



BAKTERIJE NA MOBILNIH TELEFONIH DIJAKOV IN PROFESORICE GIMNAZIJE JOŽETA PLEČNIKA

Raziskovalna naloga

Raziskovalno področje: **zdravstvo**

Avtor

MARK KALŠEK

2.A

Mentorica

mag. Darja Silan, prof. biol.

Somentorica

dr. Polona Klemenc, univ. dipl. mikrobiol.

2025

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	1
KAZALO SLIK	2
KAZALO TABEL	3
SEZNAM OKRAJŠAV	4
POVZETEK	5
SUMMARY	6
1 UVOD	7
2 TEORETIČNO OZADJE	8
2.1 MIKROBNA POPULACIJA NA ROKAH	8
2.2 MIKROBIOLOŠKE PREISKAVE	10
2.2.1 MIKROSKOPIRANJE IN BARVANJE	10
2.2.2 GOJENJE BAKTERIJ	10
2.2.3 BIOKEMIJSKA IDENTIFIKACIJA	10
2.2.4 IDENTIFIKACIJA BAKTERIJSKIH BELJAKOVIN Z METODO MALDI-TOF	10
2.3 HIGIENA	11
2.4 MOBILNI TELEFONI	11
3 HIPOTEZE	13
4 MATERIALI IN METODE DE LA	14
4.1 MATERIALI	14
4.1.1 ZAŠČITNA OPREMA	14
4.1.2 LABORATORIJSKI PRIBOR	14
4.1.3 LABORATORIJSKE APARATURE	15
4.2 PREISKOVANCI	17
4.3 METODE DE LA	17
4.3.1 ODVZEM BRISOV MOBILNIH TELEFONOV IN NACEPLJANJE NA KRVNI AGAR	17
4.3.2 INKUBACIJA BAKTERIOLOŠKIH PLOŠČ	17
4.3.3 PREVERJANJE STERILNOSTI FIZIOLOŠKE RAZTOPINE	18
4.3.4 ŠTETJE IN OPIS BAKTERIJSKIH KOLONIJ	18
4.3.5 ANALIZA PODATKOV	18
5 REZULTATI Z DISKUSIJO	19
6 ZAKLJUČKI	31
7 LITERATURA	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Sterilen vatiran bris.	14
Slika 2 : Pasteurjeva pipeta.	14
Slika 3: Sterilna fiziološka raztopina (Becton Dickinson).	15
Slika 4: 15 ml sterilna tubica (Sarstedt).	15
Slika 5: Obogateno mikrobiološko gojišče (krvni agar).	15
Slika 6: Mikrobiološka zaščitna komora – laminar (Holten).	16
Slika 7: Inkubator (Coll Incubator 23l, Domel).	16
Slika 8: Bakterijske kolonije, ki so zrasle na krvnem agarju po odvzemu brisa z mobilnega telefona.	19
Slika 9: Primer krvnega agarja na katerem je zraslo med 10 in 50 bakterijskih kolonij, natančneje 30.	21
Slika 10: Primer krvnega agarja na katerem je zraslo med 50 in 100 bakterijskih kolonij, natančneje 87.	21
Slika 11: Neštevno število (več kot 100) bakterijskih kolonij na bakteriološkem gojišču.	22
Slika 12: Grafični prikaz števila bakterioloških gojišč glede na število bakterijskih kolonij.	22
Slika 13: Grafični prikaz odstotka moških in žensk glede na število CFU.	23
Slika 14: Primer bakteriološkega gojišča z morfološko različnimi bakterijskimi kolonijami.	24
Slika 15: Bakterijska kolonija v videzu spužve.	25
Slika 16: Bakterijska kolonija v videzu zdrobljenega stekla.	25
Slika 17: Bakterijska kolonija v videzu klobuka meduze.	25
Slika 18: Bakterijska kolonija v videzu cvetače.	26
Slika 19: Bakterijska kolonija v videzu čipke.	26
Slika 20: β -hemoliza.	27
Slika 21: Primer konfluentne rasti.	27

KAZALO TABEL

Tabela 1: Pregled mikrobne populacije na rokah	9
Tabela 2: Število bakterijskih kolonij pri dijakih in profesorici v 2. letniku.	20
Tabela 3: Morfološki opis bakterijskih kolonij, ki so zrasle na krvnem agarju.	28

SEZNAM OKRAJŠAV

<u>okrajšava</u>	<u>pomen</u>
CFU	mikroorganizmi, ki so na gojišču sposobni ustvariti kolonijo – kolonijska enota (angl. colony forming unit)
IMI	Inštitut za mikrobiologijo in imunologijo
MALDI-TOF	laserska ionizacija molekul z masnim analizatorjem, ki meri čase preletov (angl. matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight)
MRSA	na meticilin odporen <i>Staphylococcus aureus</i>
ZTM	Zavod RS za transfuzijsko medicino

POVZETEK

Mobilni telefoni so danes najpogosteje uporabljena elektronska naprava tako v profesionalnem kot zasebnem življenju, zato smo v raziskovalni nalogi želeli ugotoviti stanje glede prisotnosti, številčnosti in raznolikosti bakterij na mobilnih napravah dijakov 2. A in profesorice Gimnazije Jožeta Plečnika Ljubljana.

V raziskavo smo vključili 29 dijakov 2. A in profesorico Gimnazije Jožeta Plečnika Ljubljana. Ugotavljali smo število in morfološki izgled bakterijskih kolonij na krvnem agarju po odvzemu brisa mobilnega telefona.

Ugotovili smo, da so mobilni telefoni kontaminirani s številnimi bakterijami. Pri več kot polovici je na bakteriološkem gojišču zraslo več kot 100 CFU (kolonijska enota, angl. colony forming unit). Glede na morfološki izgled bakterijskih kolonij so na mobilnih telefonih zelo različne bakterijske vrste. Opazilo smo vsaj 20 različnih bakterijskih kolonij. Nekaj med njimi je bilo zelo posebnih.

Glede na rezultate majhne raziskovalne študije lahko zaključimo, da so naši mobilni telefoni »leglo« mikroorganizmov. Ker brez mobilnih telefonov danes ne gre, bi bilo nujno ozavestiti osnovno higieno rok in miselnost, da mobilnega telefona ne potrebujemo na vsakem koraku, še zlasti ne v toaletnih prostorih. S tem mobilni telefon ne bi bil več vektor, ali vsaj ne v takšni meri, za prenos povzročiteljev okužb tako v domačem okolju kot tudi v delovnem okolju, predvsem v zdravstvenih ustanovah, živilski in farmacevtski industriji.

KLJUČNE BESEDE: mobilni telefoni, dijaki, spol, bakterije, higiena

SUMMARY

Mobile phones are today the most frequently used electronic device, both in professional and private life. The aim of our study was to determine the situation regarding the presence, quantity and diversity of bacteria on the mobile devices of 2nd year students and professors of the Jožeta Plečnik High School in Ljubljana.

We included 29 2nd A students and a teacher at the Jože Plečnik Gymnasium in Ljubljana in the research. We determined the number and morphological appearance of bacterial colonies on blood agar after taking a mobile phone swab.

We have found that mobile phones are contaminated with many bacteria. More than half of them grew more than 100 CFU (colony forming unit) on the bacteriological culture medium. Depending on the morphological appearance of the bacterial colonies, there are very different types of bacteria on mobile phones. We observed at least 20 different bacterial colonies. Some of them were very special.

According to the results of a small study, we can conclude that our mobile phones are a "litter" of microorganisms. Since it is impossible to live without mobile phones today, it would be essential to raise awareness of hand hygiene and the mindset that we don't need a mobile phone at every step, especially not in the toilet. If we paid more attention to hygiene, the mobile phone would no longer be a vector, or at least not to such an extent, for the transmission of infectious agents both in the home environment and in the work environment, especially in healthcare institutions, food and pharmaceutical industry.

KEY WORDS: mobile phones, students, the gender, bacteria, hygiene

1 UVOD

Mobilni telefoni so danes najpogosteje uporabljena elektronska naprava tako v profesionalnem kot zasebnem življenju. Po podatkih iz literature so mobilni telefoni idealno gojišče za življenje mikroorganizmov. Zaradi stalne uporabe ustvarjamo idealne pogoje za rast različnih mikroorganizmov – toplo in vlažno okolje ter vir hranil, ki jih mikroorganizmi potrebujejo za rast in razmnoževanje (Tagoe in sod., 2011).

Na drugi strani so mobilni telefoni tudi vektor za prenos mikroorganizmov (Kabir in sod., 2009), saj jih uporabljamo med prehranjevanjem, v toaletnih prostorih, v bolnišnicah, v trgovinah ... Z nami so vsako minuto ne glede na to, kaj počnemo in kje smo.

Mikroorganizmi se nahajajo povsod okrog nas, na nas in v nas samih. Roke so človekovo glavno orodje in zato so stalno v stiku z okolico. Na zdravi koži rok je zaradi stalnega izpostavljanja zunanjim dejavnikom okolja poleg mikrobov stalne mikrobne flore tudi precej prehodne mikrobne flore (Ihan in sod., 2020).

Problem predstavlja higiena rok. Težava pri ozaveščanju ljudi o pomenu higijene rok je predvsem »nevidni svet« mikroorganizmov in umazanije. Ker mikroorganizmov s prostim očesom ne vidimo, se jih ne zavedamo in zato se nam dosleden način izvajanje higijene zdi manj pomemben (Jereb in sod., 2009). Enako je z mobilnimi telefoni, ki niso samo v stiku z našo kožo, ampak tudi z okolico.

Izhodišče naše raziskovalne naloge je bilo, da ugotovimo prisotnost, številčnost in raznolikost bakterij na mobilnih napravah dijakov 2. A in profesorice Gimnazije Jožeta Plečnika Ljubljana.

2 TEORETIČNO OZADJE

2.1 MIKROBNA POPULACIJA NA ROKAH

Med stalno mikrobno floro uvrščamo tiste bakterije, ki jih v nekem starostnem obdobju praviloma vedno najdemo na določenem delu telesa. Stalna mikrobna flora kože prebiva in se razmnožuje v znojnicah, lojnicah, ob dlakah in v povrhnci. Na zdravi koži se lahko nahaja od 100 do 1000 bakterij na kvadratni centimeter (Hrastnik, 2012), po nekaterih podatkih pa celo od 1000 do 10.000 bakterij na kvadratni centimeter (Gubina, 1998). Med stalno mikrobno floro na koži prevladujejo bakterije, najdemo pa tudi glive, kot sta *Candida albicans* in *Pityrosporum sp.* Med bakterijami so zlasti pogosti *Staphylococcus epidermidis*, druge bakterije iz rodu *Staphylococcus* in praviloma nepatogene bakterije iz rodu *Corynebacterium*, alfa-hemolitične bakterije iz rodu *Streptococcus* ... (Tabela 1) (Gubina, 1998; Dragaš in Škerl, 2004; Ihan in sod., 2020). Stalna mikrobna flora ima na koži pomembno funkcijo in omogoča, da je koža učinkovita pregrada in zaščita pred zunanjim svetom (Zore in sod., 2008). Ima tudi zaščitno funkcijo, saj tekmuje za vire preživetja s prehodno floro in s tem preprečuje razmnoževanje mikroorganizmov prehodne flore (Dragaš in Škerl, 2004).

Prehodno mikrobno floro sestavljajo mikroorganizmi, ki se na roke prilepijo v stiku z drugim človekom, okoljem ali drugimi predeli lastnega telesa, zlasti s prenosom iz dihal in prebavil (Tabela 1) (Dragaš in Škerl, 2004). Običajno se nahaja na površini kože in jo tako lažje prenašamo na različne površine, a tudi lažje odstranimo z umivanjem rok kot stalno mikrobno floro (Jereb in sod., 2013). Praviloma prehodna flora ni nevarna, dokler je stalna mikrobna flora neokrnjena. Kadar pride do rušenja sestave normalne flore, se lahko predstavniki prehodne flore namnožijo in povzročijo bolezen (Elsner, 2006).

Tabela 1: Pregled mikrobne populacije na rokah (Dragaš in Škerl, 2004).

Stalna populacija	Prehodna populacija	Prehodna stalna populacija	Povzročitelji nalezljivih vnetij na rokah
<i>S. epidermidis</i> <i>S. hominis</i> <i>S. haemolyticus</i> <i>S. capitis</i> <i>S. simulans</i> <i>S. saprophyticus</i> <i>S. warneri</i> <i>S. cohnii</i> <i>S. saccharolyticus</i> <i>Corynebacterium sp.</i> <i>Propionibacterium sp.</i> <i>Micrococcus sp.</i> <i>Candida sp.</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Streptococcus sp.</i> <i>Acinetobacter sp.</i>	<i>E. faecalis</i> <i>E. faecium</i> <i>E. coli</i> <i>Klebsiella sp.</i> <i>Enterobacter sp.</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Herpesvirus Ortomyxovirus Paramyxovirus Picornavirus Rotavirus Hepadnavirus. RSV virus <i>Bacillus cereus</i> etc.	<i>S. aureus</i> <i>Enterobacteriaceae sp.</i> <i>Clostridium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> etc.	<i>S. aureus</i> <i>S. pyogenes</i> <i>Candida sp.</i> <i>Epidermophyton sp.</i> <i>Trichophyton sp.</i> Herpesvirus <i>Mycobacterium sp.</i> etc.

Pred naselitvijo patogenih bakterij in pred zunanjimi vplivi kožo rok ščitijo številni dejavniki, kot so nizka vsebnost vode v poroženeli kožni plasti, nizek pH na površini kože, faktorji naravne odpornosti in prisotnost maščobnih kislin na koži. Z uporabo agresivnih sredstev in uporabo vroče vode lahko poškodujemo zaščitne faktorje kože in s tem preprečimo obnavljanje kože, kar vodi v naselitev prehodne flore na koži rok (Sarwat in sod., 2015).

V prehodni kožni mikrobni flori torej najdemo predvsem manjše število predstavnikov sicer patogene bakterijske vrste *Staphylococcus aureus*, enterobakterije in acinetobaktrov (Ihan in sod., 2020).

2.2 MIKROBIOLOŠKE PREISKAVE

2.2.1 MIKROSKOPIRANJE IN BARVANJE

Identifikacija bakterij je dolgo temeljila na ugotavljanju bakterijskih fenotipskih lastnosti. Osnovne morfološke lastnosti bakterijske celice opazujemo pod mikroskopom, pri čemer si lahko pomagamo z različnimi tehnikami barvanja. Ena od osnovnih je barvanje po Gramu, s katerim lahko določimo zgradbo bakterijske stene in skupaj z mikroskopiranjem tudi osnovne morfološke značilnosti bakterijske celice (velikost, obliko, razporejanje) (Ihan in sod., 2020).

2.2.2 GOJENJE BAKTERIJ

Če želimo spoznati morfološke, biokemijske in antigenske značilnosti bakterij, jih moramo osamiti iz kužnine in jih vzgojiti na gojišču. V tem primeru kužnino najprej zasejemo na ustrezno gojišče in jo inkubiramo v pogojih, ki omogočajo rast čim večjega števila različnih vrst bakterij (Ihan in sod., 2020).

Bakterijska kolonija je skupek bakterijskih celic, ki so se namnožile iz ene same bakterijske celice (Ihan in sod., 2020).

2.2.3 BIOKEMIJSKA IDENTIFIKACIJA

Pri biokemijski identifikaciji gre za dokazovanje prisotnosti različnih encimov, sposobnost izkoriščanja različnih substratov in občutljivosti za določene antibiotike (Ihan in sod., 2020).

2.2.4 IDENTIFIKACIJA BAKTERIJSKIH BELJAKOVIN Z METODO MALDI-TOF

Identifikacija bakterij danes temelji na metodi masne spektrometrije MALDI-TOF, tj. laserski ionizaciji bakterijskih molekul z masnim analizatorjem, ki meri čase preletov ionov in iz njih oblikuje spektre, značilne za posamezno bakterijsko vrsto. Izmerjene masne spektre primerja z referenčnimi izolati v komercialni knjižnici masnih spektrov (Ihan in sod., 2020).

Povprečni čas identifikacije bakterij se je z uvedbo metode MALDI-TOF s 24 - 48 ur, ki jih je zahtevala identifikacija na osnovi biokemijskih profilov, skrajšal na manj kot eno uro. Ob tem pa potrebujemo tudi bistveno manj bakterij, saj zadošča že ena sama bakterijska kolonija (Ihan in sod., 2020).

Poleg že naštetih načinov identifikacij bakterij poznamo še identifikacijo antigenov s protitelesi in identifikacijo z analizo genoma (Ihan in sod., 2020).

2.3 HIGIENA

Higiena rok je zelo pomemben ukrep pri preprečevanju okužb tako v vsakdanjem življenju kot tudi v različnih delovnih okoljih (zdravstvo, farmacija, živilska industrija, šolstvo). Povezuje sklop pojmov, kot so umivanje rok, razkuževanje rok, nega kože rok, uporaba medicinskih rokavic in tehnike nedotikanja.

Zelo preprost način higijene in preprečevanja širjenja okužb je umivanje rok z milom in vodo (Dragaš in Škerl, 2004), s čimer na relativno enostaven način odstranimo nečistoče in mikroorganizme (Jereb in sod., 2013).

Umivanje rok po uporabi stranišča, pred jedjo, po kihanju, kašljanju, brisanju nosu in kadar so vidno umazane, naj bi izvajali vsi ljudje. Vendar pa žal številne študije, tudi slovenske, kažejo, da si kar polovica starejših moških po uporabi sanitarij rok ne umije (Jereb in Likar, 2006; Hateley in Jumaa, 1999; Sliwa. 2003).

2.4 MOBILNI TELEFONI

V obsežni britanski študiji, ki je vključevala 390 mobilnih naprav v splošni populaciji, so ugotovili, da je eden od šestih mobilnih telefonov kontaminiran s fekalnimi bakterijami in v 16 % z *E. coli*. Njihov zaključek je bil, da je visok odstotek kontaminacije najverjetneje posledica slabe higijene rok, zlasti po uporabi toaletnih prostorov (London School of Hygiene & Tropical Medicine, 2011).

Več študij o kontaminaciji mobilnih telefonov je bilo izvedenih v bolnišničnem okolju, kar ne preseneča, saj mobilni telefon v takšnem okolju predstavlja veliko

tveganje za prenos okužb (npr. MRSA – na meticilin odporen *Staphylococcus aureus*) (Selim in sod., 2015; Zakai in sod., 2015; Sepehri in sod., 2009). Takšne okužbe so za bolnike na intenzivnih oddelkih lahko usodne.

O higieni in kontaminaciji mobilnih telefonov med srednješolci ni veliko objav. Eno od redkih so izvedli v Estoniji, kjer so ugotovili, da je bilo vseh 27 pregledanih naprav kontaminiranih s potencialno patogenimi bakterijami. Odkrili so 20 različnih mikrobnih vrst. Prevladovale so bakterije normalne kožne flore, nekaj pa je bilo tudi fekalnih (*Enterococcus faecalis* in *E.coli*) (Koljalg in sod., 2017).

3 HIPOTEZE

H 1: Na večini testiranih mobilnih telefonih bomo našli veliko število bakterij.

H 2: Bakterijske kolonije bodo po videzu zelo različne.

H 3: Na mobilnih telefonih žensk bo v povprečju manjše število bakterij kot na mobilnih telefonih moških.

4 MATERIALI IN METODE DELA

4.1 MATERIALI

4.1.1 ZAŠČITNA OPREMA

- zaščitna halja
- zaščitne rokavice

4.1.2 LABORATORIJSKI PRIBOR

- sterilni vatirani brisi (Slika 1)
- 3 ml sterilna Pasteurjeva pipeta (Aptaca) (Slika 2)
- sterilna fiziološka raztopina (Becton Dickinson) (Slika 3)
- 15 ml sterilne tubice (Sarstedt) (Slika 4)
- obogateno mikrobiološko gojišče (krvni agar) (Slika 5)

Laboratorijski pribor smo dobili na Inštitutu za mikrobiologijo in imunologijo (IMI) in na Zavodu RS za transfuzijsko medicino (ZTM).



Slika 1: Sterilen vatiran bris



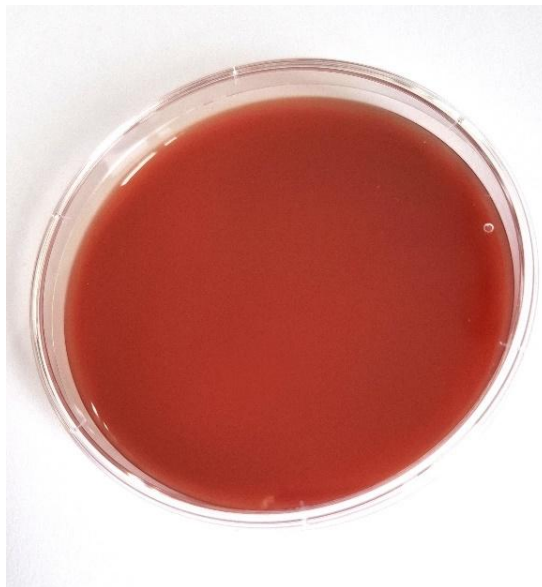
Slika 2 : Pasteurjeva pipeta



Slika 3: Sterilna fiziološka raztopina (Becton Dickinson)



Slika 4: 15 ml sterilna tubica (Sarstedt)



Slika 5: Obogateno mikrobiološko gojišče (krvni agar)

4.1.3 LABORATORIJSKE APARATURE

- mikrobiološka zaščitna komora – laminar (Holten) (Slika 6)
- inkubator (Coll Incubator 23 I, Domel) (Slika 7)



Slika 6: Mikrobiološka zaščitna komora – laminar (Holten)



Slika 7: Inkubator (Coll Incubator 23 I, Domel)

4.2 PREISKOVANCI

V raziskavi je sodelovalo 30 oseb s svojimi mobilnimi telefoni. Od tega je bilo 29 dijakov 2. A in ena profesorica Gimnazije Jožeta Plečnika. Skupno je bilo 14 žensk in 16 moških.

4.3 METODE DELA

4.3.1 ODVZEM BRISOV MOBILNIH TELEFONOV IN NACEPLJANJE NA KRVNI AGAR

Za ugotavljanje števila bakterij na mobilnih telefonih dijakov in profesorice smo uporabili sterilne vatirane brise, ki smo jih omočili v sterilni fiziološki raztopini (Becton Dickinson). Z vlažnim, sterilnim brisom smo pobrisali mobilni telefon vsakega posameznika.

Odvzete brise smo shranili v sterilne 15 ml tubice (Sarstedt), ki smo jih predhodno označili z zaporedno številko in spolom ter odnesli na ZTM. Brise mobilnih telefonov smo pobrali med odmorom pred zadnjo šolsko uro, da se ne bi posušili, preden bi jih nacepili na bakteriološko gojišče.

Na ZTM smo v mikrobiološki zaščitni komori (Holten) označili plošče z obogatenim bakteriološkim gojiščem (krvni agar), enako kot smo označili tubice, v katerih smo transportirali odvzete brise. Vsak odvzeti bris smo nacepili na svoje bakteriološko gojišče, in sicer v cikcakastem vzorcu po celotnem gojišču.

4.3.2 INKUBACIJA BAKTERIOLOŠKIH PLOŠČ

Plošče krvnega agarja smo 24 ur inkubirali v termostatu (Coll Incubator 23 I, Domel) pri 37 °C na ZTM.

4.3.3 PREVERJANJE STERILNOSTI FIZIOLOŠKE RAZTOPINE

100 µl sterilne fiziološke raztopine, ki smo jo uporabljali za omočitev sterilnih brisov, smo nanесли na obogateno bakteriološko gojišče in s sterilnim brisom enakomerno razmazali po bakteriološkem gojišču.

Ploščo smo 24 ur inkubirali v termostatu (Coll Incubator 23 I, Domel) pri 37 °C na ZTM.

4.3.4 ŠTETJE IN OPIS BAKTERIJSKIH KOLONIJ

Po končani inkubaciji smo gojišča pregledali, prešteli bakterijske kolonije in opisali njihov izgled ter barvo.

Vse rezultate smo vpisali v tabelo, gojišča z bakterijskimi kolonijami pa fotografirali.

Po končanem štetju in opisu bakterijskih kolonij smo bakteriološke plošče vrgli v poseben zbirnik za infektivni material.

4.3.5 ANALIZA PODATKOV

Vse podatke smo vnesli v datoteko programske opreme Excel (Microsoft Office, Microsoft, Seattle, Washington, ZDA) za izris grafov.

5 REZULTATI Z DISKUSIJO

Po končani 24-urni inkubaciji pri 37 °C smo vsako ploščo posebej pregledali in prešteli število bakterijskih kolonij. Za neštevno smo določili, če je bilo število kolonij večje od 100.

Na vseh bakterioloških gojiščih je zrasla vsaj ena bakterijska kolonija (CFU).

Glede na število CFU smo dijake oziroma njihove mobilne telefone razdelili v 4 skupine. V prvi skupini so bili dijaki, pri katerih je na krvnem agarju zraslo manj kot 10 CFU, v drugi skupini je zraslo med 10 in 50 CFU, v tretji skupini med 51 in 100 CFU in v četrti skupini več kot 100 CFU.

Najmanjše število bakterijskih kolonij, ki je zraslo na posameznem krvnem agarju, je bilo 4 (Slika 8) (Tabela 2). Bris je bil odvzet z mobilnega telefona dijakinje.

Še na enem krvnem agarju, na katerem je bil zasejan bris, ki smo ga odvzeli z mobilnega telefona dijaka, je zraslo manj kot 10 CFU, natančneje 8 (Tabela 2).



Slika 8: Bakterijske kolonije, ki so zrasle na krvnem agarju po odvzemu brisa z mobilnega telefona.

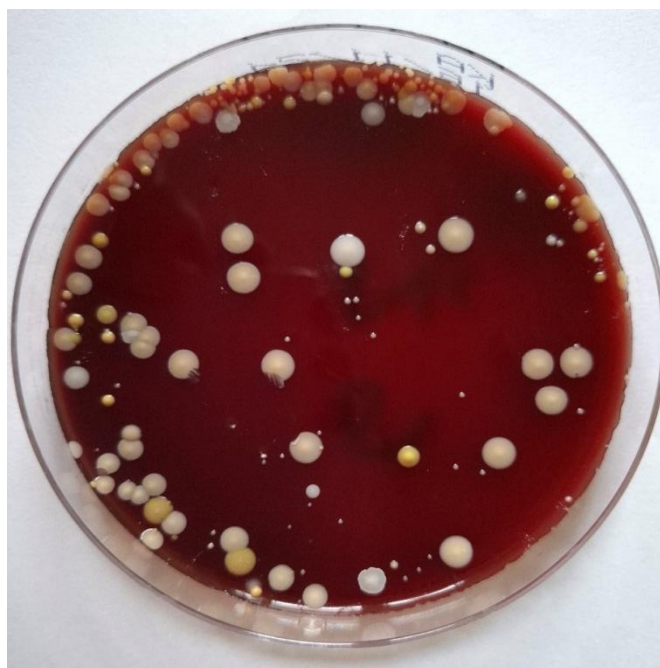
Tabela 2: Število bakterijskih kolonij pri dijakih in profesorici v 2. letniku.

zaporedna številka dijaka / profesorja	spol	število CFU
1	Ž	64
2	Ž	4
3	M	48
4	M	neštevno
5	M	neštevno
6	Ž	87
7	Ž	56
8	M	neštevno
9	M	neštevno
10	Ž	59
11	Ž	neštevno
12	M	neštevno
13	M	neštevno
14	M	neštevno
15	M	87
16	M	neštevno
17	M	neštevno
18	M	11
19	Ž	37
20	Ž	neštevno
21	M	8
22	M	neštevno
23	M	51
24	M	12
25	Ž	neštevno
26	Ž	neštevno
27	Ž	53
28	Ž	30
29	Ž	neštevno
30	Ž	neštevno

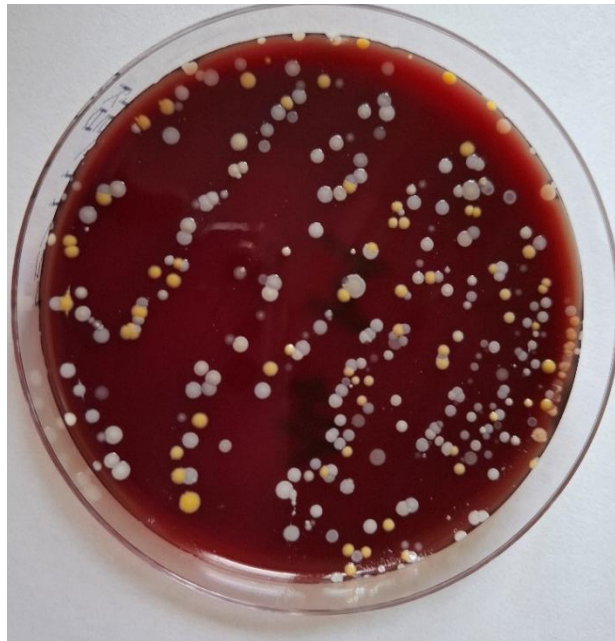
Na 5 (16,67 %) bakterioloških gojiščih je zraslo med 11 in 50 bakterijskih kolonij (Slika 9) in na 7 (23,3 %) med 51 in 100 bakterijskimi kolonijami (Slika 10). Na 16 (53,33 %) krvnih agarjih pa je zraslo več kot 100 CFU, kar smo opredelili kot neštevno (Slika 11) (Tabela 2) (Slika 12).



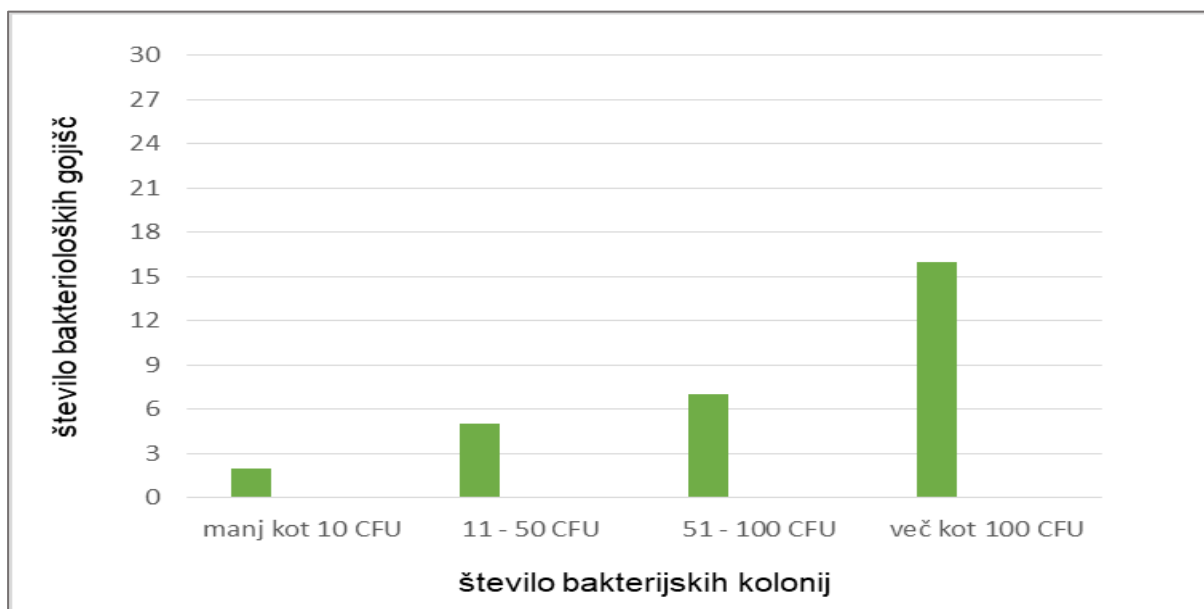
Slika 9: Primer krvnega agarja, na katerem je zraslo med 10 in 50 bakterijskih kolonij, natančneje 30.



Slika 10: Primer krvnega agarja, na katerem je zraslo med 50 in 100 bakterijskih kolonij, natančneje 87.



Slika 11: Neštevno število (več kot 100) bakterijskih kolonij na bakteriološkem gojišču



Slika 12: Grafični prikaz števila bakterioloških gojišč glede na število bakterijskih kolonij

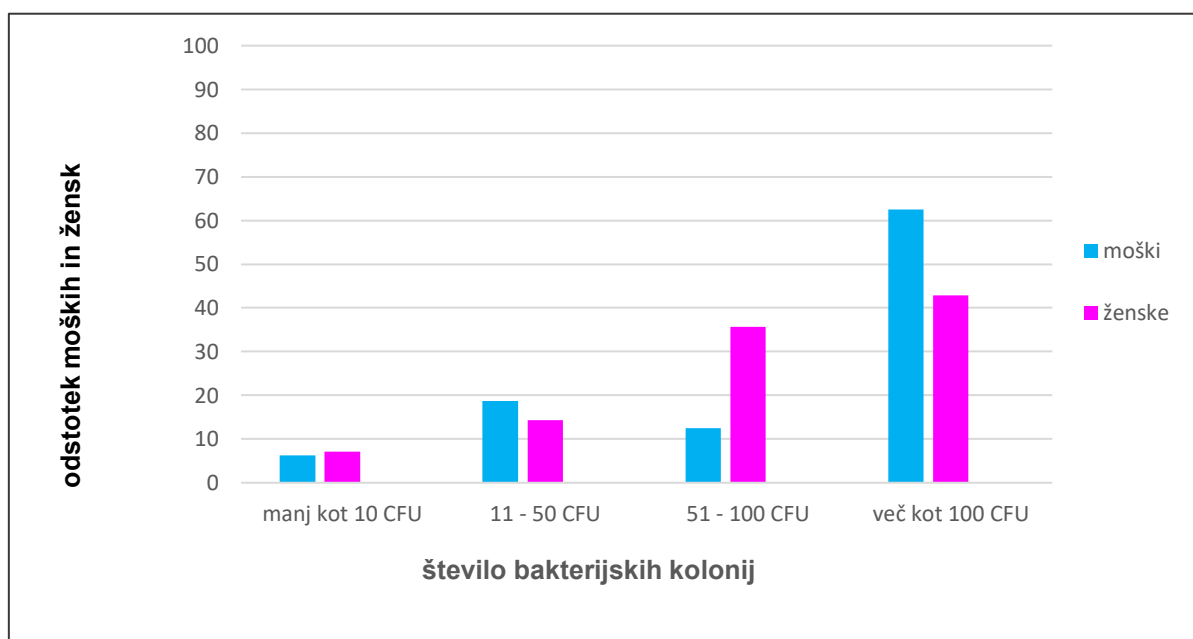
Če primerjamo število bakterij na mobilnih telefonih dijakov 2. letnika in profesorice glede na spol, opazimo, da v vseh skupinah, razen v skupini do 10 CFU, obstajajo razlike med spoloma. V skupini do 10 CFU je glede na odstotek sicer rahlo več žensk (7,14 %) v primerjavi z moškimi (6,25 %), vendar je ta razlika posledica števila moških in žensk v letniku, saj pregled absolutnih števil pokaže, da je tako

pri moških kot tudi pri ženskah le en posameznik, pri katerem je na krvnem agarju zraslo manj kot 10 CFU (Slika 13).

Odstotek žensk je višji samo v skupini od 51 do 100 CFU, v kateri je 35,70 % (5/14) žensk in 12,50 % (2/16) moških.

V skupinah od 11 do 50 CFU in več kot 100 CFU je več moških. Pri 3 od 16 moških (18,75 %) je na krvnem agarju zraslo med 11 in 50 CFU. Pri ženskah je bil ta odstotek 14,3 % (2/14) (Slika 13).

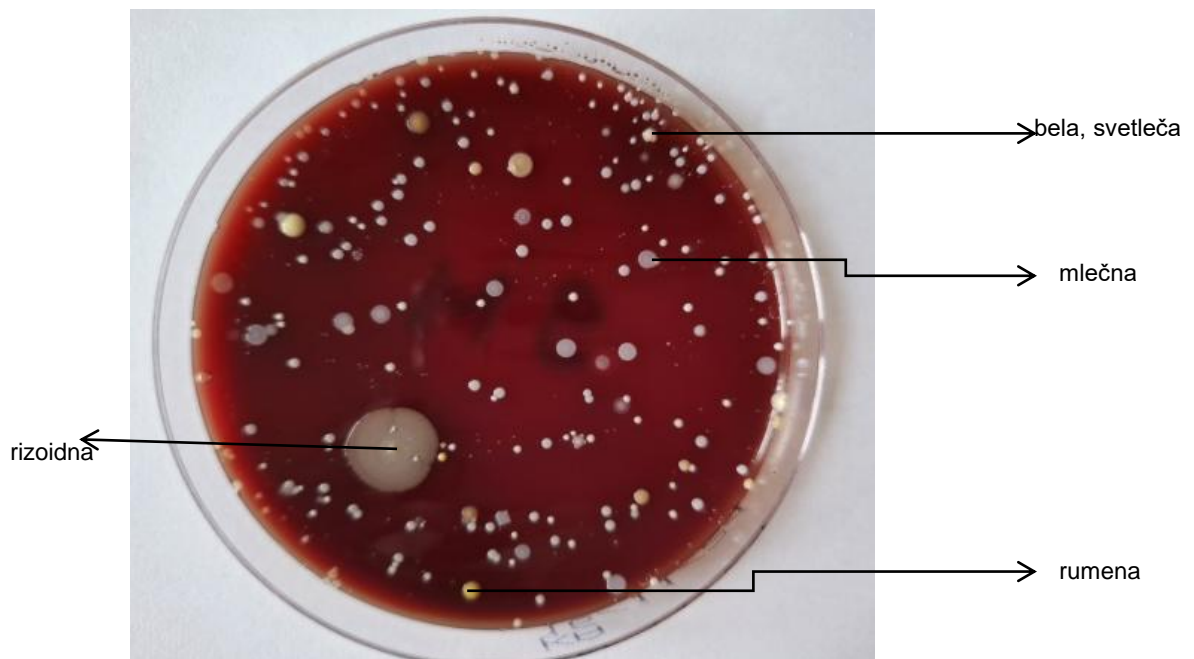
Neštevno število kolonij smo določili pri 10 od 16 moških (62,5 %) in pri 6 od 14 žensk (42,9 %) (Slika 13).



Slika 13: Grafični prikaz odstotka moških in žensk glede na število CFU

Na bakteriološkem gojišču, kamor smo nanесли 100 μ l sterilne fiziološke raztopine in jo razmazali s sterilnim brisom, ni zrasla nobena bakterijska kolonija, kar pomeni, da so bili brisi, fiziološka raztopina in bakteriološka gojišča, ki smo jih uporabili v raziskovalni nalogi sterilni.

Nato smo bakterijske kolonije morfološko opisali po izgledu (barva, velikost, posebnosti) (Slika 14) (Tabela 3).



Slika 14: Primer bakteriološkega gojišča z morfološko različnimi bakterijskimi kolonijami

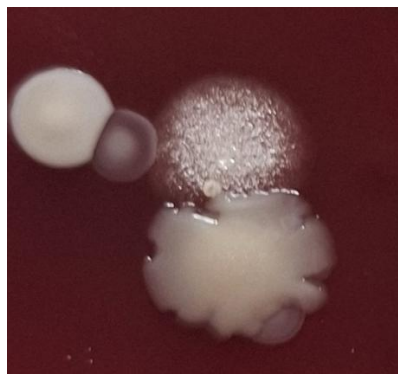
V večini so prevladovali rumene in bele bakterijske kolonije. Rumene kolonije so bile različne, od močno rumene do svetlo rumene. Še večjo pestrost smo opazili pri belih kolonijah, kjer smo opazili snežno bele, mlečne, svetleče in sluzaste. Poleg tega so na krvnem agarju zrasle tudi sive kolonije in rizoidne.

Prav posebno pozornost so pritegnile bakterijske kolonije, ki so bile po izgledu drugačne. S svojim izgledom so spominjale na različne stvari iz vsakdanjega življenja. Pri tem moramo opozoriti, da gre tu za morfološke lastnosti, ki smo jih videli mi in smo jih uporabili zaradi lažje predstave in niso znanstveno podkrepljene. Opazili smo bakterijske kolonije, ki so imele:

- videz spužve (Slika 15)
- videz zdrobljenega stekla (Slika 16)
- videz klobuka meduze (Slika 17)
- videz cvetača (Slika 18)
- videz čipke (Slika 19)



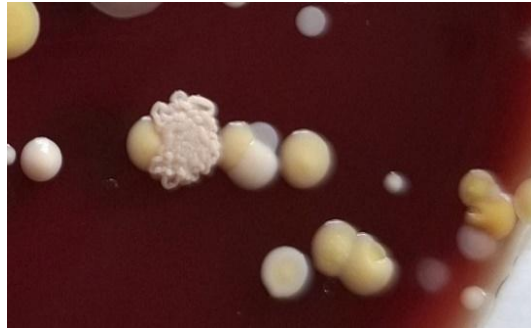
Slika 15: Bakterijska kolonija v videzu spužve



Slika 16: Bakterijska kolonija v videzu zdrobljenega stekla



Slika 17: Bakterijska kolonija v videzu klobuka meduze



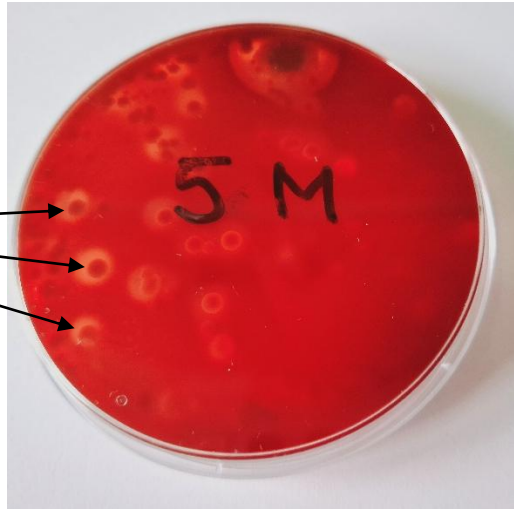
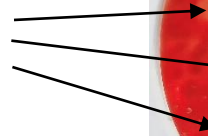
Slika 18: Bakterijska kolonija v videzu cvetače



Slika 19: Bakterijska kolonija v videzu čipke

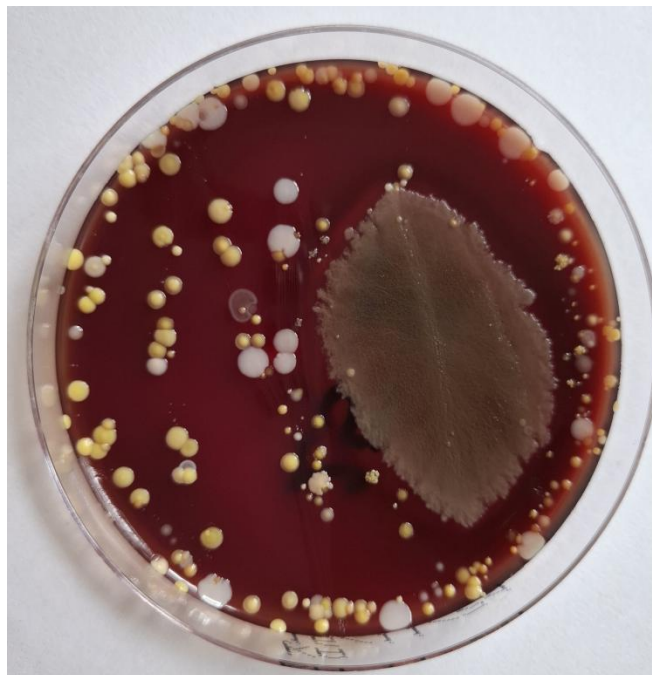
Okoli posameznih bakterijskih kolonij je nastala tudi β -hemoliza ali popolna hemoliza, ki jo prepoznamo po rumenkasto prosojni barvi. To pomeni, da je prišlo do razgradnje eritrocitov v krvnem agarju okrog in pod bakterijsko kolonijo, ker bakterije proizvajajo encim za razgradnjo eritrocitov (Slika 20).

β -hemoliza



Slika 20: β -hemoliza

Bakterijske kolonije so se med seboj razlikovale tudi po velikosti. Na bakterioloških gojiščih so zrasle od zelo drobnih do zelo velikih kolonij, ki so se razrastle skoraj čez polovico bakteriološkega gojišča. Neprekinjen sloj bakterij, ki enakomerno prerastejo trdo površino bakteriološkega gojišča, imenujemo konfluentna rast (Slika 21).



Slika 21: Primer konfluentne rasti

Tabela 3: Morfološki opis bakterijskih kolonij, ki so zrasle na krvnem agarju.

zaporedna številka dijaka / profesorja	spol	morfološki opis bakterijskih kolonij
1	Ž	10 x β -hemoliza, rumene, sive ploščate, drobne bele okrogle, drobne svetleče
2	Ž	blede rumene
3	M	4 x β -hemoliza, sive ploščate, bele z nazobčanimi robovi, rumene
4	M	bledo rumene, sive ravne
5	M	29 x β -hemoliza, rumene, sive
6	Ž	velike mlečne, svetleče, drobne rumene
7	Ž	11 x β -hemoliza, rumene, mlečne svetleče, sive, posebna – rumena v videzu spužve
8	M	drobne sive, drobne rumene, drobne mlečne, svetleče
9	M	β -hemoliza, rumene, ploščate sive, drobne bele svetleče
10	Ž	β -hemoliza, rumene, bele ploščate svetleče, sive ploščate, mlečne z nazobčanim robom, dve posebni – videz zdrobljenega stekla in klobuka meduze
11	Ž	β -hemoliza, drobne bele, drobne rumene, večja siva
12	M	28 x β -hemoliza, rumene, sive, mlečne svetleče, rizoidna
13	M	83 x β -hemoliza, zelo drobne sive, drobne rumene, rizoidna
14	M	drobne mlečne, drobne rumene
15	M	večje rumene, mlečne svetleče, sive, rizoidna
16	M	7 x β -hemoliza, rumene, bele, posebna – videz cvetače
17	M	velika β -hemoliza, drobne bele svetleče, rumene, sive
18	M	rumene, bele, mlečne
19	Ž	3 x β -hemoliza, rumene, bledo rumene, mlečne svetleče, sive, rizoidna
20	Ž	drobne sive, svetlo rumene, mlečne, svetleče
21	M	2 x β -hemoliza, svetlo rumene, rumene, bele
22	M	11x β -hemoliza, rumene, bele svetleče, sive, rizoidne, posebna – videz cvetače
23	M	sive, svetlo rumene, mlečne svetleče, rumene
24	M	rumene, sive, bele svetleče, posebna – rumena v videzu spužve
25	Ž	β -hemoliza, zelo velika rizoidna, rumene, mlečne bele, sive, konfluentna rast
26	Ž	β -hemoliza, rumene, bele, rizoidna, posebna – videz klobuka meduze
27	Ž	15 x β -hemoliza, sive, mlečne, rumene, posebne – drobne, rumene videz spužve
28	Ž	rumene, svetlo rumene, mlečne, bele svetleče
29	Ž	zelo goste, drobne mlečne, rumene, bele svetleče
30	Ž	β -hemoliza, bele, sive, mlečne, rumene, posebna – videz čipke

Pri vseh 30 analiziranih mobilnih telefonih smo ugotovili prisotnost bakterij. Z metodo direktnega štetja smo ugotovili najmanjše število CFU, ki je bilo 4. Prevladovalo je neštevno (več kot 100) število CFU na mobilno napravo. Neštevno število CFU smo določili pri 16 od skupno 30 telefonov (53,3 %), od tega pri 6 (42,9 %) ženskah in 10 (62,5 %) moških.

Tako lahko potrdimo našo prvo hipotezo, da bomo na večini testiranih mobilnih telefonov našli veliko število bakterij.

Podobne podatke so dobili tudi v študiji estonske univerze, v kateri so prav tako na vseh mobilnih napravah dokazali prisotnost mikroorganizmov (Koljalg in sod., 2017).

V omenjeni raziskavi so bakterijske vrste tudi identificirali. Na telefonih so večinoma prevladovali predstavniki kožne flore. Našli pa so tudi bakterije, kot so *E. coli* in rod *Enterococcus*, *Clostridium difficile* (Koljalg in sod., 2017; Zakai in sod., 2015). Mi, na žalost, te možnosti zaradi časovnih omejitev nismo imeli, bi bila pa več kot smiselna in dobrodošla. Glede na to, da smo v jesensko-zimskem času, ko je okrog nas prisotnih veliko mikroorganizmov, od bakterij do virusov, najdejo pa se tudi predstavniki gliv, bi bilo smiselno raziskavo razširiti na identifikacijo vseh naštetih mikroorganizmov. Le tako bi dobili popoln vpogled v »nevidni svet« na naših mobilnih napravah.

Kljub temu, da zaradi ekonomskih razlogov, nismo naredili prave mikrobiološke identifikacije bakterij, lahko z gotovostjo trdimo, da je glede na morfološki izgled bakterijskih kolonij na krvnem agarju pestrost bakterijskih kolonij na naših mobilnih telefonih zelo velika. Na bakteriološkem gojišču je glede na izgled kolonij zraslo vsaj 20 različnih kolonij. Med njimi so bile nekatere zelo posebne, ki prav gotovo niso pripadale normalni kožni flori. Ali je šlo za okoljske mikroorganizme, za fekalne ali celo kakšne druge vrste, lahko le ugibamo.

S tem lahko tudi potrdimo našo drugo hipotezo, torej da bodo bakterijske kolonije po videzu zelo različne.

V raziskovalni nalogi smo tudi preverili, ali se število bakterij na mobilnih aparatih razlikuje med moškimi in ženskami. Predvideli smo, da bo na telefonih dijakinj v povprečju manjše število bakterij kot na telefonih nasprotnega spola. Tretje hipoteze ne moremo ne potrditi ne ovreči, ker je bila razporeditev glede na spol po posameznih skupinah raznolika. Poleg tega pa majhno število analiziranih mobitelov oziroma njihovih lastnikov preprečuje, da bi potegnili jasno ločnico.

Zaključimo lahko le, da je zelo malo mobilnih aparatov »čistih«. V skupini, v kateri je zraslo od 11 do 50 CFU, je več moških (18,75 %) kot žensk (14,3 %). Potencialno bi na osnovi prvih dveh skupin lahko zaključili, da imajo moški čistejše mobilne telefone. Vendar se stanje spremeni, ko pogledamo zadnjo skupino, v kateri smo na bakteriološkem gojišču našli več kot 100 CFU. V tej skupini je bilo kar 62,5 % moških in 42,9 % žensk. Torej imajo moški tudi zelo umazane telefone.

6 ZAKLJUČKI

Zaključki naše raziskovalne naloge so naslednji:

1. Danes brez mobilnih telefonov ne gre. Ne v zasebnem in tudi ne v profesionalnem življenju. Temu se ne moremo izogniti, tudi če si še tako želimo. Lahko pa izboljšamo higieno rok. Kljub nedavni epidemije še vedno ni prišlo v (pod)zavest ljudi, da si je potrebno roke umivati s toplo tekočo vodo in milom po uporabi stranišča, pred jedjo, po kihanju, kašljanju, brisanju nosu in kadar so vidno umazane.
2. Naši mobilni telefoni so polni mikroorganizmov, zato poskrbimo za higieno svojih rok in odložimo telefone vsaj pred vstopom v toaletne prostore. Že z dvema preprostima ukrepoma se bo število mikroorganizmov na naših napravah zmanjšalo. S tem se bo zmanjšala tudi možnost, da bo naš mobilni telefon postal vektor za prenos povzročiteljev okužb. Se kdaj vprašamo, koliko respiratornih in gastroenteroloških povzročiteljev okužb s telefonom prinesejo domov odrasli svojim otrokom ali ostarelim staršem? Ogroženi so tudi bolni z oslabljenim imunskim sistemom.
3. Naša raziskovalna naloga je potrdila že znano iz drugih tujih študij, da je nevidni svet mikroorganizmov na naših mobilnih telefonih številčen in pester.
4. Raziskovalno nalogo bi bilo potrebno razširiti, in sicer v več pogledih. Nujno bi bilo identificirati bakterijske vrste in odvzete brise pregledati tudi na prisotnost virusov in gliv. Tako bi dobili popolno sliko o vseh mikroorganizmih na naših mobilnih napravah. V raziskovalno nalogo bi bilo potrebno vključiti več dijakov in dijakinj oziroma še bolje, v študijo vključiti tudi druge starostne in poklicne skupine. To so predvsem poklicne skupine, pri katerih je prenos povzročiteljev okužb kritičen. Torej vsi zaposleni v zdravstvenih ustanovah, negovalnih ustanovah, domovih za ostarele, v farmaciji in živilski industriji. Tudi mobilne naprave bi bile lahko vektor za prenos infektivnega agensa med bolniki ali med osebjem in bolnikom. Bi lahko z boljšo higieno ali omejeno uporabo mobilnih aparatov med

službenim časom preprečile kakšno okužbo bolnika ali živila? Zelo verjetno bi z obsežnejšimi raziskavami dobili pritrdilni odgovor. Zato bodimo odgovorni do sebe in drugih s pametno uporabo mobilnih naprav.

7 LITERATURA

- Dragaš A. Z., Škerl M. (2004). *Higiena in obvladovanje okužb*. Izbrana poglavja. Založba ZRC, Ljubljana, 74–96.
- Elsner P. (2006). Antimicrobials and the Skin Physiological and Pathological Flora. *Current Problems in Dermatology*, 33: 35–41.
- Gubina M. (1998). Normalna mikrobna populacija. V: Gubina M., Dolinšek M., Škerl M., *Bolnišnična higiena, Medicinska fakulteta*, Ljubljana, 17–20.
- Hateley P. M., Jumaa P. A. (1999). Hand washing is more common among healthcare workers than the public. *BMJ*, 21(319): 519–524.
- Hrastnik M. (2012). Higiena rok. V: Maze H., Plank D., Drame S., Hrastnik M. *Zdravstvena nega in raziskovanje, Visoka zdravstvena šola v Celju, Celje*, 3–13.
- Ihan A., Muller Premru M., Seme K., Matos T. (2020). V: *Medicinska bakteriologija z mikologijo in parazitologijo, Medicinska fakulteta*, Ljubljana, 21–288.
- Jereb G., Likar K. (2006). Umazane roke – grožnja našemu zdravju. V: Lušič D. *Zbornik radova, Hrvatska udruga za sanitarno inženjerstvo HUSI, Rijeka*, 16 str.
- Jereb G., Ovca A., Bauer A., Tomažič I., Likar K. (2009). Higiena rok med učenci osnovnih šol in njihovimi učitelji v Mestni občini Ljubljana. V: Rugelj D., Sevšek F., *Zbornik predavanj, Raziskovalni dan Zdravstvene fakultete, Ljubljana*, 83–90.
- Jereb G., Ovca A., Čulk N. (2013). Problemi in izzivi umivanja in razkuževanja rok. V: Matič L., Fink A., Vettorazzi R. *Skrb za roke v zdravstveni negi: zbornik predavanj, Srednja zdravstvena šola, Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije – Zveza društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija medicinskih sester v vzgoji in izobraževanju, Ljubljana*, 2–12.
- Kabir A., Audu D. A., Olabisi A., Akitoye C. (2009). The potential role of mobile phones in the spread of bacterial infections. *J Infect Dev Ctries*, 15; 3(8): 628–632.
- Köljalg S., Mändar R., Söber T., Rööp T., Mändar R. (2017). High level bacterial contamination of secondary school students' mobile phones. *Germs*, 1; 7(2): 73–77.

London School of Hygiene & Tropical Medicine. (2011). Contamination of UK mobile phones and hands revealed. Pridobljeno 30. 10. 2024 s spletne strani: <https://www.lshtm.ac.uk/newsevents/news/2011/mobilephones.html>

Sarwat F., Begum K.S., Aarthi V.S. (2015). To compare the efficacy of three different hand hygiene agents in reducing the bacterial load from hands in intensive care areas of a tertiary care hospital. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 4(3): 9–21.

Selim H. S., Abaza A. F. (2015). Microbial contamination of mobile phones in a health care setting in Alexandria, Egypt, 2: 10.

Sepehri G., Talebizadeh N., Mirzazadeh A, (2009). Bacterial Contamination and Resistance to Commonly Used Antimicrobials of Healthcare Workers' Mobile Phones in Teaching Hospitals, Kerman, Iran, *American Journal of Applied Sciences*, 6(5).

Sliwa J. (2003). Another US airport travel hazard – dirty hands, Pridobljeno 30. 10. 2024 s spletne strani: <https://www.eurekalert.org/news-releases/624149>

Tagoe D. N., Ansah E. O., Gyande V. K. (2011). Bacterial Contamination of Mobile Phones: When Your Mobile Phone Could Transmit More Than Just a Call. Pridobljeno 30. 10. 2024 s spletne strani: https://www.researchgate.net/publication/236163036_Bacterial_Contamination_of_Mobile_Phones_When_Your_Mobile_Phone_Could_Transmit_More_Than_Just_a_Call

Zakai A., Mashat A., Abumohssin A., Samarkandi A., Almaghrabi B., Barradah H., Jiman-Fatani A. (2015). Bacterial contamination of cell phones of medical students at King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. *J Microsc Ultrastruct*, 4(3): 143–146.