, a Campylobactert, a Trichinát és a gombát, gyűjtőfogalomként.

A válaszok alapján a 11.C. csoport nagyobb lexikális ismerettel, mélyebb tudással rendelkezik, mint a 11B. Ezen nem lepődtem meg, hiszen a 11.C. egy tagozatos csoport, nekik rendelkezniük is kell ezekkel az ismeretekkel.

Rákérdeztem az ételmérgezés szempontjából rizikós élelmiszerekre is. A 11.B. osztály 90%-a több élelmiszercsoportot is meg tudott nevezni. A legnagyobb gyakorisággal megnevezett étel a tej és tejtermék volt, ezt követte a nyers hús és a tojás. Az utóbbi két élelmiszert a választ adó diákok 50%-a tüntette fel. Egy diák nevezte meg a mosatlan zöldséget is ételmérgezést kiváltó oknak, két diák pedig a gyorséttermi ételeket is feltüntette a listán. A 11.C. csoport 80%-a tudott válaszolni a kérdésre. Itt a leggyakrabban megnevezett élelmiszer a nyers hús és a tojás volt, ezeket a diákok 70%-a megnevezte. Őket követte a tejtermék és egy esetben a gyorséttermi étel.

Ha megnézzük a feltüntetett élelmiszercsoportokat, akkor a 11.B. osztály inkább a tejterméket nevezte meg nagyobb gyakorisággal, ezzel szemben a tagozatosok a nyers húst és tojást. Mindkét válasz helyes, viszont a kórokozók relatív gyakorisága a nyers húsban és tojáson nagyobb, mint a tejtermékekben.

Az ételmérgezés tüneteire vonatkozó kérdésre a 11.B. osztályba járó diákok 80%-a van tisztában az ételmérgezés tüneteivel, a fennmaradt 20% nem. A 11.C. csoport esetében a diákok 86%-a tudott válaszolni erre a kérdésre. Ebben az esetben azt vártam, hogy minden diák meg tud nevezni legalább egy tünetet, hiszen egy eléggé klasszikus kórképről és tünet együttesről van szó.

Az utolsó ide tartozó kérdés az ételmérgezés megelőzésre vonatkozott. A 11.B. osztály 90%-a tudott ételmérgezést megelőző stratégiát megnevezni, maximálisan lefedve minden lehetőséget. Az általuk megnevezett tényezők az alábbiak voltak: szavatosság ellenőrzése, higiénia, ellenőrzött forrásból tudatos vásárlás, megfelelő hőkezelés és tárolás és az élelmiszer minősége. Egy diák arra is kitért, hogy emiatt lenne célszerű csak önmagunk által elkészített ételeket fogyasztani, mivel csak így tudunk minden

kritériumra maximálisan odafigyelni. Ami a válaszok gyakoriságát illeti, a szavatossági idő, a megfelelő elkészítés és az ellenőrzött forrás voltak a leggyakoribb válaszok.

A 11.C. osztály esetében a csoport 100%-a ismert ilyen stratégiákat. Ugyanazokat nevezték meg, mint a 11.B. tagjai, ráadásul ugyanolyan gyakorisággal. Ebből arra következtettek, hogy ezen a ponton nincs eltérés a diákok tudásában. Kiegészítésül, a 11.C. csoportban senki nem tért ki arra, hogy kizárólag a házilag készített ételek ellenőrizhetők. Ez nem lexikális tudás része, inkább az azokból való következtetés. Hasonló gondolatokat ennél a csoportnál is vártam, de nem tapasztalatm.

Az utolsó kérdéskörrel a média hatását mértem fel. Ezek a kérdések nem a hipotézisem bizonyítására szolgálnak, az egészségre nevelés és a kritikus gondolkodásra való ösztönzés részét képezik. Azt a célt szolgálja, hogy egy képet kapjak arról, hogy a diákok milyen mértékben támaszkodnak a közösségi oldalakon megtalálható információra és ez hatással van e cselekedeteikre.

A 11.B. osztály esetében a diákok 93%-a használ közösségi oldalakat, és a 83%-uk szívesen informálódik is innen. Azonban, egy ember kivételével a diákok utána néznek az innen szerzett információ hitelességének. Ami az igaz és hamis hírek megkülönböztetését illeti 77%-a gondolja úgy, hogy el tudja dönteni, hogy az adott információnak mennyi valóságalapja van. Lényeges az a tény, hogy bizonytalanság esetén utána néz más forrásból is.

A 11.C. esetében az osztály 100%-a használ közösségi oldalakat és a diákok 93%-a szeret innen informálódni. A diákok 80%-a képes dönteni az információ hitelességéről. Ebben a csoportban minden diák utána olvas a friss információnak, minden esetben, nem csak akkor ha megbízhatatlannak vélt forrásból származik.

Összességében mindkét osztály nagy része egészségesen táplálkozik, ügyelve a megfelelő minőségű, kielégítő tápanyag és vitaminösszetételű ételek előtérbe helyezésére, azonban a kérdésekre adott válaszok alapján a tagozatos csoport tagjai tudatosabban táplálkoznak, mint a 11.B. osztály tanulói. Ezt a következtetést a kifejtős kérdésekre adott válaszok, illetve az oszlopdiagrammon látható eloszlás, valamint a hozzá kapcsolódó kérdésre adott válaszok bizonyítják leginkább. A tagozatosoknál tapasztalt tudatosság a döntéseikben és a döntések okában rejlik, jobban átgondolják, hogy mit és hogyan célszerű fogyasztani, figyelembe veszik az ok-okozati összefüggéseket. Ezek alapján úgy gondolom, hogy a hipotézisemet, miszerint a pályaorientáltság, tantárgy iránti érdeklődés kihat a gondolkodásmódra,

alátámasztottam. Azonban, a két csoport közötti eltérés nem olyan nagy mint vártam. Ennek az lehet az oka, hogy a 21.században a diákok elegendő információhoz juthatnak, ami alapján szélesedik a látókörük. Az eltérés oka, hogy a tagozatosok elkötelezettebbek, érdeklődőbbek a tantárgy iránt emiatt több forrásból tájékozódnak, míg a nem tagozatos csoport leginkább az érdekes információkat részesíti előnyben, ami hasznos de mélyebb ismeretet nem ad. Ők kevésbé tudatosak a táplálkozással kapcsolatos döntéseik meghozatalakor.

Ami a diákok előzetes ismereteit, témában való tájékozottságát illeti, a tagozatos csoport nagyobb tudással, bővebb, mélyebb ismerettel rendelkezik a témával kapcsolatba. A felmérés elején erre számítottam, így ebben az esetben a várt és valós érték között nincs eltérés.

Végül, a média hatását vizsgáló kérdésekre érkezett válaszok alapján ezen a téren nincs szignifikáns különbség a két csoport között. Mindkét osztályban kialakult a kritikus gondolkodás, több diák kritikát fogalmazott meg az médiával, közösségi oldalakkal kapcsolatban, ami arra enged következtetni, hogy kellő kritikai érzékkel kezelik a média által sugallt gondolatokat. Ez érthető, hiszen ők már az y generáció tagjai, náluk kialakult egyfajta stratégia a média által közvetített információk kezelésével kapcsolatban. Azonban, a tagozatosoknál a leírt kritikák mélyebbek, erősebb hangvételűek voltak. Ezek alapján úgy gondolom, hogy valamivel kritikusabban állnak a közösségi oldalakhoz.

3.3.2. A tanóra értékelése

A bemeneti kérdőív kértékelését követően tartottam meg a tanórát először a 11.B. osztályban, majd két nappal később a 11.C. csoportban. A tanóra értékelésében a saját csoportom esetében a vezető tanárom, a másik csoportnál a szaktanár észrevételei segítettek.

A tanóra értékelését a 11.B. osztállyal kezdem. Az óra a tervezettek szerint ment, a diákok érdeklődőek és aktívak voltak. A feladatokra szánt időkeretet nem minden esetben tudtam tartani, bizonyos részfeladatokkal a tervezetnél hamarabb végeztünk, illetve az óra elején a bemelegítő kérdésekkel a tervezetnél több idő elment. A tanórán alkalmazott interaktív feladatok sikeresnek bizonyultak, a diákoknak kifejezetten tetszett, hogy ezúttal szabadon asszociálva egy új felület (Linoit online tábla) használatával önállóan dolgozhatták fel a témát. A frontális részeket sikerült lecsökkenteni, viszont néhány esetben szükség volt tanári magyarázatra. A forráselemzés alapján rávezetéssel tudtak válaszolni azokra a kérdésekre

is, amik a forrás tovább gondolását igényelték. Az ilyen kérdéseknél rávezetésre minden esetben szükséges volt.

A tanóra elején volt egy kisebb fogalom zavar a baktériumokat illetően, de azt gyorsan tisztáztuk.

Feltűnt, hogy az írott forrást nagyrészt megfelelően használják, viszont az ábrák elemzésekor voltak kisebb nehézségek. Ennek ellenére a forráselemzést a vártnál hamarabb fejeztük be, így több idő jutott az elgondolkodtató kérdésekre. Ezt nem okozott problémát, több kérdéssel készültem

Az elgondolkodtató kérdésekre adott válaszok alapján a diákok tisztában vannak az egészségtudatos vásárlás alapjaival, de szükséges volt egy-két kiegészítő információt elmondani, mint az összetétel fontossága, tárolási javaslatok. Az ételmérgezéssel kapcsolatos kérdésekre a diákok közösen mindenre kitérő választ tudtak adni. Ebben az esetben is voltak fogalomzavarok, amiket tisztázunk. Ilyen például a szavatosság, élelmiszerminőség és az egészséges étkezés.

A bemeneti kérdőívnél tapasztalt válaszok alapján lényeges volt kitérni az egészséges táplálkozásra, arra, hogy ez a fogalom mit foglal magába, mert nagyon mereven kezelik az egészséges táplálkozás fogalmát, fekete-fehérnek látják a témát, a szükségesnél szigorúbbak magukhoz. Itt is arra ösztönöztem a diákokat, hogy kicsit kritikusan álljanak a témához és próbálják átgondolni, hogy mitől lesz valami egészséges. Minimális rávezetéssel sikeresen átbeszélték, átgondolták a kérdést. Viszont az egészséges életmód már nehezebb fogalomnak bizonyult, ott valamivel több segítségre volt szükségük.

A szélsőséges étkezési szokások közül a vegánságot és a félig átsült hús fogyasztását emelték ki, minden ide tartozó példánál meg tudták mondani, hogy melyik miért lehet egészségre káros. A szélsőséges étrendekkel kapcsolatban egy vegetáriánus diák a saját tapasztalatait is megosztotta velünk, aminek kifejezetten hasznos volt, mert így a diákok egy ismert, kedvelt személy példáján keresztül ismerik meg, hogy pontosan mivel jár ez az étrend. Ez nagy segítség volt a vegetáriánus étrendhez fűződő sztereotípiák tisztázásában. A vegánság-vegetarianizmus kérdése több diák érdeklődését felkeltette, így a későbbiekben valószínűleg előkerül még a következő táplálkozással kapcsolatos tanórán.

Kitértünk a fertőzés kialakulásáért felelős fogyasztói szokásokra is. Itt arra is rákérdeztem, hogy az egyes szokások miért nem jók egészségmegőrzés szempontjából. A diákok

meglepően kritikusan válaszolták meg a kérdést, ebből arra következtettem, hogy nyitottak és képesek a kritikus gondolkodásra.

A tanóra lezárásaként megkértem, hogy fogalmazzák meg a témával kapcsolatos tanulságokat. Az összefoglalás és a tanóra alapján úgy gondolom, hogy a tanórához fűzött célok teljesültek. Sikeres volt az egészségre nevelés, a kritikus gondolkodásra való ösztönzés és a média, közösségi oldalak közvetítette sztereotípiák tisztázása is. Mitöbb, a diákok bővebb ismeretre tettek szert az élelmiszerrel terjedő kórokozókról és megfékezésükről.

A továbbiakban a 11.C. osztálynak tartott tanórát értékelem. A másik csoporthoz viszonyítva ez a tanóra sokkal jobban pörgött, könnyebb volt gondolkodásra bírni a diákokat A diákok érdeklődőek és aktívak voltak. Ebben az esetben az időkeretet az óra feléig tartottam, utána változtatnom kellett a tervezet feladatokon és módosítanom kellett az időkeretet, mert a diákok rengeteg értékes gondolatot fűztek hozzá a kérdésekhez, kérdeztek és a kérdésekre is rengeteg válasz érkezett. Egyáltalán nem baj, hogy így alakult, hiszen így valóban teljesen kerek volt a tanóra, megvalósult az önálló tanulás is. A frontális részeket minimálisra csökkentettem, egyszer volt szükség tanári magyarázatra.

A forráselemzés és az online táblarajz itt is sikeresnek bizonyult. Feltűnt, hogy ez a csoport gyakorlottabban fog neki a forráselemzésnek, az ábrák értelmezésével sem volt gond.

Az elgondolkodtató kérdéseknél a másik csoport által megemlített példákon kívül más példákat is tudtak hozni az egyes kérdésekre. Ez egyrészt a biológiában való jártasságuknak köszönhető, másrészt azt tapasztaltam, hogy rendszerszintű gondolkodásra képes, összefüggéseket meglátó és megértő diákokkal kerültem szembe. Itt is szükség volt rávezetésre, de nem annyiszor, olyan mélységben mint az előző osztálynál. A diákok az előző osztályhoz hasonlóan értékes gondolatokat osztottak meg, azonban ebben az esetben a gondolatok komoly tudást és jártasságot tükröztek, szakmaibban fogalmazták meg állításaikat véleményüket.

A tanórán tapasztaltak és megfigyelést végző kollégák visszajelzése alapján úgy gondolom, hogy a tanórához fűzött célok ebben az esetben is teljesültek.

Azt tapasztaltam, hogy az önálló, felfedező tanulást biztosító tanóra mindkét esetben működött, attól függetlenül, hogy a diákok milyen szintű és mélységű tudással rendelkeznek. Mindkét esetben pörgött a tanóra, nem voltak üresjáratok. Azonban, a nem tagozatos csoportnak nehezebb volt a forrás elemzés, mert még nem rendelkeznek akkora rutinnal,

tapasztalattal ezzel a feladat típussal kapcsolatban, mint a tagozatosok. Tény, hogy itt rávezetésre is többször volt szükség, de mindkét esetben kerek, teljes volt a tanóra.

3.3.3. A kimeneti kérdőív értékelése

A kimeneti kérdőív célja a második hipotézisem alátámasztása és a diákok tudásának ellenőrzése. Ezen kívül felmértem, hogy a tanultak fényében szerintük van-e olyan fogyasztói szokás, amin változtatniuk kellene. Ezúttal a kérdőív rövid válaszokat igénylő, illetve kifejtős kérdéseket tartalmazott, így biztosítva a mérés és a kérdésekre adott válaszok hitelességét.

Az első kérdések az újonnan tanult ismeretek ellenőrzésére szolgáltak. Lényegében ezen kérdésekre érkezett válaszok alapján vontam le a következtetést a második hipotézisemmel kapcsolatban. Ezeket a kérdéseket a tanóra hangsúlyos pontjai alapján tettem fel, a legfontosabb információkra, a főbb összefüggésekre kérdeztem rá.
Az elemzést ezúttal a 11.C., tagozatos csoporttal kezdem. A tudás ellenőrzésére szolgáló kérdések a diákok 86% válaszolta meg hiányosságok nélkül, a fennmaradó 14 % is jó válaszokat adott, azonban válaszaik nem voltak teljesek, hiányosak voltak. A tapasztalt arányok nem tértek el a várt értékektől, a tanórán tapasztaltak alapján ezekre az arányokra számítottam, mivel a diákok aktívak voltak, mindenki legalább kétszer felszólalt, illetve a tanóra végén a tanulságok megfogalmazása során megbizonyosodtam arról is, hogy nem maradt bennük kérdés.

A 11. B. osztálynál az arányok a következő képen alakultak. 83% körültekintően, helyesen válaszolt a kérdésekre; 17% helyes válaszokat adott, de voltak hiányosságok, pontatlanságok. Ebben az esetben sem volt olyan diák, aki nem tudott hozzászólni a kérdésekhez.

A válaszok alapján a második hipotézisemet, miszerint az önálló, felfedező tanulást biztosító tanóra a diákok irányultságától függetlenül sikeres lehet új ismeretet feldolgozó tanórán. Ennek az lehet az oka, hogy egy ilyen tanórán a diákok mindenképpen odafigyelnek, mivel nem kapják készhez az információt, meg kell dolgozni az ismeretekért. Mindemellett önállóságot biztosít, ami motiváló lehet a diákok számára.

Mitöbb, rákérdeztem, hogy a tanultak fényében van-e olyan étkezési szokása, amin változtatna. A 11.C. csoport 50%-a nem változtatna semmin. Ez a százalék reális, mivel a

csoport túlnyomó része egészségtudatosan táplálkozik, a csoport felének nem volt olyan szokása, amin változtatni kellene. A csoport másik fele a gyümölcs és zöldség tisztítást, a készételek elhagyását, a fagyasztott és nyers ételek megfelelő hőkezelését emelte ki.

A 11.B. osztálynál a csoport 54%-a gondolja úgy, hogy jobban oda kellene figyelnie vásárlásnál. Ebben az esetben főleg a lejárati dátumot, az étel összetételét és minőségét, és az ellenőrzött forrást emelték ki, valamint a gyümölcs tisztítását és pucolását.

Ezen kívül, volt egy kérdés, ami a tanóra hasznosságára vonatkozott. Arra kérdeztem rá, hogy számukra mi volt új és mi volt a leghasznosabb információ az órai anyagból. Ezt a kérdést azért tartottam szükségesnek, mert így egy tisztább képet kaptam arról, hogy a tanórához társított egészségnevelésre vonatkozó célkitűzések mennyire valósultak meg. A 11.C. csoportban diákok az alábbi pontokat emelték ki: higiénia fontosságát, az *E. coli* törzsek járványokban játszott szerepét a fertőzés szempontjából kritikus élelmiszereket és a témához kapcsolódó fogyasztói szokásokat, amik a vásárlási szokásokra is kiterjedtek.

A 11.B. osztálynál a másik csoport által említetteken kívül a diákok az *E. coli* baktériumot és az antibiotikum használatot emelték ki, számukra ez is újdonság volt.

A tanóra tervezésénél számomra is ezek voltak a leghangsúlyosabb elemek, így úgy gondolom hogy az egészségre vonatkozó célkitűzések megvalósultak.

Továbbá, rákérdeztem, hogy szerintük a média miként kapcsolódhat a témához, ezzel mérve, hogy mennyire kritikusak és éberek a médiával kapcsolatban. Az már az előző kérdőívnél kiderült, hogy alapvetően tudatosak, viszont a tudatosság mértéke, az, hogy mire terjed ki már egy másik kérdés.

A 11.C. csoportban a diákok 80%-a kizárólag a közösségi oldalak, a reklámok és a hírességek által közvetített kártékony gondolatokat és ezek negatív hatásait említették meg. A fennmaradó 20% is kitért ezekre a pontokra, azonban ők olyan gondolatokat is megfogalmaztak, miszerint a média és a reklámok, a hírességek jó gondolatokat is közvetíthetnek, és szelektálni kell az információ források között. Ezen kívül kritikát fogalmaztak meg azzal kapcsolatban, hogy az egészségre kártékony gondolatok helyett arra kellene törekedni, hogy egészséget támogató gondolatok, információ kerüljenek előtérbe. Ezek alapján úgy gondolom, hogy a diákok nem csak tudatosak a médiával kapcsolatban, de kritikusak is és kiforrott véleménnyel, gondolatokkal rendelkeznek a jelenlegi minőség javítására.

A 11.B. osztály tagjai leinkább a reklámokat említették meg, ez minden válasznál megjelent. A diákok 70%-a a közösségi oldalakra és a hírességekre is kitért. Ők az előző csoporthoz hasonlóan inkább kritikát fogalmaztak meg, viszont itt megjelent egy olyan gondolat is, hogy ha valaki a közösségi oldalakról tájékozódik, fontos, hogy meggyőződjön az információ és az információ forrás hitelességéről. A csoport válaszai alapján úgy gondolom, hogy az előző csoporthoz hasonlóan tudatosak és kritikusak, helyén kezelik a közösségi oldalakat.

3.4. Összegzés, konklúzió

A szakmódszertani kutatást két, azonos korcsoportú, de eltérő érdeklődési körrel, gondolkodásmóddal és pályaorientációval rendelkező csoportban végeztem. Az egyik csoport reál irányultságú, biológia tagozatos csoport volt, míg a másik a humán érdeklődésű csoport volt. A tanóra témája mindkét esetben az egészséges táplálkozás, az étellel terjedő kórokozók és megfékezésük volt. A tanórán alkalmazott módszernek önálló ismeretszerzést biztosító szövegértésen és diagramelemzésen alapuló forráselemzést választottam, munkaformának pedig az önálló, illetve az osztály szintű csoportmunkát.

A kutatás tervezése során két hipotézist fogalmaztam meg, miszerint az érdeklődés és a pályaorientáció kihat a diákok gondolkodásmódjára és mindennapi cselekedeteikre, illetve az önálló, felfedező, energiabefektetést igénylő tanulást biztosító módszer a diákok érdeklődésikörétől függetlenül effektív egy új ismereteket feldolgozó órán.

Az első hipotézis alátámasztására szolgált a bemeneti kérdőív, aminek segítségével felmértem a diákok egészségtudatos táplálkozásról alkotott véleményét és táplálkozási szokásait. A kérdőív értékelése során arra a következtetésre jutottam, hogy a pályaorientáció kihat a diákok gondolkodásmódjára és mindennapjaira. A tagozatos csoport diákjai tudatosabban állnak a témához, rendszer szinten gondolkodnak, döntéshozatalkor figyelembe veszik az ok-okozati összefüggéseket. A másik csoport is egészségtudatos valamilyen szinten, viszont náluk nem jelent meg ez a tudatos magatartás. Azaz, a különbség a két csoport között a tudatosság mértékében rejlik és ez a különbség elegendő, hogy a diákok másfajta látásmóddal rendelkezzenek.

A második hipotézisem alátámasztásához a tanórán tapasztaltakat, a tanórát megfigyelő kollégák észrevételeit, valamint a kimeneti kérdőívre érkező válaszokat használtam fel és az alapján vontam le a konklúziót. Arra, a következtetésre jutottam, hogy az autonómiát biztosító módszer és munkaforma ebben az esetben hatékony, a diákok a várt arányban és a

várt mélységben sajátították el a tananyagot. Ennek az is lehet az oka, hogy ezzel a módszerrel koncentráltabban figyelnek, kellő aktivitással vonódnak be a tanórába.

Végül, a tanórához társított célokat emelném ki; az egészségre nevelést, a kritikus gondolkodásra való ösztönzést és a média sugallt sztereotípiák tisztázását. A tanórán tapasztaltak és a kimeneti kérdőív alapján a tanóra célját elérte. A diákok látják az összefüggéseket az étel és az ételmérgezés, valamint a fogyasztói szokások és az ételmérgezés között, tisztában vannak az egészségtudatos táplálkozás fogalmával és az ide tartozó főbb gondolatokkal. Ezen felül, a diákok képesek a kritikus gondolkodásra az étkezési szokásokkal és a média közvetítette gondolatokkal kapcsolatban. Ahogy említettem a tudatos gondolkodás a két csoportnál eltérő mértékben alakult ki, de valamilyen szinten mindkét esetben jelen van.

Összességében a szakmódszertani kutatást sikeresnek gondolom.

4. Az *E. coli* és a bakteriofágok vizsgálata és a szakmódszertani kutatás alapján összegzett eredmények

A patogén *E. coli* törzsek világszerte súlyos megbetegedéseket, járványokat okoznak. A hordozott virulencia faktoroktól és az okozott kórképtől függően különböző patotípusokba sorolják őket. A patotípusok egy része extraintesztinális, míg másik része enterális megbetegedésekért felelős. Az enterális megbetegedésért felelős törzsek közül az étellel terjedő, ételmérgezést, hemolítikus urémiás szindrómát, és hemorrhagias kolitiszt okozó EHEC patotípussal foglalkoztam behatóbban.

Az EHEC nagy kihívást jelent az élelmiszeriparnak, mivel az ide tartozó törzsek változatos környezeti körülmények között is életképesek és szaporodóképesek maradnak. A baktérium fertőzésben leginkább a friss élelmiszerek érintettek, például a nyers tej, hús, zöldség és gyümölcs, melyek antibakteriális kezelésére nincs lehetőség. A fertőzés gyakori közvetítői továbbá a csomagolt saláták, mirelit zöldségek/gyümölcsök, illetve a készételek, előre csomagolt ételek, és a tejtermékek, melyek az előállítás folyamat során szennyeződhetnek a baktériummal, és amelyek készítésük és fogyasztásuk során nem kapnak hőkezelést.

Az EHEC okozta betegségek kezelésére elektrolit- és ásványianyag pótlást javasolnak, az antibiotikum használata ellenjavalt a patotípus toxintermelési mechanizmusa okán. Ezen felül az antibiotikum rezisztencia kialakulásának kockázata sem elhanyagolható. Jelenleg az antibiotikum rezisztencia világméretű problémája az *E. coli* törzseket nem érinti, viszont a horizontális géntranszfer jelensége miatt számolni kell azzal az eshetőséggel is, hogy ez nem marad így.

Az antibiotikum használat helyett az egyik megoldási lehetőség a bakteriofágokkal történő megelőző biokontroll, ami során az EHEC törzseket fertőző és pusztító bakteriofágokat, mint természetes adalékanyagokat alkalmaznak az élelmiszeriparban.

A szakdolgozatom célja a bakteriofágok élelmiszeriparban történő alkalamazásának vizsgálata, és az eddigi ilyen irányú kísérletek eredményességének értékelése, valamint a 21.századi fogyasztói trendek és a bakteriális eredetű ételmérgezés összefüggésének feltárása volt. Ezen kívül célkitűzésem az étellel terjedő kórokozók és a bakteriofágok ismeretének a közoktatásban, és az egészséges táplálkozásra és életmódra nevelésben való szerepének és jogosultságának bizonyítására, valamint a média és a közösségi oldalak szerepére is kiterjedt.

A célokhoz kapcsolódó kérdéseket több szempontból megközelítve tártam fel.

Az irodalmazás során törekedtem arra, hogy a lehető legszélesebb körben végezzem a kutatómunkát, ne csak egy aspektusát tárjam fel a témának, kellő háttérismeretre tegyek szert az EHEC patotípusról és a bakteriofágok jelentőségéről. A fágok alkalmazási lehetőségeinek kapcsán, a felmerülő előnyöket és hátrányokat is figyelembe véve tártam fel a témát, valamint figyelembe vettem, hogy a fágok biokontroll céllal történő használata milyen reakciót válthat ki a fogyasztói rétegből.

Vizsgálataim második köre a közvéleménykutatást és a laboratóriumi adatok feldolgozását foglalta magába.

Egy közvélemény kutatással kívántam bizonyítani az általam vélt összefüggést a fogyasztói szokások és az EHEC fertőzés bekövetkezése között. Azzal a hipotézissel kezdtem meg a kutatást miszerint a fogyasztói szokások és a bakteriális fertőzések előfordulása pozitív korrelációt mutat. A felmérés során kapott válaszok alapján a természetes, egészséges élelmiszerek iránt növekvő igény, valamint az új étkezési trendek megnövekedett fertőzési gyakorisággal járnak együtt. Önmagában nem az egészségtudatos táplálkozásra való törekvés okozza a problémát, hanem a higiéniás szokások, az étel elkészítési módjának megválasztása, mely sok esetben a divatokra igen, a higiéniás szempontokra viszont kevésbé van tekintettel. A higiéniás szokásoknál kiemelném a friss áruk megfelelő tisztításának, és tárolásának fontosságát. Az étel elkészítésénél a megfelelő konyhai higiéniával, és az ételek megfelelő hőkezelésével előzhetjük meg a fertőzést, erre példa a marhahús teljesen átsütve, vagy főzve történő elfogyasztása. Ami az étrendeket illeti, leginkább a dolgozat vonatkozó fejezetében ismertetett szélsőséges étrendek okozzák a problémát, mint a vegánság vagy a carnivor étrend. A kérdőív eredményeinek alapján a két szélsőség közül inkább a carnivor étrend növeli a fertőzés kialakulásának kockázatát, mivel ott a hőkezelés, mint konyhatechnikai eljárás teljesen hiányzik. A vegánság, esetleg vegetarianizmus esetében a higiéniai szempontból elkövetett gondatlanság okozhat problémát.

Ezek alapján a higiéniás körülmények biztosításával és a megfelelő fogyasztói szokások kialakításával megelőzhető lenne a fertőzés. A fogyasztók a kényelmes és egészséges életmódra való törekvés miatt azonban sok egyéni preferenciáról és szokásról nem vagy csak nehezen mondanának le. Ez indokolja a bakteriofágok megelőző jelleggel történő alkalmazását a baktérium mentesítéshez, mivel ebben az esetben a fogyasztó összes igénye

teljesülne, ugyanakkor az élelmiszerrel elfogyasztott baktériumok sem okozhatnak betegséget.

A laboratóriumi munka aláhúzta a bakteriofágok alkalmazására vonatkozó irányelvek fontosságát, miszerint a bakteriofágok gazdaspektruma mellett figyelembe kell venni, hogy a fágok milyen hatékonyan fertőzik a célbaktériumot.

A laboratóriumi munka során széles és szűk gazdaspektrumú bakteriofágok oldási hatékonyságát vizsgáltuk O157-típusú *E. coli* törzseken. A vizsgálat során felhasznált fágok nem voltak kifejezetten hatékonynak, valamint egyes baktérium törzsek immunisnak bizonyultak. Ennek oka lehetett, hogy az alkalmazni kívánt fágok az O157 antigénnel szemben alacsony affinitást mutattak, vagy nem voltak O157 specifikusak. Ezen felül, bizonyos baktérium törzsek restrikciós endonukleázok révén vált ellenállóvá a fág fertőzések ellen.

A továbbiakban a biológiai módszertani vizsgálatra térnék ki. A módszertani kutatás fő fókusza a diákok egészségre nevelése mellett annak vizsgálata volt, hogy egy tantárgy iránt történő elköteleződés milyen mértékben terjed ki a diákok gondolkodásmódjára, mindennapjaikra, illetve a média és a közösségi oldalak mekkora hatással vannak a diákok látásmódjára. A szakmódszertani kutatás tervezésekor megfogalmazott hipotéziseim a következők: az érdeklődés és a pályaorientáció kihat a diákok gondolkodásmódjára és mindennapi cselekedeteikre, illetve az önálló, felfedező, energiabefektetést igénylő tanulást biztosító módszer a diákok érdeklődésikörétől függetlenül effektív egy új ismereteket feldolgozó órán.

A kutatást három lépcsősre terveztem, amely magába foglalta a bemeneti kérdőívet, az általam tartott tanórát, és egy kimeneti kérdőívet. A tanórát megelőző anonim bemeneti kérdőív által felmértem a diákok téma szempontjából releváns ismereteit, és egy képet kaptam a gondolkodásmódjukról. A bemeneti kérdőívet követte a tanóra, ami interaktív, önálló tanulást biztosító foglalkozásként jellemeznék. Tanórát tartottam az élelmiszerrel terjedő kórokozók és megfékezésük kapcsán egy humán és egy biológia tagozatos csoportban, ami során forrás és diagram elemzéssel tártuk fel a témát. Majd, a módszertani kutatás lezárásaként kitöltettem egy kimeneti kérdőívet, aminek célja a diákok tudásának ellenőrzése mellett a bennük megfogalmazódott tanulságok, és esetleges kérdések feltárása. Az alábbi kérdésekre: Milyen gondolatok merültek fel bennük? Mit gondolnak, látnak másként? Mivolt számukra a tanóra üzenete?

A kérdőíveket és a tanórát úgy terveztem meg, hogy a kutatásom célja a diákok számára rejtve maradjon, így biztosítva hogy a felmérés hiteles adatokkal szolgáljon, valamint a diákság által adott válaszok a valóságnak megfeleljenek.

A kérdőívre érkezett válaszok kiértékelése és a tanórán tapasztaltak alapján hipotéziseimet alátámasztottam. A diákok pályaorinetációja, és az érdeklődésük tárgya kihat a mindennapi cselekedeteikre, ami a tudatosság mértékében nyilvánul meg. A biológia tagozatos csoport összességében tudatosabban hoz döntéseket a táplálkozásról, döntéshozatalkor mérlegelnek, figyelembe veszik a már ismert összefüggéseket, szükség esetén megbízható forrásból utánajárnak a témának. Alapvetően a humán csoport is egészségesen táplálkozik, viszont ők kevésbé tudatosak, sok esetben intuitív döntéseik vannak. Ezen felül, az autonómiát biztosító módszer, az önálló, felfedező tanulást biztosító munkaforma ebben az esetben mindkét csoportnál hatékony volt az új ismeretek elsajátítására. A módszer hatékonyságát nem befolyásolta a diákok előképzettsége.

A kutatás értékelése alapján a tanóra célját elérte, a diákok képessé váltak a kritikus gondolkodásra a témával és a médiával kapcsolatban, sikeresen elsajátították az új ismereteket, értik az összefüggéseket a táplálkozás és az ételmérgezés, az étellel terjedő kórokozók terjedése és a fogyasztói szokások között.

Mindent összevetve a szakdolgozatom témáját több szempontból megközelítve sikeresen tártam fel.

IRODALOMJEGYZÉK

Alanis, A. J. (2005). Resistance to antibiotics: are we in the post-antibiotic era?. *Archives of medical research*, *36*(6), 697-705. https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.06.009

Ameer, M., Salen, P. &. Wasey, A. (2021). Escherichia coli (E. coli O157 H7). Retrieved April 08, 2021, from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29939622/

Borsodi, A. & Márialigeti, K. (2015). Az ember és baktérium közössége. In K. Márialigeti (Ed.) *A prokarióták világáról tanároknak* (pp. 118-120). Eötvös kiadó.

Borsodi, A., Felföldi, T., Jáger, K., Makk, J., Márialigeti, K., Romsics, Cs., Tóth, E., Bánfi, R., Pohner, Zs., & Vajna, B. (2013). Baktériumok több üzemmódban. In K. Márialigeti (Ed.) *Bevezetés a prokarióták világába* (pp. 111-112). Eötvös kiadó.

Boundless (2021). Virulent Bacteriophages and T4. (2021, January 3). In Microbiology (pp. 2138-2140). Boundless. Retrieved April 8, 2021 from https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Book%3A_Microbiology_(Boundless)/9%3A_Viruses/9.7%3A_Viral_Diversity/9.7F%3A_Virulent_Bacteriophages_and_T4

Brüssow, H. (2005). Phage therapy: the Escherichia coli experience. *Microbiology*, *151*(7), 2133-2140. https://doi.org/10.1099/mic.0.27849-0

Brüssow, H., Canchaya, C., & Hardt, W. D. (2004). Phages and the evolution of bacterial pathogens: from genomic rearrangements to lysogenic conversion. *Microbiology and molecular biology reviews*, *68*(3), 560-602. https://doi.org/10.1128/MMBR.68.3.560-602.2004

Brzuszkiewicz, E., Thürmer, A., Schuldes, J., Leimbach, A., Liesegang, H., Meyer, F., & Daniel, R. (2011). Genome sequence analyses of two isolates from the recent Escherichia coli outbreak in Germany reveal the emergence of a new pathotype: Entero-Aggregative-Haemorrhagic Escherichia coli (EAHEC). *Archives of Microbiology*, 193(12), 883-891. https://doi.org/10.1007/s00203-011-0725-6

Callaway, T. R., Edrington, T. S., Brabban, A. D., Anderson, R. C., Rossman, M. L., Engler, M. J., & Nisbet, D. J. (2008). Bacteriophage isolated from feedlot cattle can reduce Escherichia coli O157: H7 populations in ruminant gastrointestinal tracts. *Foodborne Pathogens and Disease*, *5*(2), 183-191. https://doi.org/10.1089/fpd.2007.0057

Chan, B. K., Abedon, S. T., & Loc-Carrillo, C. (2013). Phage cocktails and the future of phage therapy. *Future microbiology*, *8*(6), 769-783. https://doi.org/10.2217/fmb.13.47.

Clokie, M. R., Millard, A. D., Letarov, A. V., & Heaphy, S. (2011). Phages in nature. *Bacteriophage*, *1*(1), 31-45. https://doi.org/10.4161/bact.1.1.14942.

Croxen, M. A., Law, R. J., Scholz, R., Keeney, K. M., Wlodarska, M., & Finlay, B. B. (2013). Recent advances in understanding enteric pathogenic *Escherichia coli*. *Clinical microbiology reviews*, *26*(4), 822-880. https://doi.org/10.1128/CMR.00022-13.

Davies, E. V., Winstanley, C., Fothergill, J. L., & James, C. E. (2016). The role of temperate bacteriophages in bacterial infection. *FEMS microbiology letters*, *363*(5). https://doi.org/10.1093/femsle/fnw015.

Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. Cs. (2006). Élelmiszerek mikrobiális ökológiája. In T. Deák (Ed.) *Élelmiszer-mikrobiológia (*pp. 1-37). Mezőgazda Kiadó.

Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. Cs. (2006). Élelmiszerrel terjedő kórokozók. In T. Deák (Ed.) *Élelmiszer-mikrobiológia (*pp. 95-106). Mezőgazda Kiadó.

Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. Cs. (2006). Tartósítási módszerek mikrobiológiája. In T. Deák (Ed.) *Élelmiszer-mikrobiológia (*pp. 121-162). Mezőgazda Kiadó.

Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. Cs. (2006). Élelmiszer-ipari erjesztések, fermentált élelmiszerek. In T. Deák (Ed.) *Élelmiszer-mikrobiológia (*pp. 162-175). Mezőgazda Kiadó.

Deák, T., Kiskó, G., Maráz, A., & Mohácsiné, F. Cs. (2006). Az élelmiszer-feldolgozás mikrobiológiája. In T. Deák (Ed.) *Élelmiszer-mikrobiológia (*pp. 211-232). Mezőgazda Kiadó.

Ekici, G., & Dümen, E. (2019). Escherichia coli and food safety. In M. Starčič Erjavec (Ed.) The Universe of Escherichia coli (pp. 85-100). IntechOpen. Retrieved April 08, 2021 from https://www.intechopen.com/books/the-universe-of-escherichia-coli/-em-escherichia-coli-em-and-food-safety
https://doi.org/10.5772/intechopen.82375

Fratamico, P. M., DebRoy, C., Liu, Y., Needleman, D. S., Baranzoni, G. M., & Feng, P. (2016). Advances in molecular serotyping and subtyping of Escherichia coli. *Frontiers in microbiology*, *7*, 644. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00644

Gál, B. (2012). A táplálkozás és légzés. In M. Nagymihály (Ed.) Biológia 11: A sejt és az ember biológiája (pp. 212-227). Szeged: Mozaik kiadó.

Garcia, P., Martinez, B., Obeso, J. M., & Rodriguez, A. (2008). Bacteriophages and their application in food safety. *Letters in applied microbiology*, *47*(6), 479-485. https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02458.x

García-Anaya, M. C., Sepulveda, D. R., Sáenz-Mendoza, A. I., Rios-Velasco, C., Zamudio-Flores, P. B., & Acosta-Muñiz, C. H. (2020). Phages as biocontrol agents in dairy products. *Trends in Food Science & Technology*, *95*, 10-20. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.10.006

Gibson, S. B., Green, S. I., Liu, C. G., Salazar, K. C., Clark, J. R., Terwilliger, A. L., & Ramig, R. F. (2019). Constructing and characterizing bacteriophage libraries for phage therapy of human infections. *Frontiers in microbiology*, *10*, 2537. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02537

Hagens, S., & Loessner, M. J. (2010). Bacteriophage for biocontrol of foodborne pathogens: calculations and considerations. *Current pharmaceutical biotechnology*, *11*(1), 58-68. https://doi.org/10.2174/138920110790725429

Kollár, N. K. (Ed.), & Szabó, É. (Ed.) (2004). Az identitás alakulása: Mi dől el serdülőkorban? In Pszichológia pedagógusoknak (pp. 98-106). Budapest: Osiris kiadó.

Konowalchuk, J., Speirs, J. I., & Stavric, S. (1977). Vero response to a cytotoxin of Escherichia coli. *Infection and immunity*, *18*(3), 775-779. https://doi.org/10.1128/IAI.18.3.775-779.1977

Kutter, E. (2009). Phage host range and efficiency of plating. Methods in Molecular Biology, 141-149. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-164-6_14

Kutter, E., Rohde, C., & Wittmann, J. (2018). Bacteriophages: a therapy concept against multi-drug–resistant bacteria. *Surgical infections*, *19*(8), 737-744. https://doi.org/10.1089/sur.2018.184

Lang, L. H. (2006). FDA Approves Use of Bacteriophages to be Added to Meat and Poultry Products. *Gastroenterology*, *5*(131), 1370. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2006.10.012

Lim, J. Y., Yoon, J. W., & Hovde, C. J. (2010). A brief overview of Escherichia coli O157: H7 and its plasmid O157. *Journal of microbiology and biotechnology*, *20*(1), 5-14. https://doi.org/10.4014/jmb.0908.08007

Liu, H., Niu, Y. D., Meng, R., Wang, J., Li, J., Johnson, R. P., & Stanford, K. (2015). Control of Escherichia coli O157 on beef at 37, 22 and 4 C by T5-, T1-, T4-and O1-like bacteriophages. *Food microbiology*, *51*, 69-73. https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.05.001

Liu, Z., Deng, Y., Ji, M., Sun, W., & Fan, X. (2020). Prophages domesticated by bacteria promote the adaptability of bacterial cells. *Biocell*, *44*(2), 157-166. https://doi.org/10.32604/biocell.2020.09917

Loc-Carrillo, C., & Abedon, S. T. (2011). Pros and cons of phage therapy. *Bacteriophage*, *1*(2), 111-114. https://doi.org/10.4161/bact.1.2.14590

Lu, Z., & Breidt, F. (2015). *Escherichia coli* O157: H7 bacteriophage Φ241 isolated from an industrial cucumber fermentation at high acidity and salinity. *Frontiers in microbiology*, *6*, 67. https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00067

Mag, T. (2009). *Humán megbetegedéseket okozó Escherichia coli törzsek patogenetikai jellemzése (pp*. 7-33). Országos Doktori Tanács. Retrieved April 8, 2021, from http://old.semmelweis.hu/wp-content/phd/phd_live/vedes/export/magtunde.d.pdf

Malota, E., Gyulavári, T., &; Bogáromi, E. (2018). Élelmiszer Vásárlási és Fogyasztási Preferenciák, étkezési Szokások a Magyar Lakosság Körében. In E. Seres Huszárik (Ed.) *A hatékony marketing – EMOK 2018 Nemzetközi Tudományos Konferencia konferenciakötete (pp 711-719)*. Retrieved April 8, 2021 from http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3695/1/Malota%20Erzsebet%20Gyulavari%20Tamas%20Bogaromi%20Eszter_Mutimiteszel.%20Elelmiszer%20vasarlasi%20es%20fogyasztasi%20preferenciak%20etkezesi%20szokasok%20a%20magyar%20lakossag%20koreben.pdf

Mándics, D. & Molnár, K. (2018). Az ember létfenntartó működései. In I. Kincses (Ed.) *Biológia-egészségtan 11. tankönyv* (pp. 69-72). Budapest: EKE OFI.

Mándics, D. & Molnár, K. (2018). Mikrovilág In I. Kincses (Ed.) *Biológia-egészségtan 10. tankönyv* (pp. 32-36). Budapest: EKE OFI.

Margitay, T. (2014). Adatok, induktív általánosítás, statisztikák. In T. Margitay (Ed.) *Az érvelés mestersége* (pp. 323-354). Typotex kiadó.

Monk, A. B., Rees, C. D., Barrow, P., Hagens, S., & Harper, D. R. (2010). Bacteriophage applications: where are we now? *Letters in applied microbiology*, *51*(4), 363-369. https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2010.02916.x

Moye, Z. D., Woolston, J., & Sulakvelidze, A. (2018). Bacteriophage applications for food production and processing. *Viruses*, *10*(4), 205. https://doi.org/10.3390/v10040205

Nagy, B., & Fekete, P. Z. (2005). Enterotoxigenic Escherichia coli in veterinary medicine. International Journal of Medical Microbiology, 295(6-7), 443-454. https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2005.07.003

Nataro, J. P., & Kaper, J. B. (1998). Diarrheagenic Escherichia coli. *Clinical Microbiology Reviews microbiology*, 11(1):142**.** https://doi.org/10.1128/CMR.11.1.142

O'Flynn, G., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Coffey, A. (2004). Evaluation of a cocktail of three bacteriophages for biocontrol of Escherichia coli O157: H7. *Applied and Environmental Microbiology*, *70*(6), 3417-3424. https://doi.org/10.1128/AEM.70.6.3417–3424.2004

Pál, T. (2013). Általános orvosi mikrobiológia. In T. Pál (Ed.) *Orvosi mikrobiológia (pp. 49-51)*. Medicina Könyvkiadó Zrt.

Polaska, M., & Sokolowska, B. (2019). Bacteriophages—a new hope or a huge problem in the food industry. *AIMS microbiology*, *5*(4), 324-346. https://doi.org/10.3934/microbiol.2019.4.324.

Rangel, J. M., Sparling, P. H., Crowe, C., Griffin, P. M., & Swerdlow, D. L. (2005). Epidemiology of Escherichia coli O157: H7 outbreaks, united states, 1982–2002. *Emerging infectious diseases*, *11*(4), 603-9. https://doi.org/10.3201/eid1104.040739

Raya, R. R., Varey, P., Oot, R. A., Dyen, M. R., Callaway, T. R., Edrington, T. S., & Brabban, A. D. (2006). Isolation and characterization of a new T-even bacteriophage, CEV1, and determination of its potential to reduce Escherichia coli O157: H7 levels in sheep. *Applied and Environmental Microbiology*, *72*(9), 6405-6410. https://doi.org/10.1128/AEM.03011-05

Réczey, J., Sipos, B., & Sveiczer, Á. (2008). *Részletes Mikrobiológia.* In Á. Sveiczer (Ed). Mikrobiológia (pp. 1-5). Műegyetem kiadó. Retrieved April 8, 2021 from http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/mikrobio/biomernok/elojegyzet2.pdf

Riley, L. W., Remis, R. S., Helgerson, S. D., McGee, H. B., Wells, J. G., Davis, B. R., & Cohen, M. L. (1983). Hemorrhagic colitis associated with a rare Escherichia coli serotype. *New England Journal of Medicine*, *308*(12), 681-685. https://doi.org/10.1056/nejm198303243081203

Sándor, E., & Peles, F. Á. (2015). *Élelmiszer minőség és biztonság mikrobiológiai vonatkozásai* (pp. 5-61, pp. 104-111). Debreceni Egyetem.

Seaman, M. N., & Peden, A. A. (2010). Ricin toxin hits a retrograde roadblock. *Cell*, *141*(2), 222-224. https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.03.044

Sikka, T. (2019). The Foodways of the Intellectual Dark Web: To "Meat" or not to "Meat". Social Politics: International Studies in Gender, State & Society. https://doi.org/10.1093/sp/jxz014

Slots, J., & Rams, T. E. (1990). Antibiotics in periodontal therapy: advantages and disadvantages. *Journal of clinical periodontology*, *17*, 479-493. https://doi.org/10.1111/j.1365-2710.1992.tb01220.x

Stier, I. (2013). *SssI DNS metiltranszferáz által katalizált citozin dezamináció.* (pp. 4-6). Biológiai Doktori Iskola. Retrieved April 20, 2021 from http://doktori.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/1999/1/Stier%20I%20ertekezes.pdf

Sváb, D., Falgenhauer, L., Rohde, M., Chakraborty, T., & Tóth, I. (2018). Identification and characterization of new broad host-range rV5-like coliphages C203 and P206 directed against enterobacteria. *Infection, Genetics and Evolution*, *64*, 254-261. https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.07.004

Szabó, M. (Ed.). (2014.). *Magyarország élelmiszerbiztonsági helyzete az ezredfordulón*. (pp. 12-16, pp. 61-81). Retrieved April 8, 2021 from https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21384/EB_helyzetertekeles_2000_teljes.pdf/0ecd2f1d-a02d-4f7b-8d90-41802c7b6c54

Tuboly, S., Varga, J., Rusvai, M., Medveczky, I. (1999). Állatorvosi mikrobiológia, bakteriológia, virológia, immunológia. In S. Turboly (Ed). *Állatorvosi Járványtan I.* (pp.101-105, pp. 335-338). Mezőgazda kiadó.

Vikram, A., Woolston, J., & Sulakvelidze, A. (2020). Phage Biocontrol Applications in Food Production and Processing. *Bacterial Viruses: Exploitation for Biocontrol and Therapeutics*, 283-334. https://doi.org/10.21775/cimb.040.267

Żaczek, M., Weber-Dąbrowska, B., & Górski, A. (2015). Phages in the global fruit and vegetable industry. *Journal of applied microbiology*, *118*(3), 537-556. https://doi.org/10.1111/jam.12700

Zaleski, P., Wojciechowski, M., & Piekarowicz, A. (2005). The role of Dam methylation in phase variation of Haemophilus influenzae genes involved in defence against phage infection. *Microbiology*, *151*(10), 3361-3369. https://doi.org/10.1099/mic.0.28184-0

Az Európai Betegségmegelőzési és Járványvédelmi Központ (ECDC) és az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (efsa) Lakossági Tájékoztatója a német hasmenéses járvánnyal kapcsolatban. (2011, June 04). Retrieved April 8, 2021 from https://www.antsz.hu/akadalymentes/felso_menu/rolunk/sajto/archivum/ecdc_efsa_tajekoztato_nemet_hasmeneses_jarvanyrol.html

Különbség a generalizált és a speciális transzdukció között. (2017). Retrieved April 8, 2021 from https://hu.weblogographic.com/difference-between-generalized-and-specialized-transduction-4873#google_vignette

Escherichia coli O157 Infection and Hemolytic Uremic Syndrome (HUS). (2018). Minnesota Department of Health. Retrieved April 8, 2021 from https://www.health.state.mn.us/diseases/reportable/dcn/sum18/ecoli.html

Nemzeti alaptanterv (2012) Retrieved April 8, 2021 from https://kerettanterv.oh.gov.hu/03_melleklet_9-12/index_4_gimn.html

ÁBRAJEGYZÉK

1. ÁBRA. BAKTÉRIUM OKOZTA FERTŐZÉSI CIKLUS MENETE 9
2. ÁBRA. MOBILIS GENETIKAI ELEMEK MOZGÁSA AZ EAEC, EHEC ÉS EAHEC PATOTÍPUSOK KÖZÖTT 10
3. ÁBRA. AZ AB TOXIN CÉLSEJTBE KERÜLÉSE 12
4. ÁBRA. BAKTERIOFÁGOK LÍTIKUS ÉS LIZOGÉN ÉLETCIKLUSA 21
5. ÁBRA. T4 BAKTERIOFÁG FELÉPÍTÉSE. 22
6. ÁBRA. BAKTÉRIUM FERTŐZÉSE. 23
7. ÁBRA. EGÉSZSÉGTUDATOS TÁPLÁLKOZÁS MÉRTÉKE A VÁLASZADÓK KÖRÉBEN 39
8. ÁBRA. AZ ÉLELMISZER ELŐÁLLÍTÁSAKOR ALKALMAZOTT ELJÁRÁSOK FIGYELEMBEVÉTELE AZ ÉLELMISZERVÁLASZTÁS SORÁN. 40
9. ÁBRA. FOGYASZTÓK PREFERENCIÁJA A MARHAHÚS FOGYASZTÁSSAL KAPCSOLATBAN 41
10. ÁBRA. A VÁLASZADÓK VÉLEMÉNYE A NYERS HÚS FOGYASZTÁSÁVAL KAPCSOLATBAN 42
11. ÁBRA. EGÉSZSÉGTUDATOS TÁPLÁLKOZÁSRA VONATKOZÓ ELOSZLÁS A 11.B. OSZTÁLYBAN 59
12. ÁBRA. EGÉSZSÉGTUDATOS TÁPLÁLKOZÁSRA VONATKOZÓ ELOSZLÁS A 11.C. CSOPORTBAN 60
13. ÁBRA. A SZENDVICSFOGYASZTÁS GYAKORISÁGA A 11.B. OSZTÁLYBAN 62
14. ÁBRA. A TAGOZATOS CSOPORT SZENDVICSFOGYASZTÁSÁNAK GYAKORISÁGA 62

MELLÉKLETEK

1.számú melléklet. A humán-általános tagozat tanórájához készült részletes óraterv.

Időkeret	Az óra menete	Módszer	Tanulói munkaforma	Eszköz	Megjegyzés
1 perc	Jelentés, adminisztráció		Köszönés kamera bekapcsolással		Az órán az ételtel terjedő kórokozókról és megfékezésükről lesz szó.
5-7 perc	Bevezető kérdések	Kérdve kifejtés	A feltett kérdésre megpróbálni válaszolni. Jegyzetelés		Mi számít egészségtudatos magatartásnak? Mit jelent egészségesen étkezni? Mire kell figyelni élelmiszervásárláskor? Hogyan előzhetjük meg az ételmérgezést? Milyen oka lehet az ételmérgezésnek? **Kulcsfogalmak: élelmiszerminőség, higiénia, egészséges életmód**
10 perc	Forráselemzés: ételmérgezést okozó kórokozók, kritikus élelmiszerek	Frontális beszélgetés Tanári magyarázat (ha szükséges)	Forráselemzés Diagram elemzés	Feladatlap: Forrás diagram kérdések	Milyen ételtel terjedő kórokozók vannak? Mekkora méretű problémáról van szó? Mely országok érintettek leginkább? Mik az *E. coli* fertőzés tünetei? Az *E. coli* kizárólag kórokozó lehet? Hol találkozhatunk *E. coli* baktériummal? Milyen élelmiszerekkel terjednek a betegséget okozó típusai? Az olvasottak alapján, ismertek-e olyan új étkezési trendet, ami kedvezhet a baktériumok terjedésének (élelmiszerekben)? Milyen veszélyei lehetnek az új étkezési irányzatoknak az ételmérgezésen kívül? **Kulcsfogalmak: fertőzés, járvány**
10 perc	Tudatos fogyasztás: Az egészségtudatos táplálkozás fontossága	Frontális beszélgetés Rávezetés	Gondolattérkép készítése Közös gondolkodás	Linoit: Gondolattérkép	Mit tehetünk a fertőzés megelőzéséért? (az eddigiek alapján) Mit tehetünk fogyasztóként?
5 perc	Bevezetés: Bakteriális ételmérgezések kezelése Ismétlés: Vírus okozta és bakteriális eredetű betegségek kezelése	Kérdve kifejtés Tanári kérdés	Válasz a kérdésekre, jegyzetelés	-	Mit lehet tenni baktérium okozta megbetegedés során? **Kulcsfogalmak: antibiotikum, antibiotikum rezisztencia, vírus**
8 perc	Bakteriális ételmérgezések kezelése (antibiotikum vagy bakteriofág)	Tanári kérdések Frontális beszélgetés	A kapott forrás értelmezése, válasz a kérdésekre Gondolkodás	Feladatlap: Forrás Kérdések	A szöveg alapján: Miért nem hatnak az antibiotikumok Milyen új baktérium ellenes kezelés lehetséges? Milyen organizmusok a bakteriofágok? Szerintük: Milyen aggályok merülhetnek fel a fogyasztókban ezzel kapcsolatban? **Kulcsfogalmak: bakteriofág**
4 perc	A tanultak összefoglalása	Tanári kérdés	Gondolkodás kérdés kifejtése	-	Milyen tanulságot tudtok megfogalmazni? A mai tanórából mit mondanátok/tanácsolnátok a szüleiteknek, vagy a kistestvéreteknek?

2.számú melléklet. A biológia tagozat tanórájához készült részletes óraterv

Időkeret	Az óra menete	Módszer	Tanulói munkaforma	Eszköz	Megjegyzés
1 perc	Jelentés, adminisztráció		Köszönés kamera bekapcsolással		Az órán az étellel terjedő kórokozókról és megfékezésükről lesz szó.
5-7 perc	Bevezető kérdések	Kérdve kifejtés	A feltett kérdésre megpróbálni válaszolni. Jegyzetelés		Mi számít egészségtudatos magatartásnak? Mit jelent egészségesen étkezni? Mire kell figyelni élelmiszervásárláskor? Hogyan előzhetjük meg az ételmérgezést? Milyen oka lehet az ételmérgezésnek? **Kulcsfogalmak: élelmiszerminőség, higiénia, egészséges életmód**
10 perc	Forráselemzés: ételmérgezést okozó kórokozók, kritikus élelmiszerek	Frontális beszélgetés Tanári magyarázat (ha szükséges)	Forráselemzés Diagram elemzés	Feladatlap: forrás diagram kérdések	Mekkora méretű problémáról van szó? Milyen étellel terjedő kórokozók vannak? Mik az *E. coli* fertőzés tünetei? Az *E. coli* kizárólag kórokozó lehet? Hol találkozhatunk *E. coli* baktériummal? Milyen élelmiszerekkel terjednek a betegséget okozó típusai? Az olvasottak alapján, ismertek-e olyan új étkezési trendet, ami kedvezhet a baktériumok terjedésének (élelmiszerekben)? Milyen veszélyei lehetnek az új étkezési irányzatoknak az ételmérgezésen kívül? **Kulcsfogalmak: fertőzés, járvány, bakteriospóra**
10 perc	Tudatos fogyasztás: Az egészségtudatos táplálkozás fontossága	Frontális beszélgetés Rávezetés	Gondolattérkép készítése Közös gondolkodás	Linoit: Gondolattérkép	Mit tehetünk a fertőzés megelőzéséért? (az eddigiek alapján) Mit tehetünk fogyasztóként?
5 perc	Bevezetés: Bakteriális ételmérgezések kezelése Ismétlés: Vírus okozta és bakteriális eredetű betegségek kezelése	Kérdve kifejtés Tanári kérdés	Válasz a kérdésekre, jegyzetelés	-	Mit lehet tenni baktérium okozta megbetegedés során? **Kulcsfogalmak: antibiotikum, antibiotikum rezisztencia, vírus**
8 perc	Bakteriális ételmérgezések kezelése (antibiotikum vagy bakteriofág)	Tanári kérdések Frontális beszélgetés	A kapott forrás értelmezése, válasz a kérdésekre Gondolkodás	Feladatlap: Forrás Kérdések	Miért nem hatnak az antibiotikumok Milyen új baktérium ellenes kezelés lehetséges? Milyen organizmusok a bakteriofágok? Szerintük: Milyen aggályok merülhetnek fel a fogyasztókban ezzel kapcsolatban? **Kulcsfogalmak: bakteriofág**
4 perc	A tanultak összefoglalása	Tanári kérdés	Gondolkodás a kérdés kifejtése	-	Milyen tanulságot tudtok megfogalmazni? A mai tanórából mit mondanátok/tanácsolnátok a szüleiteknek, vagy a kistestvéreteknek?

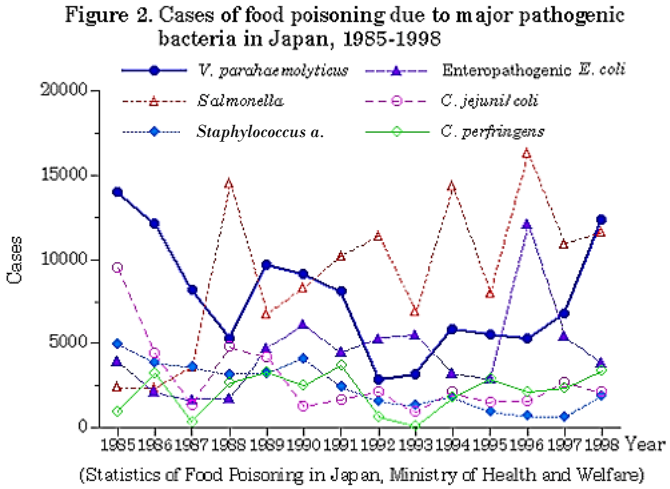
3.számú melléklet. A tanórán használt feladatlap a forrásokkal és a hozzájuk kapcsolódó kérdésekkel.

Forráselemzés

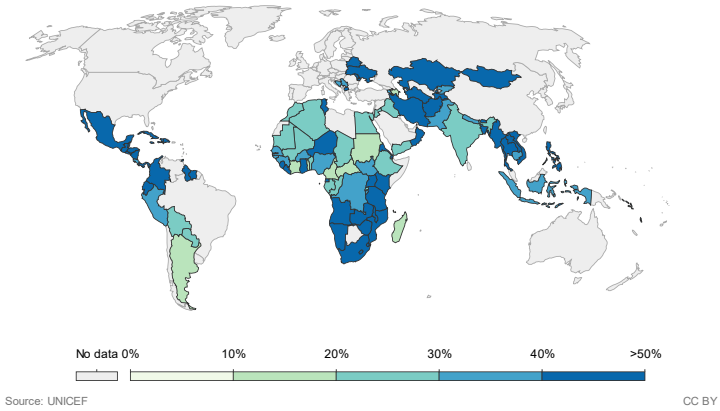
Olvasd el az alábbi szöveg részeket, és tanulmányozd a hozzájuk tartozó ábrákat, majd válaszolj a kérdésekre!

1.

Az élelmiszerek romlásáért a különböző kórokozók tehetők felelőssé. Az alábbi diagram a leggyakoribb élelmiszerrel terjedő kórokozókat ábrázolja a hozzájuk tartozó esetszám függvényében. Az alatta lévő térkép pedig globálisan nézve mutatja meg, hogy az egyes országokban milyen gyakorisággal fordul elő ételmérgezés. (Forrás: szerző)



1.ábra. Ételtel terjedő kórokozók. (forrás: Ministry of Health and Welfare)



2.ábra. Ételmérgezés gyakorisága világszerte. (Forrás: UNICEF)

Válaszolj az alábbi kérdésekre!

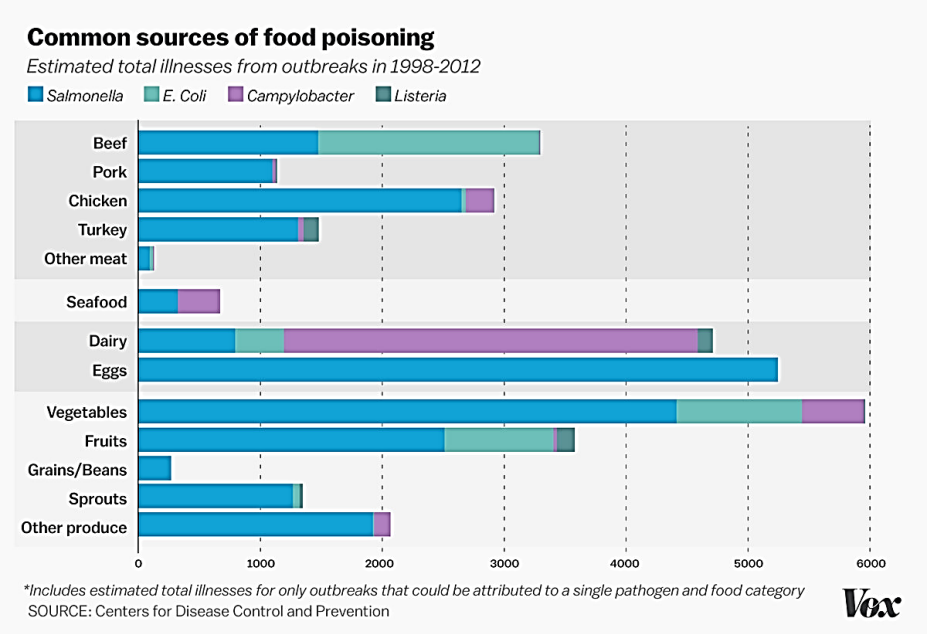
a, Milyen ételtel terjedő kórokozók vannak? Nevezz meg hármat!

b, Mekkora méretű problémáról van szó? Mely országok érintettek leginkább? Mit gondolsz miért?

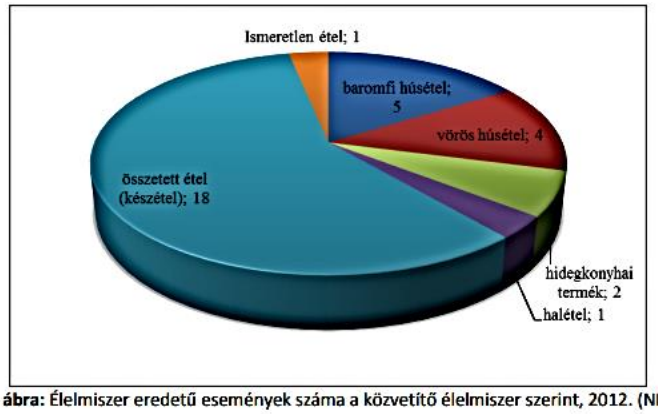
2.
Az Escherichia coli, vagy röviden E. coli megtalálható a melegvérű állatok, és az ember tápcsatornájában; a tápcsatorna normál bélmikrobiótájának része, fontos szimbionta organizmus. Fontos szerepe van a B-vitaminok és K vitamin szintézisben, ami a gazdaszervezetnek nélkülözhetetlen.

Számtalan kedvező, és hasznos tulajdonsággal rendelkezik, a legtöbb törzs valóban ártalmatlan, de vannak olyanok is, amik különböző megbetegedéseket, például ételmérgezést okozhatnak. Az ilyen jellegű ételmérgezések vezető tünetei közé tartoznak a hasmenés, gyomorfájdalom, láz, szélsőséges esetben véres hasmenés, vagy agyhártyagyulladás. Ezeken kívül a betegségnek számtalan szövődménye lehet, például tüdőödéma, vesekárosodás, hepatitis.

A legnagyobb természetes forrás a farmokon található haszonállatok, például sertés, szarvasmarha, kecske és néhány baromfi. Ezek közül a szarvasmarha a leggyakoribb hordozó. A jószágoktól az emberig több úton juthat el a kórokozó. Megtörténhet az állat elfogyasztásával, vagy ember-állat kontaktus útján. Illetve szennyezett víz által. De az ember-ember kontakt is elegendő a baktérium terjedéséhez, továbbadásához. Ezen kívül a szarvasmarha ürülékkel történő trágyázás során a zöldségekre és a gyümölcsökre, valamint a tejüzemekben tartott állatok tőgyéről a nyers tejbe, és akár a tejtermékekbe is átkerülhet a kórokozó. (Forrás: Szerző)



3.ábra. Ételmérgezést okozó élelmiszerek. (Forrás: CDC)



6.4. ábra: Élelmiszer eredetű események száma a közvetítő élelmiszer szerint, 2012. (NÉBIH)

4.ábra. Ételmérgezést okozó élelmiszerek 2. (Forrás: Élelmiszerbiztonság)

A rizikós élelmiszercsoportok közé tartozó ételek fogyasztása még nem jelenti azt, hogy kialakul a fertőzés. A problémát az jelenti, hogy ezeket az élelmiszereket nem megfelelően tisztítva, elkészítve, a higiéniás szabályokat figyelmen kívül

hagyva fogyasztják el. Erre például szolgál a rosszul átsütött hús, nem megmosott nyers zöldség és gyümölcs. (Forrás: Szerző)

Válaszolj az alábbi kérdésekre!

a, Mik az *E. coli* fertőzés tünetei?

b, Az *E. coli* kizárólag kórokozó lehet?

c, Hol találkozhatunk *E. coli* baktériummal?

d, Milyen élelmiszerekkel terjednek a betegséget okozó típusai?

e, Az olvasottak alapján, ismertek-e olyan új étkezési trendet, ami kedvezhet a baktériumok terjedésének (élelmiszerekben)?

f, Milyen veszélyei lehetnek az új étkezési irányzatoknak az ételmérgezésen kívül?

3,

Jogosan felmerülhet a kérdés, hogy mi a teendő fertőzés esetén. Nos, elsődleges a hidratáltság fenntartása és a folyadék- és elektrolit pótlás. Sajnálatos módon az antibiotikumos kezelés nem minden esetben célravezető, mivel fokozza a szövődmények kialakulásának kockázatát, illetve fennáll az antibiotikum rezisztencia jelensége, mint probléma; sok baktériumnál kialakult az antibiotikummal szembeni ellenállás képessége. Ezen kívül, az antibiotikum a hasznos baktériumokat is károsítja.

A megoldás a bakteriofágok élelmiszeriparban történő alkalmazásában rejlik, ugyanis ezáltal megelőzhető a fertőzés kialakulása. Ezen kívül ellenük még nem alakult ki olyan mértékű rezisztencia, ami az antibiotikumokról már nem mondható el.

A bakteriofágok, vagy fágok a világon a legszélesebb körben elterjedt, baktériumok fertőzésére specializálódott organizmusok. Olyan vírusok, amik kizárólag prokarióta sejteket fertőznek meg. A különböző fág fajok különböző baktériumfajokra specializálódtak, és úgy fertőzik meg a baktériumokat, hogy eközben nem ártanak az állati, illetve növényi sejteknek. (Forrás: Szerző)

Válaszold meg az alábbi kérdéseket!

a, Miért nem hatnak az antibiotikumok? Milyen káros hatásai vannak az antibiotikumoknak?

b, Milyen új, baktérium ellenes kezelés lehetséges?

c, Milyen organizmusok a bakteriofágok?

d, Az olvasottak alapján: Milyen aggályok merülhetnek fel a fogyasztókban ezzel kapcsolatban?

4. számú melléklet. A tanórán készült gondolattérképek a linoit alkalmazás használatával.

11.B.

link: http://linoit.com/users/decsilla97/canvases/11B-mindmap%20

11. C

link: http://linoit.com/users/decsilla97/canvases/11C%20mindmap

5.számú melléklet. Bemeneti és kimeneti kérdőív kérdései.

Bemeneti kérdőív:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdCtTvL4M3uIQ2QPidNRA0EJqpNZzBA8KUmPWtgBXyUxbkf9g/viewform?usp=sf_link

2021. 03. 17. Táplálkozás és egészség

Táplálkozás és egészség

Az űrlap a táplálkozás és egészség témakörében tartalmaz kérdéseket az étkezési szokásaitokról, illetve felméri miket hallottatok eddig a témával kapcsolatban.

Kérlek alaposan olvasd el a kérdéseket és a válaszlehetőségeket, és a lehető legőszintébben válaszolj! Nincs rossz válasz :)

*Kötelező

1. Válaszd ki az életkorodnak megfelelő csoportot! *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- 18 év alatti
- 18 év
- 18 év feletti

2. Válaszd ki a nemednek megfelelő csoportot! *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- Férfi
- Nő

3. Jelöld be egy 1-5-ig terjedő skálán, hogy mennyire figyelsz az egészséges étkezésre, táplálkozásra! *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
egyáltalán nem						maximálisan, teljes mértékben

4. Milyen gyakran fogyasztasz bolti, vagy büfében kapható szendvicset? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- naponta
- hetente többször
- hetente 1-2 alkalommal
- ritkán
- soha

5. Milyen gyakran fogyasztasz ready-to-eat/azonnal fogyasztható ételeket (amiket csak melegíteni kell, pl food box)? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- naponta
- hetente többször
- hetente 1-2 alkalommal
- ritkán
- soha

6. Milyen gyakran fogyasztasz kész salátákat? (pl kukoricasaláta, tonhal saláta, majonézes saláták, saláta hússal/tojással) *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- naponta
- hetente többször
- hetente 1-2 alkalommal
- ritkán
- soha

7. Szerinted egészséges szokás a nyers tojás fogyasztása? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem
- talán

8. Megennéd e a marhát, félig átsütve, vagy véresen? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem

9. Milyen gyakran fogyasztasz nyers zöldséget, vagy gyümölcsöt? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- naponta
- hetente többször
- hetente 1-2 alkalommal
- ritkán
- soha

10. Szívesen fogyasztasz mirelit gyümölcsöt vagy zöldséget? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem

11. Milyen konyhai folyamatnak veted alá a nyers zöldséget fogyasztás előtt? *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- mosom
- szükség esetén puccolom
- mosom és szükség esetén puccolom
- csak áttörlöm egy száraz ronggyal
- nem eszem nyers zöldséget

12. Milyen konyhai folyamatnak veted alá a nyers gyümölcsöt fogyasztás előtt? *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- mosom
- szükség esetén puccolom
- mosom és szükség esetén puccolom
- csak áttörlöm
- nem eszem nyers gyümölcsöt

13. Szerinted az előre csomagolt salátákat (nem mirelit) szükséges fogyasztás előtt átmosni? *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- igen
- nem

14. Milyen formában fogyasztasz mirelit zöldséget? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- sehogy
- főzve vagy sütve
- nyersen, átöblítés után
- egyenesen a zacskóból

15. Milyen formában fogyasztasz mirelit gyümölcsöt? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- sehogy
- főzve, vagy sütve
- egyenesen a zacskóból
- nyersen, átöblítés után

16. Szerinted a sushi, és a halkonzerv egészséges ételnek számít? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem

17. Szívesen fogyasztasz sushit, vagy halat? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem

18. Hogyan jellemeznéd étkezési szokásaidat? Miket szoktál enni? *

19. Szívesen eszel idegen helyeken(étteremben, kajáldában) ? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem

20. Milyen "étel okozta" betegséget ismersz? A betegség okát is írd le (mi az ami okozza a bajt)! *

21. Milyen étellel terjedő kórokozókat ismersz? *

22. Szerinted van e olyan étel ami ételmérgezés, romlás szempontjából rizikós? Nevezz meg ilyen ételeket és ird le miért tartod rizikósnak! *

23. Milyen szélsőséges étrendeket ismersz? Ezek milyen ételek fogyasztásával járnak? *

24. Tudod-e mik az ételmérgezés tünetei? Ha igen, kérlek ird le! *

25. Mit lehet tenni az ételmérgezés megelőzéséért? *

26. Hallottál már a baktériumok antibiotikum rezisztenciájáról? (Ha igen, írd le mit hallottál!) *

27. Használsz közösségi oldalakat? *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- igen
- nem

28. Szívesen tájékozódsz az interneten, közösségi oldalakon? *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- igen
- nem

29. Mit gondolsz, mennyire tudod megkülönböztetni az igaz és a hamis híreket? *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
Teljes mértékben	◯	◯	◯	◯	◯	Egyáltalán nem

30. Előfordult olyan, hogy utánna néztél egy információnak, hírnek, hogy bővebb ismeretre tegyél szert/ mert nem voltál biztos a forrásban? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem

31. Mit gondolsz az influencerekről? (Mennyire befolyásolnak Téged?Te esetleg követsz e valakit, ha igen miért?) *

Ezt a tartalmat nem a Google hozta létre, és nem is hagyta azt jóvá.

Google Űrlapok

Kimeneti kérdőív:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeql_IH343pOIAyGZooDa3EvTfb1dXG-2v5j_aG74vjrS8YIA/viewform?usp=sf_link

2021. 03. 17. Táplálkozás és egészség kimeneti 11B

Táplálkozás és egészség kimeneti 11B

Szia sztok!
Kérlek töltsétek ki az alábbi kérdőívet!
A válaszokat légyszíves ne egy mondatban írjátok le, amennyire tudjátok fejtsétek ki :)

*Kötelező

1. Mik a legkritikusabb élelmiszerek E. coli fertőzés szempontjából? *

2. Milyen fogyasztói szokások vezethetnek ételmérgezéshez? *

3. Hogy vásároljunk okosan? Mit jelent az egészségtudatos vásárlás? *

4. Milyen új baktériumellenes kezelésről/dologról hallottál? Miért jó? *

5. Milyen hátrányai vannak az antibiotikum használatnak? *

6. Mit vittél haza/ mit tanultál? Neked milyen tanulsággal szolgált az óra? *

7. A foglalkozás után a témára gondolva van-e olyan dolog, amit máshogy csinálnál? Válaszodat minden esetben indokold! *

8. Számodra mi volt a leglényegesebb információ? Mi az, ami a "jó, hogy hallottam róla" kategóriába tartozik? *

9. Mit gondolsz, hogy kapcsolódik a média a táplálkozáshoz? *

Ezt a tartalmat nem a Google hozta létre, és nem is hagyta azt jóvá.

Google Űrlapok

6.számú melléklet. Fogyasztói szokások a 21.században

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdN6QkY8JquBNqZtSb9OvFi4xCJQRnB7upRfzQpy4DADpmcrg/viewform?usp=sf_link

Fogyasztói szokások a 21.században

Deák Csilla vagyok, az ELTE végzős hallgatója. Jelenleg a szakdolgozatomat írom, és ezzel kapcsolatban készítek közvéleménykutatást ami során az étkezési szokásokra kérdezek rá.
Az űrlap kitöltése körübelül 5 percet venne igénybe.
Köszönöm szépen!

*Kötelező

1. Válassza ki az életkorának megfelelő korcsoportot! *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- 18 év alatti
- 18-25 év
- 26-35 év
- 35 év feletti
- 50 év feletti

2. Mi az Ön neme? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- Nő
- Férfi
- Egyéb

3. Jelölje be egy 1-5-ig terjedő skálán, hogy mennyire étkezik egészségtudatosan! (1=egyáltalán nem, 5=teljes mértékben) Az egészségtudatos étkezés magába foglalja a tartósítószer- és adalékanyag mentes, vitaminban gazdag, megfelelő tápanyagösszetételű, friss élelmiszerek fogyasztását. *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
egyáltalán nem	◯	◯	◯	◯	◯	teljes mértékben

4. Milyen gyakorisággal fogyaszt ready-to-eat / azonnal fogyasztható ételeket? (ezeket csak melegíteni kell) *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- naponta
- hetente többször
- havonta pár alkalommal
- Ritkán
- Soha

5. Milyen gyakorisággal fogyaszt előre elkészített, csomagolt szendvicseket?(A kérdés az üzletekben, vagy büfékben kapható szendvicsekre irányul) *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- naponta
- hetente 1-2 alkalommal
- hetente többször, de nem naponta
- havonta pár alkalommal
- Ritkán
- Soha

6. Milyen gyakorisággal fogyaszt kész, csomagolt salátákat? (Saláta hússal vagy és tojással, tonhal saláta, majonézes saláták, stb.) *

Soronként csak egy ovális jelöljön be.

- Naponta
- Heti 1-2 alkalommal
- Hetente többször
- Havonta pár alkalommal
- Ritkán
- Soha

7. Mennyire veszi figyelembe élelmiszervásárláskor, hogy az adott élelmiszer milyen eljárással készült, például hogyan tartósították, érte-e hőkezelés, tartalmazz e tartósítószert vagy adalékanyagot? (1=egyáltalán nem, 5=teljes mértékben) *

Soronként csak egy ovállst jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
egyáltalán nem	◯	◯	◯	◯	◯	teljes mértékben

8. Mennyire tartja egészséges szokásnak a nyers tojás fogyasztását? *

Soronként csak egy ovállst jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
egyáltalán nem	◯	◯	◯	◯	◯	teljes mértékben

9. Válassza ki preferenciáját a marhából készült ételek fogyasztásával kapcsolatban! *

Válassza ki az összeset, amely érvényes.

- ☐ véres
- ☐ félig átsült
- ☐ teljesen átsült
- ☐ főtt
- ☐ nem fogyasztok marhát
- ☐ egyáltalán em fogyasztok húst

10. Milyen gyakorisággal fogyaszt nem teljesen átsült húst? (Marha) *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- soha
- évi néhány alkalommal
- naponta
- hetente 1-2 alkalommal
- hetente többször, de nem a hét minden napján
- havonta 1-2 alkalommal
- havonta néhányszor
- Egyáltalán nem fogyasztok húst

11. Napjainkban egyre inkább elterjedt a carnivor étrend, ami a nyers hús fogasztását foglalja magába. Mennyire tartja egészséges szokásnak a nyers hús fogyasztását? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
egyáltalán nem						teljes mértékben

12. Milyen gyakran fogyaszt nyers zöldséget és/vagy nyers gyümölcsöt? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- naponta
- hetente többször, de nem a hét minden napján
- hetente 1-2 alkalommal
- havonta pár alkalommal
- ritkán
- soha

13. Milyen konyhai eljárásnak veti alá a nyers zöldséget fogyasztás előtt? (A kérdés a nyers zöldség fogyasztására vonatkozik, azaz hőkezelés ebben az esetben nem történik, például paradicsom, kígyóuborka, retek, stb.) *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- mosás
- mosás, szükség esetén pucolás
- csak pucolás
- egyik sem
- Nem eszem ilyesmit

14. Milyen konyhai eljárásnak veti alá a nyers gyümölcsöt fogyasztás előtt? (A kérdés a nyers gyümölcs fogyasztására vonatkozik, azaz hőkezelés ebben az esetben nem történik) *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- mosás
- mosás, szükség esetén pucolás
- csak pucolás
- egyik sem
- Nem eszem ilyesmit

15. Szükségesnek tartja az előre csomagolt saláták fogyasztás előtti átmosását, leöblítését? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- igen
- nem
- nem fogyasztok előrecsomagolt salátát

16. Milyen rendszerességgel fogyaszt fagyasztott/mirelit zöldséget? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- naponta
- hetente egyszer/kétszer
- hetente többször
- havonta pár alkalommal
- ritkán
- soha

17. Hogyan fogyasztja el a fagyasztott zöldséget? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- főzve és/vagy grillezve és/vagy sütve
- átöblítve, hőkezelés nélkül
- hőkezelés és átöblítés nélkül
- semmilyen formában, mert nem fogyasztok ilyesmit

18. Milyen gyakoriséggal fogyaszt fagyasztott gyümölcsöt *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- soha
- naponta
- hetente egyszer vagy kétszer
- hetente többször, de nem a hét minden napján
- havonta pár alkalommal
- ritkán

19. Milyen formában fogyaszt fagyasztott gyümölcsöt? *

Válassza ki az összeset, amely érvényes.

- [ ] átöblítés után
- [ ] főzve vagy sütve
- [ ] egyenesen a zacskóból, mosás és hőkezelés nélkül
- [ ] semmilyen formában, nem fogyasztok ilyesmit

20. Mennyire tartja egészséges szokásnak a sushi és a halkonzerv fogyasztását? *

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

	1	2	3	4	5	
egyáltalán nem	◯	◯	◯	◯	◯	maximálisan

21. Az elmúlt 10 évben változtak e az étkezési szokásai? Ha igen azt is írja le hogyan és miért! *

_____

22. Az elmúlt 10 éven belül volt-e ételmérgezése vagy arra utaló tünetei? Ha igen, akkor azt is írja le mennyire volt komoly, súlyos a betegség! *

_____

23. Az elmúlt 10 évre visszamenőleg volt-e baktérium okozta hasmenéssel járó megbetegedése? Ha igen, akkor azt is írja le milyen baktérium okozta (ha emlékszik rá), illetve azt is, hogy milyen tünetekkel járt! *

_____

Ezt a tartalmat nem a Google hozta létre, és nem is hagyta azt jóvá.

Google Űrlapok