

KOHILA GÜMNAASIUM

TANNAR TINT

12.B KLASS

KOOLIRUUMIDE ÕHU MIKROFLOORA

JUHENDAJA ÕPETAJA EDITH MAASIK

SISSEJUHATUS

Mikroorganismid on väga väikesed elusorganismid, keda me tavaliselt palja silmaga ei näe. Nende hulka kuuluvad näiteks bakterid, arhed, üherakulised seened, üherakulised vetikad, algloomad. Bakterid – üks rühm mikroorganisme – on planeedi Maa kõige vanemad elusolendid. Nad ilmusid Maale kolm kuni neli miljardit aastat tagasi. Looduses leidub mikroobe kõikjal: õhus, pinnases, vees, sealjuures nii kuuma- kui külmaveeallikates ja jääväljadel. Mikroorganismid on olulised ainevahetuses ja looduse ainerings. Nad lõhustavad ja sünteesivad orgaanilisi ühendeid, nende toimel on tekkinud mitmed maavarad nagu nafta ja kivisüsi, aga ka huumus mullas. Mikroobid elavad ka teiste elusorganismide peal ja sees. Mikroorganismid on universaalsed looduse sanitarid, lagundades surnud organisme, loomade elutegevuse käigus tekkinud ühendeid ning samas ka inimese toodetud jäätmeid. On ilmnenud isegi plastmassidel elutsevaid ja nende lagundamisega hästi toime tulevaid mikroorganisme. Mikroobe kasutatakse laialdaselt toiduainetööstuses: leiva-, piima- ja õlletööstuses, aga ka mitmesuguste ravimite (näiteks antibiootikumid) ja hormoonide (näiteks insuliin) tootmiseks biotehnoloogiliste meetodite abil.

Autori jaoks oli üsna ootamatu teada saada, et terve inimese kehas ja nahal on kümme korda rohkem mikroobe, kui on tema enda keharakke (umbes 10^{14} mikroobi ja 10^{13} keharakku). Enamus neist mikroobidest on peremeesorganismi suhtes heatahtlikud ja elavad inimesega hästi

tasakaalustatud koosluses, tekitades organismis ökosüsteemi. Selline normaalne mikrofloora kaitseb inimest väliskeskkonna kahjulike mikroobide eest (Mikelsaar 1998: 14).

On ka haigusi põhjustavaid mikroobe, neid nimetatakse patogeenseteks ning nende poolt põhjustatud haigusi infektsioon- ehk nakkushaigusteks (Mikelsaar 1998: 14).

Eeldatavalt leidub õhus kõige enam neid mikroobe, kes on pärit mullast, on seotud elusorganismide pindmise mikroflooraga ning tekitavad mitmesuguseid haigusi.

Autor seadis endale eesmärgiks teada saada, kui suur on mikroorganismide hulk meie ümber kooli siseruumide õhus kolmel erineval aastaajal: sügisel, talvel ja kevadel. Kool on uurimiseks sobiv valik, sest asutus on rahvarohke ning inimeste vanuseline koosseis on üsna erinev. Mõõtmisperioodide valik tehti lähtudes kooli õppeaastast ja sellest, mis perioodil on inimeste arv koolis kõige suurem. Lisaks soovis autor võrrelda Kohila Gümnaasiumi ja Rapla Vesiroosi Gümnaasiumi mikrofloorat, et välja selgitada koolide mikrofloorade erinevused.

Püstitati probleem: missugusel aastaajal on mikroorganismide hulk Kohila Gümnaasiumi siseruumide õhus kõige suurem?

Probleemist tulenevalt püstitati hüpotees: kõige rohkem on mikroorganisme Kohila Gümnaasiumi siseruumide õhus sügisel.

Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised ülesanded.

1. Mikroorganismide-alase kirjanduse lugemine ja vajalike teadmiste hankimine.
2. Õhus leiduvate mikroobide ning nende kogumise ja kasvatamise kohta informatsiooni hankimine.
3. Katsete ja katseseadmete ettevalmistamine.
4. Katsete läbiviimine: söötmete koloniseerimine ja mikroorganismide kasvatamine.
5. Külvide mikroskopeerimine, mõõtmine, analüüsimine.
6. Koloniseerimise teostamine paralleelselt Kohila Gümnaasiumis ja Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis.
7. Saadud tulemuste analüüs ja järelduste tegemine.

Uurimistöö koosneb viiest peatükist, millest esimeses tutvustatakse mikroorganismide ehitust, ainevahetust, paljunemist ja kasvu; teises uurimismetoodikat; kolmandas analüüsitakse tulemusi; neljandas tehakse järeldused ja viiendas võrreldakse kahe erineva kooli mikrofloorat.

Autor tänab Salutaguse Pärmivabriku mikrobiolooge Jelena Kirillovat ja Tõnis Relvikut konsultatsioonide ja materjalidega varustamise eest ning Kohila Gümnaasiumi haldusdirektorit Kalmer Vilepilli informatsiooni jagamise eest.

1. MIKROORGANISMID: BAKTERID JA SEENED

Mikrobioloogia uurimisobjektiks on bakterid, viirused, seened ja algloomad. Järgnevalt tutvustatakse lähemalt baktereid ja seeni.

1.1. BAKTERIRAKK JA TEMA METABOLISM

Bakterirakk eksisteerib iseseisvalt, olles organismina võimeline teostama kõiki eluks vajalikke funktsioone: toitumist, hingamist, paljunemist ja ellujäämisvõimet erinevates tingimustes. Selleks kõigeks on mikroobirakus mitmesugused struktuurid: raku tsütoplasma, genoom, tsütoplasma membraan, rakukest, kihn, fimbriad ja viburid (Mikelsaar 1998: 36).

Bakterid, olles prokarüoodid (terminite seletused vt lisa 1), koosnevad 75%–85% ulatuses veest ning samadest süsivesikutest, lipiididest, valkudest ja nukleiinhapetest nagu kõik eukarüoodid. Kõigis elusolendites toimuvad põhimõtteliselt sarnased biokeemilised ainevahetusreaktsioonid. Mikroob muudab toitained endale sobivaks ja ehitab üles mikroobiraku. Assimilatsiooniga seostatakse mikroobide toitumist, dissimilatsiooniga aga mikroobide hingamist. Lisaks neile protsessidele on olemas ka sekundaarne ainevahetus, mille käigus mikroobid produtseerivad mõningaid aineid, mis pole otseselt vajalikud mikroobirakkude pooldumiseks ja kasvuks. Selle näiteks on antibiootikume eritavad bakterid, kes kuuluvad *Bacillus* ja *Streptomyces* perekonda ja mitmed seened nagu *Penicillium* (Mikelsaar 1998: 47). Antibiootikume toodavad mikroorganismid konkurentsi vähendamiseks (Alamäe jt 2000: 44).

Mikroobide toitumine toimub energia neeldumisega. Rohkem kui teised elusolendid sõltuvad mikroobid oma elutegevuses väliskeskkonna tingimustest. Mikroobide ainevahetusprotsesside ulatus ja kiirus on tagatud paljude ensüümide olemasoluga. Mikroobid jaotatakse energiaallikate alusel organotroofideks, litotroofideks, fototroofideks ja paratroofideks. Mikroobirakk vajab oma elutegevuseks ka mitmeid keemilisi elemente. Kõige olulisem nendest on süsinik, mille vajaduse alusel jaotatakse organismid nelja gruppi: heterotroofid, autotroofid, mesotroofid ja hüpotroofid (Mikelsaar 1998: 48–49).

1.2. BAKTERITE PALJUNEMINE JA KASV

Bakteriraku kasvuks nimetatakse tema võimet sünteesida oma raku komponente ja assimileerida energiat, mille tulemuseks on raku suurenemine ja sellele järgnev pooldumine. Kasvu laiem mõiste on mikroobide paljunemine ning enamasti kasutataksegi kasvu terminit paljunemise tähenduses. Seega on kasv bakteripopulatsiooni kuuluvate isendite arvu mitmekordistumine (Mikelsaar 1998: 56).

Bakterid paljunevad pooldumise teel, kus ühest rakust saab kaks tütarrakku. Aega, mis kulub selleks jagunemiseks, nimetatakse generatsiooniajaks ehk pooldumisajaks. Näiteks kiiresti paljunevatel soolekepikestel (*Escherichia coli*) kulub selleks keskmiselt 20–30 minutit (Mikelsaar 1998: 56).

Paljunemine toimub geomeetrilises progressioonis (2→4→8→16 rakku) ja kui selline kasv toimuks pidevalt, saavutaksid paljunevad bakterid ühe aastaga päikese massi. Looduses eksponentsiaalne kasv ei realiseeru, sest ainevahetuseks vajalikud ained lõppevad, hapniku hulk väheneb, vesinikioonide hulk suureneb (keskkonna pH langeb), toksilised lõpp-produktid kuhjuvad. Kiiresti kasvavatel bakteritel kestab tasakaalustatud kasvu periood vaid ligikaudu 30 minutit ja täielik kasvu lõppemine saabub 18–24 tunni järel. Seda aega on aga võimalik pikendada, kui olemasolevat söödet asendatakse uuega (Mikelsaar 1998: 56–57).

Rakkude kasvamine on kompleksne protsess, mille realiseerumiseks peavad toimuma järgmised sündmused:

- toitainete sisenemine rakku;
- rakku sisenenud toitainete muutmine energiaks ja rakukomponentideks;
- DNA replikatsioon;
- raku mõõtmete ja massi suurenemine;
- raku jagunemine tütarakkudeks, kes mõlemad sisaldavad koopiat genoomist ja on identsed ka teiste eluliste komponentide poolest.

Rakkude kasvu tulemusena rakupopulatsioon suureneb.

1.3. SEENTE EHITUS, TOITUMINE JA PALJUNEMINE

Seened on looduses vabalt elavad eriilmelised organismid. Looduses osalevad seened aktiivselt orgaanilise aine lagundamises. Seened on ka mitmete haiguste põhjustajateks. Peaaegu alati

leidub seeni inimese kehapinnal ning seedekulglas. Seni on kirjeldatud üle 200 000 seeneliigi. Inimesel põhjustab haigusi umbes 100 liiki (Mikelsaar, Mändar 1998: 26).

Erinevalt bakteritest kuuluvad seened eukarüootide hulka ning seetõttu esinevad neil ka kõik eukarüootide rakkudele omased tunnused: rakutuum, selles asetsevad kromosoomid, tuumamembraan, mitokondrid, Golgi kompleks, tsütoskelett ning ribosoomid.

Seente mõõtmed varieeruvad suurtes piirides. Nii võib tegemist olla rakkudega, mille läbimõõt on ainult 2–3 μm , kui ka selliste seentega, mille mütseele ja viljakehasid on võimalik silmaga näha. Seetõttu on ka kolooniate läbimõõt võrreldes bakteritega erinev. Eriti suured on hallitusena kasvavad kolooniad oma seeneniidistiku tõttu (Mikelsaar, Mändar 1998: 26–27).

Inimesele patogeensete seente hulgas esineb kaks erinevat vormi: hallitusseened ehk hallikud ja pärmilaadsed seened ehk pärmid.

Hallitusseened koosnevad seeneniididest ehk hüüfidest, mis kasvades ja läbipõimudes moodustavad mütseeli ehk seeneniidistiku. Silmaga vaadates on hallitusseene pealispind vatjas või sametine, meenutades puuvilla või viljunud võilille ning on sõltuvalt liigist erineva värvusega.

Pärmilaadsete seente puhul on tegemist üherakulise ümara või ovaalse kujuga rakkudega. Seened on heterotroofid. Energeetiliste ja ehituslike funktsioonide rahuldamiseks on vajalik orgaaniliste ühendite olemasolu keskkonnas. Seente metaboolne aktiivsus on kõrge. Enamik seeni on aeroobid, kuid mõned suudavad kasvada ka anaeroobsetes tingimustes (Mikelsaar, Mändar 1998: 27).

Enamik pärmseeni paljuneb pungumise teel, väike osa pooldub sarnaselt bakteritele. Pungumisel on tegemist emarakust väljakasvava ümmarguse või ovaalse moodustisega, mis eraldudes saab uueks rakuks (Mikelsaar, Mändar 1998: 27).

Teatud seened on võimelised kasvama kas ainult hallitusena või siis pärmidena. Paljudel inimestele patogeensetel seentel esineb aga dimorfism ehk kasv kahe faasina – kudedes kasvavad nad pärmseentena, kuid looduses või kunstlikul söötmel ning sobival temperatuuril on hallikud. Pärmide faasi kasv peab toimuma komplekssoötmel temperatuuril 35...37 °C. Hallikuna kasvamiseks peab temperatuur olema madalam ning vajalik on ka minimaalsete toitainete olemasolu söötmel. Seetõttu kasvavad paljud inimesele patogeensed seened väliskeskkonnas temperatuuril 25°...28 °C hallitusena, inimese kehatemperatuuril 37 °C aga pärmseentena

(Mikelsaar, Mändar 1998: 28). Paljunemiseks on seentel eosed ehk spoorid, näiteks on need hallikutel.

Seente toime inimorganismile võib olla mitmesugune. Meditsiinilisest vaatepunktist võib seente poolt põhjustatud haigused jagada kolme suurde rühma: mükotoksikoosid, allergilise geneesiga seenhaigused ja mükoosid. Mükooside all mõistetakse seente poolt põhjustatud haigusi, millega kaasneb seente kasv ja paljunemine inimese organismis. Bakteriaalsetele ja viiruslikele haigustele omane haiguse äge kulg on seennakkuste puhul haruldane (Mikelsaar, Mändar 1998: 26–30).

1.4. SEENTE LEVIK SISERUUMIDES

Majades, kus on niiske, tekivad peagi seentega seotud probleemid. Kasvama hakkavad mitmesugused puitu lagundavad seened ning kui puitkonstruktsioonide niiskusesisaldus on suurem kui 20%, hakkab nende vastupidavus peagi vähenema, viies konstruktsioonide lagunemiseni. Õhus leidub alati seeneeoseid ja kui on piisavalt niiske, siis hakkavad ruumis levima hallitus- ja pärmseened. Hallitused katavad oma substraadi mõne päevaga, seejuures valmib tuhandeid uusi eoseid, mis vabanevad ümbritsevasse õhku ja hakkavad omakorda arenema. Ruumis võivad hallitused kasvama hakata niiskel tapeedil või puidul. Hallikud tekitavad kopitanud lõhna, muudavad materjalide värvi ja põhjustavad ruumi püskasutajatele terviseprobleeme (Bech-Andersen 2005: 3).

Et teada saada pärmseente ja hallikute mõju inimese tervisele, konsulteeriti Salutaguse Pärmivabriku mikrobioloog Tõnis Relvikuga. Pärmseened ei ole tervele inimesele ohtlikud ja tervet inimest ei mõjuta ka hallitusseened. Probleem ilmneb nõrga tervisega või immuunsuspuudulikkusega inimestel. Antud grupile on nii pärmid kui ka hallitused kahjulikud, sest on võimalus, et need hakkavad organismis paljunema piirkondades, kus on piisavalt niiskust ja soojust. Sobivaks paigaks on näiteks kopsud, kus on mikroobide paljunemiseks soodsad tingimused. Nendesse satuvad hallituste ja pärmide rakud hingamisel ning sadestuvad kopsude sisepinnale, alustades paljunemist ja kolooniate moodustamist. Pidev hallitustega kokkupuutumine ruumis on ohtlik kõigi tervisele. Just erinevate seenorganismide eosed võivad inimestel põhjustada mitmesuguseid allergiaid.

2. MATERJAL NING METOODIKA

Uurimistöös on kasutatud mikroorganismide sadestusmeetodit. Suletud ja steriilsed PCA (plaadiloendusagar, inglise keeles *plate count agar*) söötmega Petri tassid (saadud Salutaguse Pärmivabrikust) jäeti 10 minutiks erinevatesse Kohila Gümnaasiumi paikadesse avatuna aknalaudadele või samale kõrgusele (1 m põrandast) õhu kätte seisma (joonis 1). Gravitatsiooni tõttu sadenevad õhus leiduvad mikroobid söötmeplaadile. Proovid võeti ühes korduses.



Joonis 1. Söötme koloniseerimine

Uurimispaiku oli kokku kümme ning kolmes paigas tehti vaatlusi kaks korda ühe mõõtmisperioodi kestel (vastavalt koolitunni alguses ja lõpus). Antud töös on mõned uurimispaigad tähistatud vastavalt „vana maja“ ja „uus maja“. Need nimetused on kujunenud välja koolisesest seoses kooli ajalooa. Kuna Kohila Gümnaasium on läbi oma ajaloo kasvanud, siis on kooli eri osad ehitatud erinevatel aegadel. Algne koolimaja (vana maja) valmis 1961. aastal ning selle juurdeehitus (uus maja) valmis 1977. aastal. Vanas majas töötavad 1.–4. klassid ja uues majas 5.–12. klassid.

Uurimispaigad

- Uue maja II korruse koridor (koloniseerimine tehti 4. tunni alguses)

- Bioloogia klass II korrusel (koloniseerimine tehti nii 1. tunni alguses kui ka 1. tunni lõpus)
- Uue maja II korruse tütarlaste tualettruum (koloniseerimine tehti 4. tunni alguses)
- Uue maja II korruse noormeeste tualettruum (koloniseerimine tehti 4. tunni alguses)
- Klass nr. 210 II korrusel (koloniseerimine tehti nii 3. tunni alguses kui ka 3. tunni lõpus)
- Klass nr. 312 III korrusel (koloniseerimine tehti 5. tunni alguses)
- Klass nr. 307 III korrusel (koloniseerimine tehti nii 3. tunni alguses kui ka 3. tunni lõpus)
- Vana maja III korruse koridor (koloniseerimine tehti 3. tunni alguses)
- Garderoob I korrusel (koloniseerimine tehti 1. tunni alguses)
- Söökla I korrusel (koloniseerimine tehti 3. söögivahetunnil)

Kokku sooritati kolmteist vaatlust ühe mõõtmisperioodi jooksul. Kokku oli kolm erinevat mõõtmisperioodi:

- november 2011,
- veebruar 2012,
- aprill 2012.

Pärast proovide võtmist suleti tassid kaanega ning kuna koolis pole termokappi, siis hoiti neid klassis radiaatori juures ning eeldati, et keskkond on üsna stabiilne. Nädal aega lasti söötmetele kogunenud mikroorganismidel kasvada ja paljuneda. Kui söötmele on sattunud bakter, hakkab ta seal kiiresti paljunema, sest söötmes on piisavalt tema eluks sobivaid toitaineid. Bakterite pooldumisel moodustunud rakud aga ei saa teineteisest tahkel söötmel eristuda ning jäävad kokku. Nii moodustubki bakterikoloonia. Selliseid kolooniaid on võimalik palja silmaga jälgida.

Nädala möödudes olid tekkinud kolooniaid täielikult eristatavad suuruse ja värvi järgi. Koos bakteritega olid söötmetel paljunenud ka mitmed teised mikroorganismid nagu näiteks pärm- ja hallitusseened, keda on samuti palja silmaga näha ning teistest mikroorganismidest erinevad need värvuse, kuju ja suuruse poolest. Selliseid kolooniaid saab juba täpsemalt uurida. Loeti üle kõik kolooniaid, mida oli võimalik näha ning eristati need värvi järgi. Seejärel mõõdeti ära kolooniade suurused. Uurimistöös kasutati selleks ruudulisest paberist ketast (4 ruudu pindala 1 cm²; 1 ruudu

pindala 0,25 cm²), mille pindala on võrdne Petri tassi aluse pindalaga. Uurides kolooniaid mikroskoobis, sai ligikaudselt kindlaks määrata nende pindalad ruutsentimeetrites. Kolooniad, mille pindala ei olnud võimalik antud meetodiga täpselt kindlaks määrata, märgiti üles kui väga väikesed. Lisaks kolooniad pildistati.

Mikroobide arvu leidmiseks ühes kuupmeetris õhus konsulteeriti Salutaguse Pärmivabriku mikrobioloogi Jelena Kirillovaga, kellelt saadi valem mikroorganismide hulga arvutamiseks õhus:

$$\frac{\textit{kolooniate arv} \times 100 \times 5 \times 100}{\textit{Petri tassi pindala} \times \textit{aeg}} = \textit{mikroobide arv 1 m}^3 \textit{ õhus}$$

(1)

Valemis on kasutatud seost, et 5 minuti jooksul sadestub 100 cm² söötme pinnale ligikaudu sama palju mikroobe, kui neid on 10 liitris õhus. Täpsemad kirjeldused valemis esinevatele suurustele on järgmised:

- kolooniate arv – kolooniate arv Petri tassil;
- 100...100 cm² – söötme pind;
- 5 – aeg minutites, mille jooksul sadestunud mikroobide arv on võrdne 10 liitris õhus sisalduvate mikroobide arvuga;
- 100 – üleminek (teisendamine) 10 liitrit 1 kuupmeetriks (1 m³ = 1000 liitrit);
- Petri tassi pindala – ühe Petri tassi pindala, mis on ligikaudu 63,62 cm² (arvutatud valemiga $S = \pi r^2$. On teada, et Petri tassi diameeter on ligikaudu 9 cm, seega raadius on ligikaudu 4,5 cm);
- aeg – aeg minutites, mil Petri tass oli avatud ning mikroobid said sellele sadestuda;
- mõõtühikuks on pmü/m³ (kolooniat moodustav ühik ehk mikroobe kuupmeetri õhu kohta);

Mikroobikolooniate liikide määramiseks konsulteeriti Salutaguse Pärmivabriku mikrobioloogi Tõnis Relvikuga, kes väitis, et suure tõenäosusega on kõigi valgete, mõningate kollaste ja punakate kolooniate puhul tegemist pärmseentega. Pärmseenekoloonia tunneb ära selle suuruse järgi, mis on kogukam kui bakteritel. Ka hallituste kolooniad on suuremad kui bakterite omad. Nende erinevus ilmneb juba rakutasandil – hallitus- ja pärmseente rakud on bakterite rakkudest

suuremad. Kollase värvusega kolooniate hulgas on hinnanguliselt nii bakterite kui ka pärmseente omi. Pärmseente kolooniad on tõenäoliselt suurema pindala ja kandilisema sisestruktuuriga. Bakterid moodustavad väiksema pindala ja eredama värvusega kolooniaid. Punakate kolooniate hulgas on samuti nii pärmseene- kui ka bakterite kolooniaid ning sarnaselt kollastele on ka suuremad ja tuhmima värvusega punakad mikroobikolooniad pärmid (nn roosa pärm). Pärmide tunnuseks võib lisaks aktiivsemale kasvule pidada ka suuremat arvukust. Bakterite kolooniad on eredama punase pigmentatsiooniga ja nende arvukus on väiksem kui pärmide puhul (baktereid on tavaliselt 1–3 kolooniat ühel koloniseerimisel, pärme on tavaliselt rohkem).

3. TULEMUSED JA ANALÜÜS

Uurimiskohtadeks valiti kooli erinevad paigad: uue maja II korruse koridor, bioloogiaklass, uue maja II korrus tütarlaste tualettruum, klass nr 307, vana maja III korruse koridor, garderoob, uue maja II korrus noormeeste tualettruum, söökla, klass nr 210 ja klass nr 312.

Esimene koloniseerimine toimus 22.11.2011, teine koloniseerimine toimus 14.02.2012 ning kolmas koloniseerimine toimus 10.04.2012. Nädala möödudes loetleti, mõõdeti ja pildistati mikroobikolooniad.

Erinevates kooliruumides saadi järgmised tulemused.

1. Uue maja II korruse koridor, koloniseerimine tehti 4. tunni alguses

Selles vaatluspaigas koloniseeritud Petri tassis kasvas novembris kolme eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased, oranžid) ning arvuliselt oli kõige rohkem valgeid (vt lisa 2, tabel 2). Oranže oli vaid üks, aga pindalalt oli see suurim, seega kasvasid seda värvi mikroobid kõige kiiremini. Kolooniate arvust lähtudes oli mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim valgete puhul.

Veebruaris kasvas uue maja teisel korrusel koloniseeritud Petri tassis vaid kollaseid ja valgeid mikroobikolooniaid ning nende ligikaudne arv oli võrdne, mõlemaid viis, mistõttu oli ka mikroorganismide ligikaudne arv õhus võrdne (vt lisa 2, tabel 3). Võis aga märgata, et kollaste kolooniate ligikaudne kogupindala oli veidi suurem ning seetõttu võib järeldada, et kollased mikroobid kasvasid kiiremini.

Aprillikuu proovis kasvasid koloniseerimise tulemusena välja valged, kollased ja oranžid mikroobikolooniad ning üks suure pindala hallitusseenekoloonia, mis oli kõigi mõõtmiste

pindalalt suurim mikroorganismikoloonia üldse (vt lisa 2, tabel 4). Bakterite kolooniad jäid aprillis nii arvuliselt kui ka kogupindalalt tagasihoidlikuks ning seega oli ka mikroobide arvutuslik üldarv õhus väikseim võrreldes novembri ja veebruari mõõtmistulemustega.

2. Bioloogia klass, koloniseerimine tehti 1. tunni alguses

Novembris esimese tunni alguses koloniseeritud Petri tassis kasvas kahte eri värvi mikroobikolooniaid (valged ja kollased), millest küll arvuliselt oli rohkem kollaseid, aga kogupindalalt olid suuremad valged mikroobikolooniad, seega kasvasid valged kolooniad kiiremini (vt lisa 3, tabel 5). Lähtudes kolooniate arvust oli ligikaudne mikroobide arv õhus suurem kollaste puhul.

Ka veebruaris kasvas bioloogia klassis esimese tunni alguses koloniseeritud Petri tassis ainult valgeid ning kollaseid mikroobikolooniaid (vt lisa 3, tabel 6). Sel korral oli suurem nii valgete mikroobikolooniate ligikaudne arv kui ka kogupindala, millest võib järeldada, et valgeid mikroobikolooniad leidsid õhus rohkem ning nad kasvasid kiiremini.

Aprillikuu proovis kasvasid välja kolme eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased ja punased), millest arvuliselt oli kõige rohkem valgeid ning seetõttu oli ka nende ligikaudne arv õhus suurim (vt lisa 3, tabel 7). Ka kogupindala oli antud vaatlusel just valgete kolooniate puhul kõige suurem, seega oli nende kasv samuti kõige kiirem.

3. Bioloogia klass, koloniseerimine tehti 1. tunni lõpus

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis olid eristatavad kolme värvi kolooniad (valged, kollased ja punased) (vt lisa 4, tabel 8). Kolooniate pindalad jäid tagasihoidlikuks ning sellest võib järeldada, et mikroobide paljunemise aktiivsus antud koloniseerimisel ei olnud suur. Siiski oli arvu poolest kõige rohkem valgeid kolooniaid ning seetõttu oli nende kolooniate puhul ka mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim.

Veebruaris olid sarnaselt novembrile jällegi Petri tassis eristatavad valged, kollased ja punased mikroobikolooniad (vt lisa 4, tabel 9). Sel korral oli suurim nii valgete kolooniate arv kui ka kogupindala, mille tõttu võib väita, et nende kasv oli kõige kiirem ning ka mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim.

Aprillikuu proovis kasvasid välja ainult valged ja kollased mikroobikolooniad (vt lisa 4, tabel 10). Arvuliselt oli rohkem kollaseid, mistõttu oli neid moodustanud mikroorganismide ligikaudne

arv õhus samuti suurim. Pindalalt olid aga suuremad valged kolooniad ning sellest võib järeldada, et nende kasv oli kiirem.

4. Uue maja II korrus tütarlaste tualettruum, koloniseerimine tehti 4. tunni alguses

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis olid eristatavad valged ja kollased mikroobikolooniad (vt lisa 5, tabel 11). Kuna valgete kolooniate arv oli suurem, siis oli neid mikroobe õhus rohkem. Pindalalt olid natuke suuremad kollased kolooniad, seega saab järeldada, et nende kasvamine oli ka pisut kiirem.

Sarnaselt novembrile oli ka veebruari vaatlustes märgata ainult kollaseid ning valgeid mikroobikolooniaid (vt lisa 5, tabel 12). Seekord oli kollaste kolooniate arv suurem ning sellest tulenevalt oli ka vastavaid mikroobe õhus rohkem. Pindalalt on aga pisut suurem valge koloonia, mistõttu võib järeldada, et nende organismide kasvamine oli kiirem.

Aprillis leidis Petri tassis oleval söötmel lisaks valgetele ja kollastele ka punane mikroobikoloonia (vt lisa 5, tabel 13). Valgete ja kollaste kolooniate arvud on võrdsed, seega ka nende mikroorganismide ligikaudne arv. Kuigi valgete kolooniate kogupindala oli veidi suurem kui kollastel, võib pindalade vähese erinevuse tõttu siiski väita, et ka paljunemine oli mõlema koloonia puhul sarnase intensiivsusega. Kuna punast mikroobikolooniat oli vaid üks, siis leidis neid mikroorganisme õhus kõige vähem.

5. Uus maja II korrus noormeeste tualettruum, koloniseerimine tehti 4. tunni alguses

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis kasvasid välja valged, kollased ja oranžid mikroobikolooniad ning hallitusseenekoloonia (vt lisa 6, tabel 14). Kõige rohkem oli antud vaatluses kollaseid mikroobikolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid kõige suuremad valged, kollased ning hallitusseenekolooniad.

Nagu novembris, oli ka veebruari vaatluses eristatavad valge ja kollane mikroobi- ning üks hallitusseenekoloonia (vt lisa 6, tabel 15). Vaid oranži mikroobikoloonia asemel oli punane. Kõiki kolooniaid leidis söötmel üks ning sellest tulenevalt oli erinevate mikroorganismide arv õhus enam-vähem võrdne. Pindalalt oli suurim hallitusseenekoloonia.

Aprillikuu proovis olid eristatavad ainult üks valge ning kaks kollast mikroobikolooniat (vt lisa 6, tabel 16). Kuna kollaseid kolooniaid oli rohkem, siis sellest tulenevalt oli ka vastavalt

nende mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurem. Pindalalt oli aga valge koloonia suurim, mistõttu võib järeldada, et need mikroorganismid kasvasid kõige kiiremini.

6. Klass nr. 210, koloniseerimine tehti 3. tunni alguses

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis kasvas välja nelja eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased, oranžid ja hallitusseened) (vt lisa 7, tabel 17). Arvult oli kõige rohkem valgeid kolooniaid ning seetõttu oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid suurimad hallitusseenekolooniad.

Sarnaselt novembrile olid veebruari proovis eristatavad valged, kollased ja hallitusseenekolooniad (vt lisa 7, tabel 18). Ainult varasem oranž koloonia oli asendunud punasega. Arvult oli seekord kõige rohkem kollaseid mikroobikolooniaid ning seega oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt oli ka nüüd suurim hallitusseene koloonia.

Aprilli proovis tuli ilmsiks rohkem erinevaid mikroobikolooniaid, kui selle mõõtmispaiga varasemates proovides oli esinenud (vt lisa 7, tabel 19). Peale enamlevinud valgete ja kollaste leidus seekord ka oranže, läbipaistvaid ja pruune mikroobikolooniaid. Sarnaselt novembrile oli ka seekord kõige rohkem valgeid kolooniaid ning sellest tulenevalt oli vastavate mikroobide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid suurimad valged ja pruunid kolooniad, mis olid enam-vähem ühesuurused. Sellest võib järeldada sarnast paljunemisaktiivsust.

7. Klass nr. 210, koloniseerimine tehti 3. tunni lõpus

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis kasvas välja nelja eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased, punased ja hallikud) (vt lisa 8, tabel 20). Arvult oli kõige rohkem valgeid kolooniaid ning sellest lähtudes oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt oli suurim hallitusseenekoloonia.

Erinevalt novembrist kasvasid veebruari koloniseerimise tulemusena välja vaid kolm kollase värvusega mikroobikolooniat (vt lisa 8, tabel 21). Kolooniate vähesuse tõttu jäi ka mikroorganismide ligikaudne arv õhus tagasihoidlikuks. Samuti olid kõik kolooniad oma pindalalt üsna väikesed, mistõttu võib järeldada, et nende kasvamine ei olnud kuigi kiire.

Aprilli proovis kasvas seekord kolme eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased ja hallitusseened) ning arvult oli kõige rohkem kollaseid kolooniaid (vt lisa 8, tabel 22). Sellest

tulenevalt oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt oli kõige suurem hallitusseenekoloonia.

8. Klass nr. 312, koloniseerimine tehti 5. tunni alguses

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis kasvas nelja eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased, punased ja hallitused) ning arvult oli kõige rohkem valgeid (vt lisa 9, tabel 23). Sellest tulenevalt oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid kõige suuremad hallitusseenekolooniad.

Veebruari koloniseerimise tulemusena kasvas lisaks enamlevinud valgetele ja kollastele kolooniatele välja ka erakordselt palju erinevaid hallitusi (musta südamikuga, hõreda struktuuriga valged, tiheda struktuuriga valged ning pruunika värvusega hallitused) (vt lisa 9, tabel 24). Arvult oli kõige rohkem musta südamikuga hallitusi, mistõttu oli ka vastavava hallituse eoste ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid suurimad valge värvusega hallitused ning kõige suurem koloonia oli valge hõreda struktuuriga hallitusseenel. See annab alust järeldada, et sellel oli ka kõige kiirem kasv.

Sarnaselt veebruarile kasvas ka aprilli proovis erakordselt palju eri värvi mikroobikolooniaid (valged, kollased, oranžid, punased, hõreda struktuuriga pruunikad hallitused ning musta südamikuga hallitused) (vt lisa 9, tabel 25). Arvult oli seekord kõige rohkem kollase värvusega kolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid kõige suuremad pruuni värvi ja hõreda struktuuriga hallitusseenekolooniad.

9. Klass nr. 307, koloniseerimine tehti 3. tunni alguses

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis sai eristada valgeid, kollaseid ning punaseid kolooniaid (vt lisa 10, tabel 26). Väga arvukalt esines punaseid kolooniaid. Selle võis põhjustada tilkvesi Petri tassi kaanel, mis söötmele sattudes levitas mikroorganisme pikki söödet (joonis 2). See on üks võimalik oletus, millele viitab asjaolu, et kolooniad asetsevad üksteise kõrval ning on eristatav trajektoor, mida mööda võis mikroorganisme levitanud tilkvesi liikuda. Pindalalt jäid aga kolooniad üsna tagasihoidlikuks.



Joonis 2. Tilkvee põhjustatud mikroobide levik söötmel

Veebruaris kasvasid Petri tassis valged, kollased ning hallitusseenekolooniad. Seekord oli kõige rohkem kollaseid mikroobikolooniaid, mistõttu oli ka õhus kõige rohkem just neid mikroorganisme (vt lisa 10, tabel 27). Pindalalt olid suurimad nii valged kui ka kollased kolooniad, mis olid ligikaudu sama suurusega. Sellest võib järeldada, et ka nende kasvukiirus oli sarnane.

Nagu novembriski, kasvasid aprillis välja valged, kollased ja punased mikroobikolooniad (vt lisa 10, tabel 28). Sarnaselt veebruari mõõtmistele oli ka aprillis arvult kõige rohkem kollaseid kolooniaid. Seekord oli punaste mikroobikolooniade arv üsna tagasihoidlik. Pindalalt olid suurimad valged mikroobikolooniad, mistõttu võib järeldada, et nende kasvamine oli kõige kiirem.

10. Klass nr. 307, koloniseerimine tehti 3. tunni lõpus

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassid olid eristatavad valged ja kollased kolooniad (vt lisa 11, tabel 29). Kollaseid kolooniaid oli rohkem kui valgeid, kuid üldiselt oli mõlemat värvi koloniade hulk erakordselt suur ning sellest tulenevalt oli ka mikroorganismide

ligikaudne arv õhus suur. Kolooniade suurest arvust hoolimata olid nende pindalad tagasihoidlikud ning sellest võib järeldada, et nende kasv ei olnud kiire.

Nagu novembris, olid ka veebruaris eristatavad valged ja kollased mikroobikolooniad (vt lisa 11, tabel 30). Seekord oli rohkem kollaseid kolooniad, mistõttu oli ka nende mikroobide ligikaudne arv suurem. Sama võib öelda ka kolooniade pindalade kohta, mis olid samuti veidi suuremad kollaste kolooniade puhul. Sellest saab järeldada, et ka nende kasvamine oli kiirem.

Aprillikuu proovis kasvas välja haruldaselt palju erinevaid mikroobikolooniaid (vt lisa 11, tabel 31). Lisaks enamlevinud valgetele ja kollastele kolooniadele leidis ka punane, oranž, lilla ja must mikroobikoloonia ning kolm hallitusseenekolooniad. Arvult oli kõige rohkem kollaseid mikroobikolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroobide ligikaudne arv õhus kõige suurem. Pindalalt olid suurimad hallitusseenekolooniad.

11. Vana maja III korruse koridor, koloniseerimine tehti 3. tunni alguses

Selles vaatluspaigas novembris koloniseeritud Petri tassis olid eristatavad valged, kollased, oranžid ning ka hallitusseenekolooniad (vt lisa 12, tabel 32). Kõige rohkem oli kollaseid mikroobikolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroorganismide hulk õhus kõige suurem. Pindalalt olid kõige suuremad kaks hallitusseenekolooniad ning valget värvi kolooniad.

Erinevalt novembri mõõtmistest oli veebruaris välja kasvanud vaid valged ja kollased mikroobikolooniad (vt lisa 12, tabel 33). Arvuliselt oli jällegi rohkem kollaseid, mistõttu oli suurem ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus. Pindalalt olid aga suuremad valged mikroobikolooniad, millest võib järeldada nende kiiremat kasvu.

Aprilli mõõtmistes sai jällegi eristada lisaks valgetele ja kollastele kolooniadele ka oranžid kolooniad ning hallitusseenekolooniad (vt lisa 12, tabel 34). Need tulemused sarnanevad novembri mõõtmistega, aga mitte veebruari omadega. Kõige rohkem oli, nagu ka eelmistel mõõtmistel, kollaseid kolooniaid, mistõttu osutus vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurimaks. Kõige suurema pindalaga olid hallitusseente ning valge värvusega mikroobikolooniad.

12. Garderoob, koloniseerimine tehti 1. tunni alguses

Garderoobis novembris koloniseeritud Petri tassis olid eristatavad valged, kollased ja punased bakterikolooniad ning kaks hallitusseenekolooniad (vt lisa 13, tabel 35). Kõige rohkem oli selles

vaatluses valgeid mikroobikolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroobide ligikaudne arv õhus suurim. Pindala oli kõige suurem hallitusseenekolooniatel.

Nagu novembris, olid ka veebruaris välja kasvanud valged, kollased ning hallitusseenekolooniad, vaid punaseid mikroobikolooniaid sel mõotmisel ei olnud (vt lisa 13, tabel 36). Kõige rohkem oli seekord kollaseid mikroobikolooniaid. Seetõttu oli neid mikroobe ka õhus kõige enam. Suurima pindalaga oli jällegi hallitusseenekoloonia, mis kiire kasvu tõttu omandas üsna suured mõõtmed teiste antud uurimispaiga kolooniatega võrreldes.

Aprillis olid eristatavad vaid valged ja kollased kolooniad (vt lisa 13, tabel 37). Sarnaselt veebruari koloniseerimisele oli ka seekord rohkem kollaseid kolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroobide hulk õhus kõrgem valged kolooniad moodustanud mikroobide omast. Pindala oli kollastel kolooniatel samuti veidi suurem, seetõttu võib järeldada ka nende kiiremat kasvamist.

13. Söökla, koloniseerimine tehti 3. söögivahetunnil

Sööklas novembris koloniseeritud Petri tassid kasvasid välja valged, kollased ja punased mikroobikolooniad (vt lisa 14, tabel 38). Kõige rohkem oli valgeid kolooniaid, mistõttu oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindalalt olid samuti suurimad valged kolooniad, seetõttu võib järeldada, et nende kasvamine oli kõige kiirem.

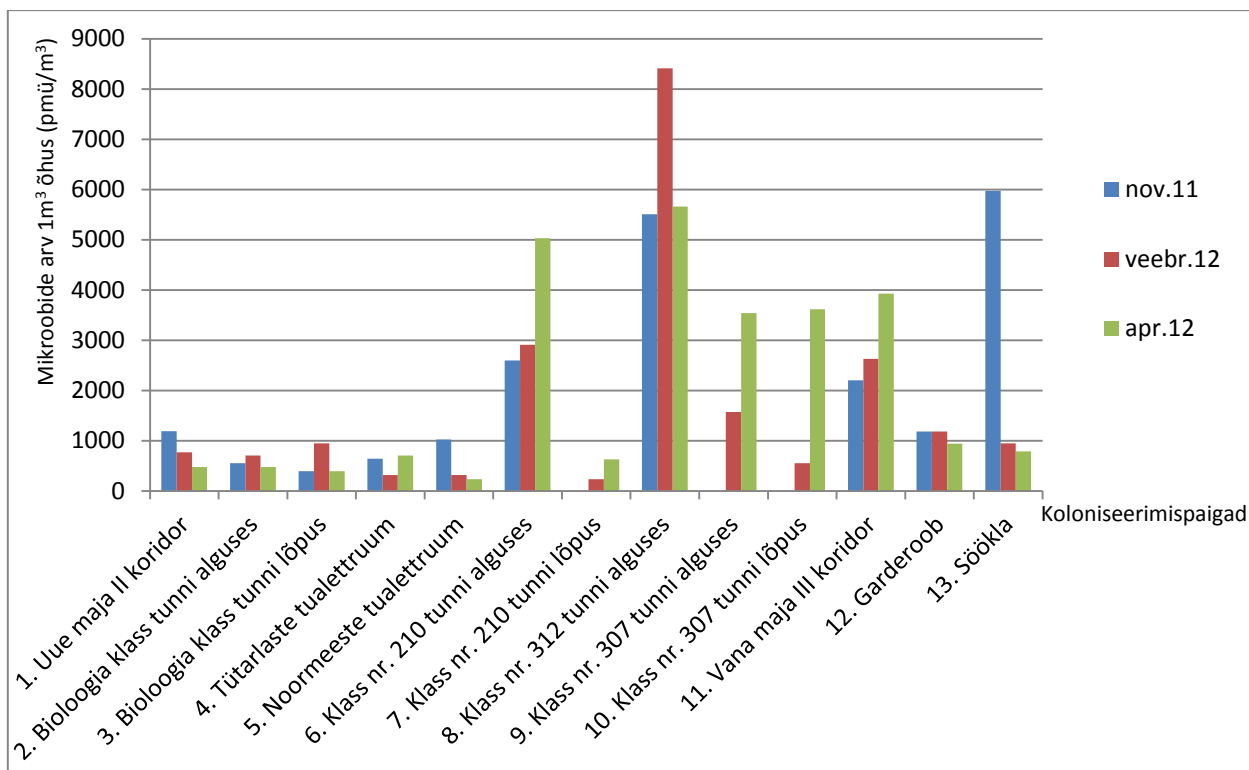
Veebruari koloniseerimisel olid eristatavad valged, kollased ja hallitusseenekolooniad (vt lisa 14, tabel 39). Arvult oli kõige rohkem kollaseid kolooniaid ning seetõttu oli ka vastavate mikroorganismide ligikaudne arv õhus suurim. Pindala oli suurim hallitusseenekoloonial. Valged ning kollased kolooniad olid ligikaudu ühesuurused, mistõttu võib järeldada, et nad kasvavasid sarnase kiirusega.

Söökla aprillikuu proovis kasvasid välja ainult kollased ja valged mikroobikolooniad (vt lisa 14, tabel 40). Nagu veebruaris, oli ka seekord arvult rohkem kollaseid mikroobikolooniaid, mistõttu oli ka vastavaid mikroorganisme õhus rohkem kui teisi. Pindalalt olid aga suuremad valged kolooniad, mis kinnitab nende kiiremat kasvamist.

4. JÄRELDUSED

Eestis ei ole kehtestatud töö- ega eluruumidele hügieeninorme, mis määraksid hallikute, pärmide ja bakterite arvud pindadel või õhus (Bech-Andersen 2005: 9). Siiski selgus mõotmistulemustest, et igal aastaajal on koolis ruume, kus mikroobide sisaldus õhus on küllaltki kõrge (joonis 3).

Ühelgi vaadeldud perioodil ei olnud mikroobide arv õhus stabiilselt kõige kõrgem, vaid varieerus paiguti.



Joonis 3. Mikroorganismide arv erinevates vaatluspaikades (andmed lisas 15)

Võimalikult objektiivsete tulemuste saamiseks ei arvestatud vaatluspaikade nr. 7 (klass nr. 210, koloniseerimine tehti 3. tunni lõpus), nr. 9 (klass nr. 307, koloniseerimine tehti 3. tunni alguses) ja nr. 10 (klass nr. 307, koloniseerimine tehti 3. tunni lõpus) novembrikuu andmeid, sest antud paikade Petri tassidel oli palju rohkem kolooniaid kui kusagil mujal ning tõenäoliselt oli selle põhjuseks tilkvee teke tasside kaante sisepindadele, selle söötmetele sattumine ja mikroorganismide levimine veega mööda söötmete pinda. Kohtades nr. 9 ja nr. 10 oli sarnane olukord nii tunni alguses kui ka tunni lõpus ning seega võib väita, et tõenäoliselt oli novembris antud paiga õhus küllaltki kõrge mikroorganismide hulk. Sellele vaatamata ei ole see võrreldav teiste vaatluste tulemustega. Autor arvab, et silmanähtavalt suur kolooniate arv ei peegelda nende paikade mikroorganismide hulka õhus objektiivselt.

Vähe leitud mikroorganisme uue maja II korruse koridori, bioloogiaklassi, tütarlaste ning noormeeste tualettruumide õhust võetud külvides. (joonis 3). Need ruumid asuvad kõik samal korrusel ning kogutud andmete põhjal saab järeldada, et nimetatud paiga õhus on üldine

mikroorganismide arv samuti väike. Selle põhjuseks võib olla ruumide õhutamine, nende põhjalik koristamine pärast koolipäeva lõppu ja koridori märgpuhastus koolipäeva jooksul.

Klass nr. 210 asub samuti II korrusel, kuid vanas majas. Selle paiga mõõtmistulemused tunni alguses ja tunni lõpus olid erinevad. Tunni alguses tehtud koloniseerimine näitas selle paiga õhus silmanähtavalt kõrgemat mikroobide hulka kui koloniseerimine tunni lõpus. Selle põhjuseks võis olla, et õpilased, kes liiguvad vahetunni ajal aktiivselt kooli erinevates paikades ja toovad endaga klassiruumi kaasa palju mikroobe, panevad oma liikumisega ka klassi õhu kiiremini liikuma ning tekkinud õhuvoolud haaravad pindadelt kaasa erinevaid mikroobe. See toob omakorda kaasa suurema hulga kolooniate väljakasvamise proovides. Tunni ajal olid õpilased klassiruumis paigal ning seetõttu oli ka õhu liikumine aeglasem. See laskis mikroobidel settida erinevatele pindadele ja nende arv klassiõhus vähenes. Autori arvates on see põhjuseks, miks on tunni lõpus tehtud mõõtmiste puhul mikroobide hulk väiksem kui tunni algul. Mikroorganismide suurt hulka õhus tunni alguses saab põhjendada ka sellega, et aknad, mis avanevad vähe, ei võimalda arvestatavat õhuvahetust väliskeskkonnaga ja seetõttu ei saa ka mikroorganismid ruumist koos õhuga välja liikuda.

Klassid nr. 312 ja nr. 307 asuvad vana maja III korrusel ning sealsete koloniseerimiste tulemusena võib väita, et selles koolimaja piirkonnas oli õhus nii sügisel, talvel kui ka kevadel kõige rohkem mikroorganisme. Sama kehtib ka vana maja III korruse koridori kohta. Mikroorganismide arv oli suurim talvisel ja kevadisel mõõtmisel. Ruumis nr. 312 kasvas talvel välja ka mitmeid erinevaid hallitusseeni. Seda võib põhjustada suurem õhuniiskus ning hallituse esinemine ruumis (joonis 4). Kuna antud piirkonnas õpivad jällegi algklasside õpilased, kes on liikuvad kui põhikooli ja gümnaasiumiastme õpilased, siis on suurem mikroorganismide arv nendes kooliruumides ka põhjendatud. Uurimusest selgus, et ühelgi mõõtmisel (22.11.2011, 14.02.2012, 10.04.2012) ei olnud mikroorganismide hulk õhus kõikides ruumides ühtviisi kõrge. Kolm novembrikuu mõõtmistulemust elimineeriti, sest külvi oli sattunud tilkvesi. Vaid klassis nr. 312 oli mikroobide arv suurim talvisel perioodil, kuid seda põhjustas suur hallitusseente hulk, mis tõstis ka mikroorganismide üldarvu.

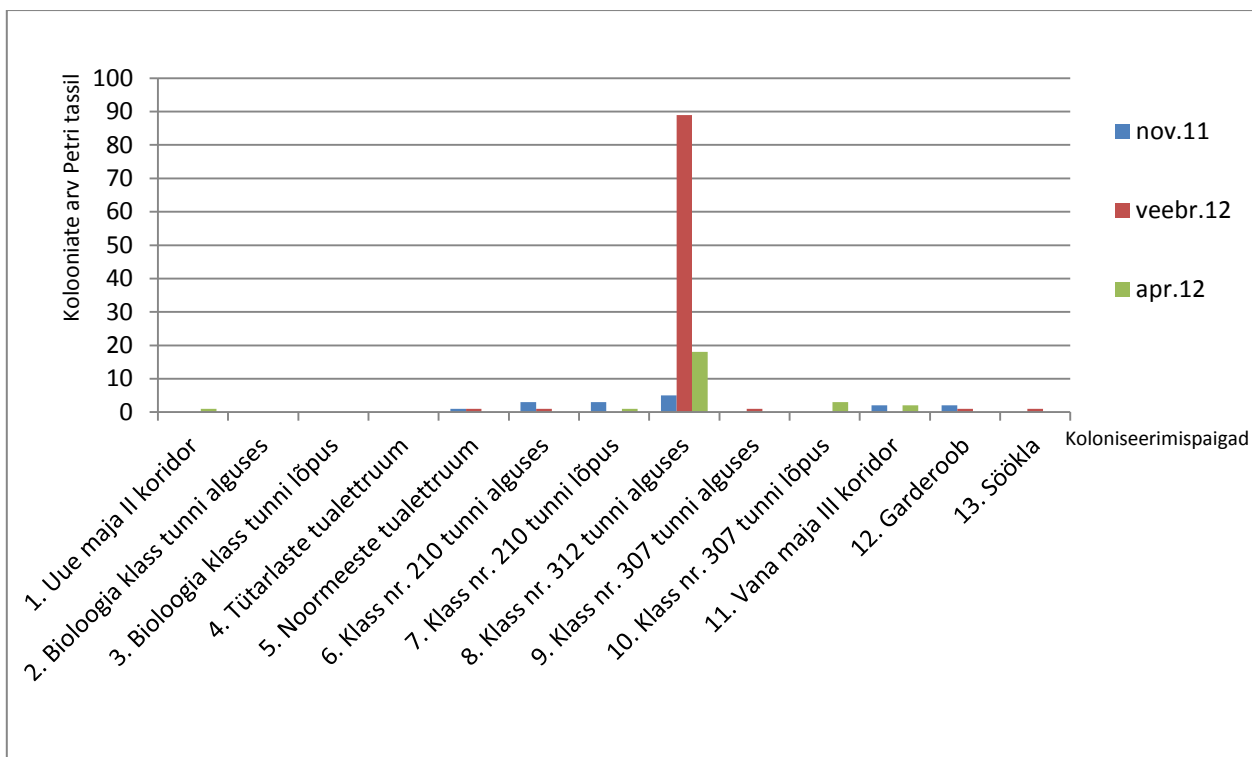


Joonis 4. Hallituse esinemine ruumis nr. 312

Garderoobis tehtud mõõtmiste tulemused olid sarnased. Mikroobide arv jäi igal mõõtmisperioodil 1000 osakese lähedale ühes kuupmeetris õhus. Antud olukorda saab põhjendada asjaoluga, et garderoobis toimub nii sügisel, talvel kui ka kevadel enam-vähem võrdne inimeste liikumine ja õhuvahetus väliskeskkonnaga ning seega püsib ka mikroobide arv ühesugune. Peale selle toimub garderoobis ka kvaliteetne märgpuhastus.

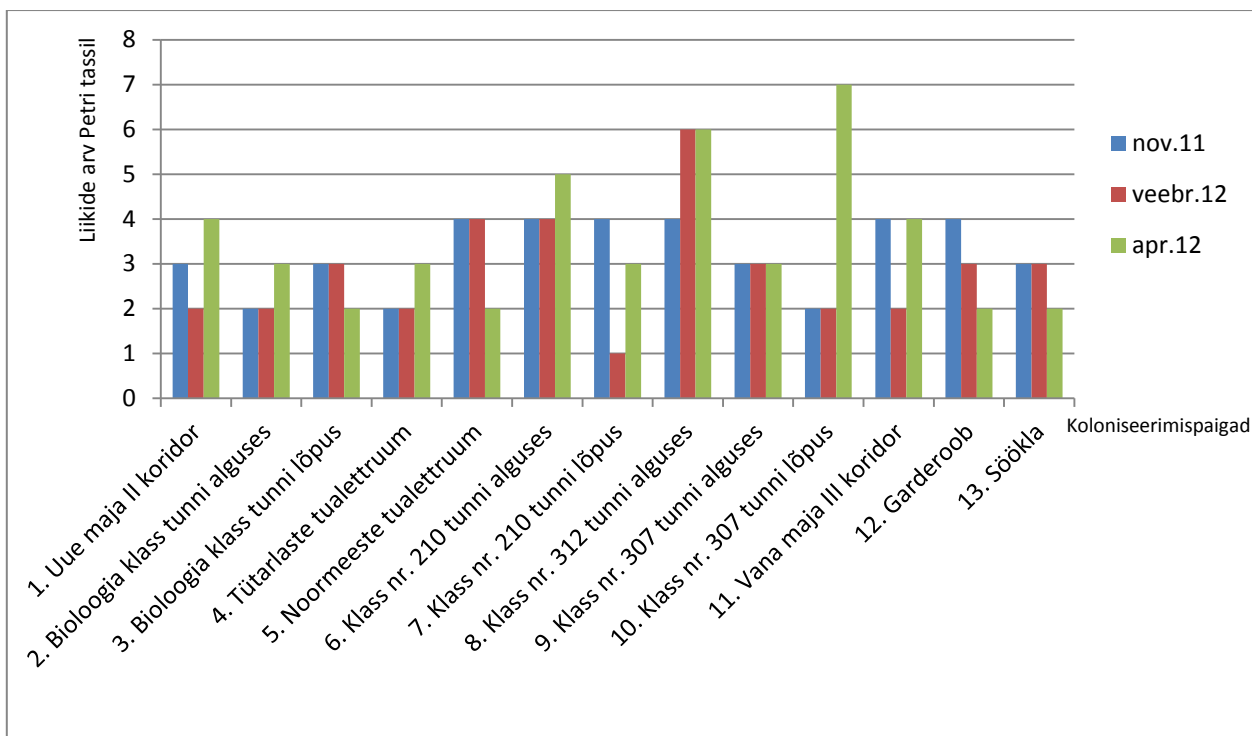
Sööklas oli suurim mikroorganismide hulk õhus sügisel perioodil. Nii talvel kui ka kevadel oli mikroobide hulk sarnane garderoobi omaga. Kuna talvel on mikroobide paljunemiseks üldiselt kõige ebasoodsamad tingimused ja kevadel toimub õhuvahetus väliskeskkonnaga, sest aknad on avatud, siis on niisugused tulemused ka põhjendatud.

Hallikuid esines järgmistes koloniseerimispaikades: uue maja II korruse koridor, noormeeste tualettruum, klass nr. 210, klass nr. 312, klass nr. 307, vana maja III korruse koridor, garderoob ja söökla (joonis 5). Koolis oli üldiselt hallitusseeni vähe. Kõige suurem oli hallitusseente hulk klassis nr. 312 ning seda eriti talvisel perioodil, mil kasvas välja neli erinevat liiki hallitusseeni, kokku 89 kolooniat. Kuna hallitus oli selles ruumis juba varem, siis on loogiline, et hallikuid leidis ka uurimisperioodil.



Joonis 5. Hallituseente hulk õhus (andmed lisas 16)

Põhjuse selgitamiseks konsulteeriti Kohila Gümnaasiumi haldusdirektori Kalmer Vilepilliga ja selgus, et kassis nr. 312 kasvab hallitus välisseinas, kuhu on kogunenud niiskus, mis vähese ventilatsiooni tõttu ära ei kuiva. Tekkinud olukorrale aitab kaasa ka see, et siis, kui vanale majale paigaldati uus katus, jäeti katusekatte alla panemata kile ja lae peale koguneb nüüd vett, mis niiskustaset tõstab. Peale selle lõhuti ära vana ventilatsioonikanal ning see asendati tunduvalt kitsamaga, mis ei võimalda normaalset õhuvahetust. Kuna kooli vana majaosa on ehitatud möödunud sajandi kuuekümnendatel aastatel, siis võivad tol ajal kasutatud krohvisegud sisaldada hallikutele sobivaid toitaineid, mis koos piisava niiskusega tagavad sobivad tingimused hallituseente arenemiseks ja levimiseks. Lisaks on seinas vastas kapp, mis takistab vee aurumist ja seetõttu on koht püsivalt niiske.



Joonis 6. Eri liiki mikroorganismide arv külvis (andmed lisa 17)

Mikroobiliikide arv erinevates paikades jäi ühe ja seitsme vahele (joonis 6). Kõige rohkem erinevaid liike kasvas välja klassis nr. 307 tunni lõpus kevadisel koloniseerimisel. Sel perioodil oli erinevaid liike antud paigas seitse. Kolme vaatlusperioodi lõikes, mil koloniseerimised tehti (sügis, talv ja kevad), oli stabiilselt kõige kõrgem eri liiki mikroobide arv klassis nr. 312.

5. KOHILA GÜMNAASIUMI JA RAPLA VESIROOSI GÜMNAASIUMI ÕHUS LEIDUVATE MIKROORGANISMIDE VÕRDLU 2012. AASTA SÜGISEL

Peale ühes paigas eri aastaegadel koloniseerimise sooviti võrrelda Kohila Gümnaasiumi ruumide õhu mikroorganismide hulka mõne teise ligikaudselt sarnase suuruse ja õpilaste arvuga kooliga. Valiti Rapla Vesiroosi Gümnaasium. Eeldati, et need kaks kooli on ligikaudu ühesuurused. Siiski selgus, et Kohila Gümnaasiumis õpib 2012. aasta septembri seisuga 734 ning Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis 589 õpilast.

Vesiroosi Gümnaasium valiti veel ka sellepärast, et kool renoveeriti põhjalikult aastatel 2007–2009 ja paigaldati sundventilatsioon. See andis võimaluse võrrelda mikroobide arvu ja paljunemist erinevates keskkondades.

Koloniseerimine tehti mõlemas koolis 25. septembril 2012. aastal ning tekkinud kolooniaid uuriti 1. oktoobril 2012. aastal. Mõlemas koolis oli viis sarnast koloniseerimispaika:

- koridor (mõlemas koolis valiti see koridor, kus asub bioloogiaklass),
- bioloogiaklass,
- tualettruum,
- garderoob,
- söökla.

Vaatluspaiku valides lähtuti eelõige ruumide omadustest ning sellest, et kõik uurimistöös käsitletavad olulisemad kooliruumid oleksid esindatud. Veel võeti arvesse ka ruumide suurust ning ruumi läbivat või selles viibivat inimeste hulka.

Kolooniate uurimiseks kasutati sama meetodit, mida rakendati ka varem. Seekord oli saadud söötme pinnastruktuur teistsugune (kare) ja see võis olla põhjuseks, miks söötme pinda kattis palju väga pisikesti kolooniaid, mida kokku ei olnud võimalik lugeda. Kuna selline olukord oli igas tassis, siis seda tulemuste kajastamisel ei arvestatud (joonis 7).



Joonis 7. Näide söötme karedast pinnastruktuurist ja seda katvatest imepisikestest kolooniatest (koloniseerimine tehti Rapla Vesiroosi tualettruumis 25. septembril 2012)

Mikroobikolooniate võrdlus ja järeldused on välja toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 1. Kohila Gümnaasiumi ja Rapla Vesiroosi Gümnaasiumi õhus leiduvate mikroorganismide võrdlus 2012. aasta sügisel

Kohila Gümnaasium	Rapla Vesiroosi Gümnaasium
1. Koridor	
Valged ja kollased mikroobikolooniad	Valged ja kollased mikroobikolooniad
Valged: 5 Väga väikesed: 4 $1 \approx 1/16 \text{ cm}^2$	Valged: 7 Väga väikesed: 7
Kollased: 5 Väga väikesed: 4 $1 \approx 1/8 \text{ cm}^2$	Kollased: 16 Väga väikesed: 10 $6 \approx 1/16 \text{ cm}^2$
Järeldus: mikroobide hulk oli suurem Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis.	
2. Bioloogiaklass	
Valged ja kollased mikroobikolooniad	Ainult kollast värvi mikroobikolooniad
Valged: 10 Väga väikesed: 4 $2 \approx 1/16 \text{ cm}^2$ $3 \approx 1/4 \text{ cm}^2$ $1 \approx 3 \text{ cm}^2$	
Kollased: 7 Väga väikesed: 5 $2 \approx 1/16 \text{ cm}^2$	Kollased: 4 Väga väikesed: 4
Järeldus: mikroobide hulk oli suurem Kohila Gümnaasiumis ja märgatavalt suuremad olid ka kolooniad.	
3. Tualettruum	
Valged ja kollased mikroobikolooniad	Valged ja kollased mikroobikolooniad
Valged: 12 Väga väikesed: 9 $2 \approx 1/16 \text{ cm}^2$ $1 \approx 1/4 \text{ cm}^2$	Valged: 1 Väga väikesed: 1
Kollased: 15 Väga väikesed: 9 $5 \approx 1/16 \text{ cm}^2$ $1 \approx 1/4 \text{ cm}^2$	Kollased (kokku 3): Väga väikesed: 3
Järeldus: mikroobide hulk oli suurem Kohila Gümnaasiumis ja märgatavalt suuremad olid ka kolooniad.	
4. Garderoob	
Ainult valget värvi mikroobikolooniad	Valged ja kollased mikroobikolooniad

Valged: 17 Väga väikesed: 12 $4 \approx 1/16 \text{ cm}^2$ $1 \approx 1 \frac{1}{4} \text{ cm}^2$	Valged: 4 $4 \approx 1/16 \text{ cm}^2$
	Kollased: 7 Väga väikesed: 3 $4 \approx 1/16 \text{ cm}^2$
Järeldus: mikroobide hulk oli suurem Kohila Gümnaasiumis.	
5. Söökla	
Valged, kollased ja punased mikroobikolooniad	Ainult kollast värvi mikroobikolooniad
Valged: 4 Väga väikesed: 1 $2 \approx 1/5 \text{ cm}^2$ $1 \approx 2 \frac{1}{2} \text{ cm}^2$	
Kollased: 7 Väga väikesed: 5 $2 \approx 1/16 \text{ cm}^2$	Kollased: 2 Väga väikesed: 2
Punased: 1 Väga väikesed: 1	
Järeldus: mikroobide hulk oli suurem Kohila Gümnaasiumis ja märgatavalt suuremad olid ka kolooniad.	

Kohila Gümnaasiumis ja Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis läbiviidud uurimusest selgus, et mikroobide hulk kooli õhus on suurem Kohilas, sest kolooniaid esines rohkem bioloogiaklassis, tualettruumis, garderoobis ja sööklas. Koridoris oli mikroobide hulk suurem Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis. Kuna Vesiroosi Gümnaasium on hiljuti remonditud ja paigaldatud on sundventilatsioon, mis aitab puhastada õhku ja muudab oluliselt, õhu liikumist siis on saadud tulemused ka põhjendatud. Koridorid on Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis aga kitsamad kui vaadeldud koridor Kohila Gümnaasiumis. Tõenäoliselt on väiksema ruumalaga koridoris ka mikroobide kontsentratsioon suurem. Kohila Gümnaasiumi külvides leidis pindalalt suuremaid kolooniaid, seega olid paljunemistingimused selles koolis paremad kui Rapla kooli külvides, kus leidis valdavalt ainult väikese pindalaga kolooniaid.

KOKKUVÕTE

Looduses leidub mikroobe kõikjal. Selle tööga seadis autor endale eesmärgiks teada saada, kui suur on mikroorganismide hulk Kohila Gümnaasiumi erinevate ruumide õhus sügisel, talvel ja

kevadel. Selleks tehti koloniseerimisi kolmel erineval perioodil: 22.11.2011, 14.02.2012 ning 10.04.2012.

Töö teoreetilises osas kirjeldati mikroorganisme üldisemalt ning toodi välja ülevaade bakterite ja seente toitumisest, paljunemisest ning ainevahetusest. Töö praktilises osas kirjeldati uurimismetoodikat ning kajastati tulemused koos järeldustega.

Uurimus tehti mikroorganismide sadestusmeetodil, kus PCA-söötmega Petri tassid jäeti avatuna erinevatesse paikadesse kümneks minutiks õhu kätte seisma. Õhus leiduvad mikroobid sadenesid söötmeplaadile. Uurimispaiku oli kokku kümme ja kolmes paigas tehti vaatlusi koolitunni alguses ja lõpus. Nädala möödudes vaadati mikrobikolooniad üle, loetleti, mõõdeti ja pildistati. Samuti uuriti 25. septembril 2012. aastal paralleelselt mikroorganismide esinemist Kohila Gümnaasiumi ja Rapla Vesiroosi Gümnaasiumi viie ruumi (koridor, bioloogia klass, tualettruum, garderoob ja söökla) õhus. Uurimus tehti, et välja selgitada, kui suured on koolide mikrofloora erinevused.

Uurimusest selgus, et Kohila Gümnaasiumi uue maja II korruse koridori, bioloogiaklassi, tütarlaste ning ka noormeeste tualettruumide õhus oli vähe mikroorganisme. Neid ruume õhutatakse tihti ja koristatakse põhjalikult nii koolipäeva jooksul kui ka pärast tunde. Klassis nr. 210 oli tunni algul silmnähtavalt kõrgem mikroobide hulk kui tunni lõpus. Vahetunni ajal liiguvad õpilased pidevalt ja panevad ka õhu liikuma. Õhuvoolud haaravad pindadelt kaasa erinevaid mikroobe. Tunni ajal on õpilased paigal ning seetõttu liigub ka õhk aeglasemalt, mis laseb mikroobidel settida erinevatele pindadele. Klassis nr. 312 tunni alguses tehtud koloniseerimise tulemustest selgus, et selles ruumis oli kogu mõõtmisperioodi jooksul kõige suurem mikroorganismide hulk. Ka üldiselt oli vana maja III korrusel asuvate ruumide õhus olevate mikroobide hulk kooli suurim. Ruumis nr. 312 kasvas talvel välja ka mitmeid erinevaid hallitusseeni ning see tõstis mikroorganismide üldarvu. Garderoobi ja söökla mõõtmistulemustest selgus, et mikroobide hulk nendes paikades oli üsna tagasihoidlik, suurim oli mikroorganismide hulk sügisel sööklas.

Kooli mõnede ruumide proovides kasvas välja hallitusseeni, kuid nende üldine tase oli suhteliselt madal. Kõige suurem oli hallitusseente hulk klassis nr. 312 ning seda eriti talvisel perioodil. Selle põhjus võib olla hallikute pikemaajalisem esinemine antud paigas ning puudused ruumi ehituskonstruksioonides. Erinevaid mikroobiliike leiti kooli ruumides suhteliselt vähe.

Kohila Gümnaasiumis ja Rapla Vesiroosi Gümnaasiumis läbiviidud uurimusest selgus, et neljas ruumis viiest oli mikroorganismide hulk suurem Kohilas. Selle põhjustena võib välja tuua hiljutise remondi Vesiroosi Gümnaasiumis ning paigaldatud sundventilatsiooni olemasolu.

Töös püstitatud hüpotees, et kõige rohkem on mikroorganisme Kohila Gümnaasiumi siseruumide õhus sügisel, ei leidnud kinnitust, sest tulemustele toetudes ei saa väita, et sügisel oleks olnud igas paigas stabiilselt ja silmnähtavalt kõige kõrgem mikroobide hulk.

Autori ettepanekul peaks edaspidi leidma lahenduse hallituseente ruumidest kõrvaldamiseks. Samuti peaks olema võimaldatud normaalne õhuvahetus väliskeskkonnaga, mille tagaksid teistsuguse konstruktsiooniga aknad kooli vana maja osas.

KASUTATUD KIRJANDUS

Alamäe, Tiina, Kalevi Kull, Urmas Kõljalg, Raivo Masso, Mart Ustav 2000. Bioloogia gümnaasiumile II osa. Tartu.

Bech-Andersen, Jørgen 2005. Uurimus: Sisekliima ja hallituseened. Tartu.

Mikelsaar, Marika, Tõnis Karki 1998. Meditsiiniline mikrobioloogia I osa. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastuse trükikoda.

Mikelsaar, Marika, Reet Mändar 1998. Kliinilise mikrobioloogia käsiraamat. Tallinn: Medicina.