



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ
500 05 Hradec Králové, Heyrovského 1203, Česká republika, <http://www.faf.cuni.cz>
tel. +420495067111, fax +420495518002

Katedra biologických a lékařských věd

Hledání využitelnosti mobilního telefonu pro fotografování v mikroskopu ve výuce katedry biologicko-lékařských věd (bakalářská práce)

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Jiří Hochmann, CSc.

Vedoucí katedry: PharmDr. Petr Jílek, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Hledání využitelnosti mobilního telefonu pro fotografování v mikroskopu ve výuce katedry biologicko- lékařských věd“ jsem vypracovala samostatně za využití odborné literatury a rad a nápadů svého školitele MUDr. Jiřího Hochmanna, CSc. Tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Hradci Králové 8. srpna 2011

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat hlavně vedoucímu mé bakalářské práce MUDr. Jiřímu Hochmannovi, CSc. za trpělivost, cenné rady a připomínky a za čas, který mi věnovat při psaní této bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala Doc. PharmDr. Petru Nachtigalovi, Ph.D a Ing. Lucii Křivčíkové za vstřícnost a ochotu při zapůjčení mikroskopických preparátů.

Souhrn

Tato bakalářská práce zkoumá možnost využití fotografického přístroje v mobilním telefonu při výuce praktických cvičení z biologie, mikrobiologie, histologie a při dalších předmětech, u kterých jsou mikroskopické preparáty součástí výuky.

Studentům může tato práce sloužit jako návod jak si snadno a jednoduše zhotovit vlastní mikrofotografie pomocí mobilního telefonu.

Snažíme se poukázat na relativně dobrou kvalitu získaných mikrofotografií. Zabýváme se pořizováním mikrofotografií pomocí různých typů mobilních telefonů. Tato práce obsahuje ukázky mikrofotografií pořízených při různých zomech fotoaparátu a při různých objektivěch mikroskopu, dále fotografie nadbuněčných struktur i buněčných jader. Ověřili jsme, že lze zhotovit fotografie pomocí imerzního systému i fotografie nativních mikrobiologických preparátů. Pomocí mobilního telefonu lze dosáhnout takové kvality mikrofotografií, která se blíží kvalitě v publikacích- pokud je preparát kvalitně nabarven a mikroskop dobře seřízen. Největším problémem je přiložit mobilní telefon přesně na střed okuláru mikroskopu.

Ukazujeme, jak jednoduše upravit a vylepšit méně zdařilé snímky, z kterých se tak stanou pěkné obrázky postačující třeba právě pro účel protokolu z praktických cvičení. Jde jednak o počítačové odříznutí nesprávně osvětlených oblastí, ale také o počítačovou úpravu jasu a barevného kontrastu.

Parametry fotoaparátů v dnešní době běžných mobilních telefonů jsou také obsahem této bakalářské práce. Ověřili jsme, že tyto běžné fotoaparáty jsou postačující k pořízení zdařilé mikrofotografie- ale orientačně jsme poukázali na některé rozdíly.

Summary

This thesis examines the possibility of the use of photograph apparatuses in mobile phones for teaching in practical lessons of biology, microbiology, histology and other subjects in which the microscopic preparations serve for teaching.

This thesis can serve for students as a guide - how they can photograph simply and easily and make their own microphotographs using a mobile phone. We endeavour to highlight the relatively good quality of microphotographs. We describe acquiring of microphotographs using various types of mobile phones. This work contains examples of microphotographs made at different camera zooms and various objectives of the microscope, as well as photographs of multi cellular structures and cell nuclei.

We have verified that we can make pictures with immersion system and photographs of native microbiological preparations. It is possible to achieve using a mobile phone such quality of microphotographs, which is close to quality in publications – provided the preparation is stained correctly and the microscope adjusted correctly. The biggest challenge is to place the mobile phone exactly to the centre of the microscope ocular. We demonstrate how to adapt simply and improve the lower quality of microphotographs to make the pretty pictures in this way from them to be sufficient for the purpose of practical exercises protocol. These are cutting off of the improperly lit areas by the computer, and computer adjustment of the brightness and colour contrast.

The camera parameters of recent mobile phones are also discussed in this thesis. We have verified that conventional cameras are sufficient for capturing quality microphotographs – however, we have pointed out some differences.

Obsah:

1. Úvod.....	9
2. Zadání bakalářské práce- cíl práce	9
3. Současný stav	10
4. Teoretická část.....	11
4.1 Mikroskop.....	11
4.1.1 Vznik obrazu v mikroskopu	11
4.1.2 Numerická (číselná) apertura A	12
4.1.3 Rozlišovací schopnost	13
4.1.4 Rozlišnost mikroskopu (d_m).....	14
4.1.5 Pracovní vzdálenost.....	14
4.1.6 Velikost zorného pole.....	14
4.1.7 Imerzní systém.....	15
4.2 Mikrofotografie	16
4.2.1 Princip mikrofotografie	16
4.2.2 Princip mikrofotografie v historii	17
4.3 Digitální fotoaparát	17
5. Praktická část.....	19
5.1 Použité přístroje a preparáty	19
5.1.1 Testované mobilní telefony	19
5.1.2 Testované mikroskopy	24
5.1.3 Použité mikroskopické preparáty	24
5.2 Způsob mikroskopování a fotografování	24
5.2.1 Způsob fotografování mobilním telefonem	25
5.2.1.1 Nejrychlejší způsob zaostření snímku	25
6. Výsledky.....	26
6.1 Časová náročnost vyfotografování jednoho zorného pole	26
6.2 Různé způsoby nastavení mikroskopu.....	27
6.2.1 Fotografie pořízené za použití různých objektivů mikroskopu.....	27
6.2.2 Fotografování mobilním telefonem pomocí imerzního objektivu	30
6.2.2.1 Fotografování mobilním telefonem přes imerzní objektiv mikroskopu Olympus BX 40	31
6.2.2.2 Fotografování mobilním telefonem přes imerzní objektiv mikroskopu Optika B- 350	32

6.2.3	Porovnávání fotografií pořízených pomocí dvou různých mikroskopů	33
6.2.4	Fotografování nativních preparátů	33
6.3	Různé způsoby nastavení mobilních telefonů	34
6.3.1	Fotografie pořízené při různém přiblížení (zoomu) mobilního telefonu	35
6.3.2	Použití blesku při fotografování	35
6.4	Posouzení kvality mikrofotografií z různých mobilních telefonů	36
6.4.1	Nokia 5800 Xpress Music	36
6.4.2	Sony Ericsson K750i	37
6.4.3	Nokia 5130 Xpress Music	37
6.4.4	Nokia N82	37
6.5	Různé způsoby počítačového zpracování snímků	39
6.5.1	„Ruční“ upravování mikrofotografií v programu Microsoft Office Picture Manager	39
6.5.2	Upravování pořízených fotografií pomocí automatické opravy jasu a kontrastu v programu Microsoft Office Picture Manager	41
6.6	Posouzení kvality mikrofotografií z hlediska potřeb výuky	44
6.6.1	Kvalita zobrazení nadbuněčných struktur různými fotoaparáty mobilních telefonů	44
6.6.2	Kvalita zobrazení útvarů uvnitř buňky různými fotoaparáty mobilních telefonů	44
6.6.3	Kvalita zobrazení buněčných jader různými fotoaparáty mobilních telefonů	46
6.6.4	Využití snímků struktur menších než jádro a snímků bakterií	48
7.	Diskuse	49
7.1	Časová náročnost vyfotografování jednoho zorného pole	49
7.2	Výběr mikroskopu a různé způsoby nastavení mikroskopu	49
7.2.1	Fotografie pořízené za použití různých objektivů mikroskopu	49
7.2.2	Fotografie pořízené pomocí imerzního systému a nativní preparáty	50
7.3	Různé nastavení mobilních telefonů	50
7.4	Porovnání jednotlivých mobilních telefonů z hlediska kvality snímků	50
7.5	Různé způsoby počítačového zpracování snímků	51

7.6	Posouzení kvality mikrofotografií z mobilního telefonu – z hlediska potřeb výuky	51
7.7	Obecný pohled na tuto problematiku	52
8.	Závěr	54
9.	Literatura	55
10.	Seznam použitých zkratk.....	57
11.	Příloha	58
11.1	Fotografie pořízené za použití různých objektivů mikroskopu.....	58
11.2	Fotografie mobilního telefonu pořízené pomocí imerzního objektivu mikroskopu Olympus BX 40.....	60
11.3	Fotografie mobilních telefonů pořízené pomocí mikroskopu Optika B- 350 a imerzního objektivu	61
11.4	Fotografie pořízené pomocí dvou různých mikroskopů.....	61
11.5	Fotografie pořízené při různém zoomu (přiblížení) mobilního telefonu ..	62
11.6	Kvalita zobrazení nadbuněčných struktur různými fotoaparáty mobilních telefonů.....	64
11.7	Kvalita zobrazení útvarů uvnitř buňky různými fotoaparáty mobilních telefonů.....	65

1. Úvod

Při výuce praktických cvičení z biologie se jeden zahraniční student pokoušel vyfotografovat mobilním telefonem nálevníky, které pozoroval v mikroskopu. Díky této události vznikla myšlenka, zda by se takové fotografování nedalo využít k obohacení výuky. Pokud však začneme uvažovat nad tímto nápadem, musíme si položit otázku, do jaké míry by bylo možné fotografování mikroskopických preparátů mobilním telefonem do náplně vyučování zařadit a zda takto pořízené fotografie budou natolik kvalitní, aby měly alespoň částečnou výhodu v porovnání s kresleným obrázkem.

V současné době se výsledky laboratorních cvičení zaznamenávají do protokolu kreslením pozorovaných struktur v mikroskopu. Kreslení studentů je zdlouhavé a často nepřesné. Fotografování mobilním telefonem je jistě pro alespoň trochu zručného studenta rychlejší. Student tak má místo kresleného obrázku fotografii, která je jako reprodukce viděné struktury v mikroskopu jistě přesnější.

2. Zadání bakalářské práce- cíl práce

V této práci se zabýváme možnostmi fotografování mikroskopické preparáty pomocí mobilního telefonu a mikroskopu.

Zabýváme se porovnáváním různých typů mobilních telefonů a jejich vlivem na kvalitu pořízených fotografií. Snažíme se také všimnout si případných problémů, s kterými se student při pořizování snímků může setkat.

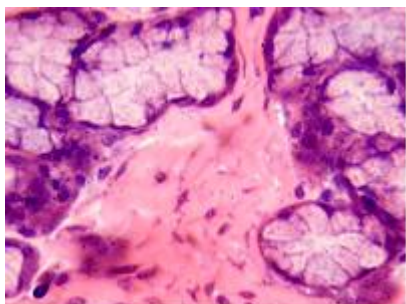
Součástí mé práce jsou fotografie pořízené různými mobilními telefony za různých podmínek, které porovnáváme mezi sebou a snažíme se určit, za jakých předpokladů získáme nejlepší snímky.

Závěrem této práce se snažíme o doporučení, jakým způsobem vytvořit fotografie co možná nejrychleji a nejkvalitněji, tak aby se tato činnost dala případně zařadit do plánu výuky laboratorních cvičení.

3. Současný stav

V dnešní době se kvalitní mikrofotografie pořizují pomocí fotoaparátu, který je fotoadaptérem připojen k mikroskopu. K mikroskopu se dají pomocí mezičlenů připojit různé kompaktní digitální fotoaparáty a v podstatě všechny analogové a digitální zrcadlovky. <http://www.mikroskopy.net/mikrofotografie.htm> , ML chemica, 12.6.11

Základním požadavkem na kvalitu je, v případě řezů živočišnou tkání, aby byla dobře rozeznatelná buněčná jádra. Od jejich uspořádání lze odvodit, o jakou tkáň se jedná. Pokud je jejich uspořádání poněkud zmatené, není to chybou mikrofotografie, ale toho, že některé tkáně mají toto uspořádání bizarní, nebo jádra nemají kulatý, ani jinak pravidelný tvar a sebelepší mikroskop nemůže zlepšit umělecký dojem mikrofotografie (viz následující převzatý obrázek).(pozn.školitele)



**Obrázek 1: Mikrofotografie vrstevnatého hladkého epitelu (výstelky). Mikroskop NOVEX BT PL, fotookulár PH 2,5×, DSLR (digitální zrcadlovka) 10 Mpix :převzat 12.6.11 z: http://www.mikroskopy.net/mikrofoto_obr.htm
<http://www.mikroskopy.net/mikrofotografie.htm> , ML chemica, 12.6.11**

4. Teoretická část

4.1 Mikroskop

Aby mikroskop plnil svou funkci, tzn. podal nám vizuální informaci o pozorovaném objektu, je nezbytné aby byl schopen tuto strukturu rozlišit, zvětšit a zobrazit.

Předmět musí být rozlišen od okolí tak, aby s okolím nespíval. Pozorovaný objekt je neviditelný, pokud velikost tohoto předmětu neodpovídá rozlišovací schopnosti lidského oka, proto musí dojít k jeho zvětšení. Zobrazení předmětu tedy zajišťuje rozlišení a zvětšení.

Mikroskop tvoří obraz ve dvou stupních. V horní ohniskové rovině objektu vytváří objektiv obraz předmětu a okulár tento obraz zvětšuje. Zvětšený obraz je zaznamenán sítnicí oka (fotografickým filmem). Detaily, které obsahuje obraz vytvořený objektivem, okulár zvětšuje a přispívá k jejich rozlišení.

(Hejtmánek 2001)

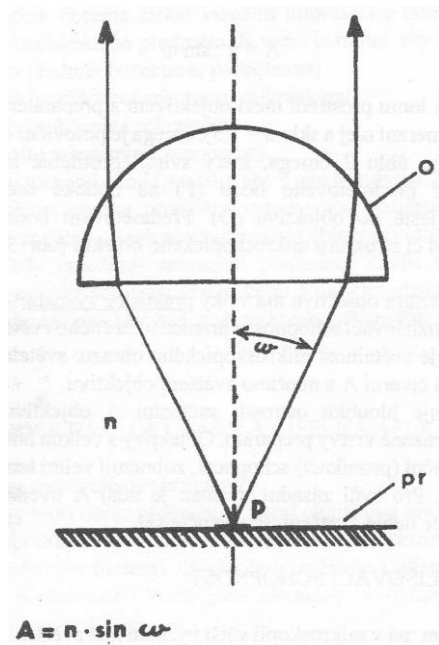
4.1.1 Vznik obrazu v mikroskopu

Vznik obrazu v mikroskopu můžeme přirovnat ke zvětšenému obrazu tvořenému lupou, která je vlastně jednoduchý mikroskop s jednou čočkou spojnou nebo se systémem čoček.

Podle Pazourka (1961) si objektiv a okulár můžeme představit jak spojku. Skutečný, zvětšený a převrácený obraz vznikne za dvojnásobnou ohniskovou vzdáleností, jestliže pohybem tubusu objekt nastavíme mezi dvojnásobnou ohniskovou vzdálenost a ohnisko. Okulárem pozorujeme skutečný obraz jako lupou. Nakonec přímo okem pozorujeme obraz zdánlivý, zvětšený a přímý, protože je nutné, aby skutečný obraz a okulár měly takovou vzájemnou polohu, aby se obraz nacházel mezi čočkou okuláru a jejím ohniskem. V mikroskopu pozorujeme převrácený obraz vzhledem k předmětu, protože objektiv obraz převrací, ale okulár již zpátky ne. Chod paprsků je ve skutečnosti složitější, a to z toho důvodu, že objektiv i okulár mají v dnešní době soustavy čoček a ne pouze čočku jedinou. (Pazourek 1961)

4.1.2 Numerická (číselná) apertura A

Numerická apertura vyjadřuje rozlišovací schopnost objektivu. Čím větší je hodnota numerické apertury, tím větší je rozlišovací schopnost objektivu.



$$A = n \cdot \sin \omega$$

Obrázek 2: „Číselná apertura (A) objektivu závisí na velikosti otvorového úhlu (2ω) a na indexu lomu (n) média mezi objektem (P) v preparátu (pr) a čelní čočkou objektivu (o). Paprsky vystupující z bodu P pod úhlem větším než 2ω by se do objektivu nedostaly.“

Pokud budeme mikroskopovat s celkovým zvětšením např. $80\times$, je rozdíl zda použijeme objektiv se zvětšením $20\times$ nebo $4\times$, ve dvojici s okulárem, který má zvětšení $4\times$ nebo $20\times$. Větší kontrast obrazu a více podrobností získáme, když použijeme objektiv $20\times$, protože ten má větší numerickou aperturu a tím i lepší rozlišovací schopnost než objektiv se zvětšením $4\times$. (Hejtmánek 2001)

Numerická apertura je důležitá pro světelnost objektivu, což je intenzita osvětlení zorného pole a rovněž také pro rozlišovací schopnost. (Pazourek 1961)

Numerická apertura je v nepřímé úměře k hloubce ostrosti. Objektiv zobrazuje najednou několik vrstev předmětu a právě toto vyjadřuje hloubka ostrosti objektivu. Z toho vyplývá, že větší hloubku ostrosti mají slabší objektivy. K histologickému pozorování se z tohoto důvodu využívá objektivů o silnějším zvětšení, ale s malou číselnou aperturou. (Klika 1951)

Značně zvětšující objektivy, které disponují vysokou numerickou aperturou, zobrazují již jen jednu optickou rovinu předmětu, který pozorujeme. Tato jedna optická rovina se nazývá jako tzv. optický řez. (Pazourek 1961)

4.1.3 Rozlišovací schopnost

V mikroskopii je rozlišovací schopnost významnější než pojem zvětšení. Pojem rozlišovací schopnost si můžeme představit na příkladu dvou soustředných kružnic. Pokud si obrázek těchto dvou kružnic přiblížíme k očím, vidíme opravdu dvě kružnice těsně vedle sebe, zvětšil se totiž zorný úhel, který je představován paprsky vystupujícími z obou kružnic do našeho oka. Pokud obrázek od očí oddálíme, tak již nerozlišíme kružnice dvě, ale pouze jednu kružnici.

(Hejtmánek 2001)

Velikost 0,1 až 0,15 mm je ta nejmenší velikost pozorovaného předmětu, který je ještě schopno naše oko rozlišit. Únavou oka se tato velikost zvětšuje až na 0,3mm i více.

Účel mikroskopu: „má rozlišit jednotlivé objekty (detaily) a má zvětšit jejich obraz do velikosti odpovídající parametrům našeho oka (případně fotografické vrstvy při mikrofotografii).“ (Hejtmánek 2001)

Rozlišovací schopnost objektivu se odvíjí od toho, jak blízké dva body dovede od sebe rozlišit, tedy čím je menší vzdálenost mezi těmito dvěma body.

$$d = \frac{\lambda}{A_{obj} - A_{kon}}$$

d ...vzdálenost mezi body

λ ... vlnová délka světla

A_{obj} ...numerická apertura objektivu

A_{kon} ...numerická apertura kondenzoru

Objektiv rozliší více detailů, čím nižší je hodnota d , čehož docílíme použitím světla o kratší vlnové délce. Červené světlo tedy neposkytuje tak dobrou rozlišovací schopnost objektivu jako světlo modré. Hodnota numerické apertury je shodná u objektivu a kondenzoru a v takovém případě rozlišuje objektiv nejlépe: „ $A_{obj}=A_{kon}$ “. (Hejtmánek 2001)

Okulár pouze zvětšuje ty detaily, které je schopen rozlišit objektiv. Rozlišovací schopnost se tedy týká pouze objektivu, protože okulár jen zvětšuje podrobnosti zobrazené objektivem. Schopnost rozlišení velmi malých struktur nebo jejich jednotlivé rozlišení je tedy důležitější než zvětšení. (Pazourek 1961)

4.1.4 Rozlišnost mikroskopu (d_m)

Tato veličina „informuje o tom, jaké nejmenší rozměry musí mít předmět, abychom jej při určitém celkovém zvětšení mikroskopu dobře rozlišili svými očima.“

$$d_m = \frac{327 \mu m}{M}$$

„ d_m = minimální velikost předmětu v μm

327 μm je vzdálenost dvou bodů, které průměrně unavené oko rozliší jako dva body ze vzdálenosti 250mm (odpovídá 4,5 úhlovým minutám zorného úhlu)

M = celkové zvětšení mikroskopu

$M = M \text{ objektivu} \times M \text{ okuláru} \times \text{zvětšovací koeficient tubusu, který se rovná jedné při dodržení předepsané tubusové délky mikroskopu.}$ (Hejtmánek 2001)

Tato definice je praktičtější na rozdíl od definice předešlé, která je založena na teoretických principech.

4.1.5 Pracovní vzdálenost

Je vzdálenost mezi objektivem a zaostřeným předmětem. Je to také vzdálenost mezi čelní čočkou objektivu a vrchní plochou krycího skla. U silných objektivů je tato vzdálenost velmi malá; krycí sklíčko musíme k čelní čočce objektivu přiblížit velmi blízko a tudíž hrozí nebezpečí, že z neopatrnosti krycí sklíčko objektivem rozbijeme, tím poškodíme objektiv a zničíme preparát. Silná tloušťka krycího skla zmenšuje pracovní vzdálenost, proto není jedno jak silné krycí sklo při zhotovení preparátu použijeme. Při použití silného krycího skla a silného objektivu se nám může stát, že preparát vůbec nezaostříme. Tloušťka krycího skla i velikost vrstvy kanadského balzámu na preparátu může mít při použití silnějších objektivů s velkou numerickou aperturou neblahý vliv na kvalitu obrazu. (Pazourek 1961)

4.1.6 Velikost zorného pole

Na velikosti zorného pole má vliv objektiv i okulár. Objektiv vlastně vytváří zorné pole určité velikosti, které je omezené clonkou okuláru. Skutečné zorné pole je plocha, kterou v mikroskopu opravdu vidíme. Nejde však o průměr kruhu, ve

kterém obraz vidíme, ale o velikost té části preparátu, jejíž obraz pozorujeme. Ke zmenšení zorného pole dochází, pokud nastavíme silnější objektiv. Z preparátu vidíme menší část. „Použijeme-li např. Huygensova okuláru zvětšujícího 6násobně, je průměr kruhu v preparátu zobrazeného při užití objektivu zvětšujícího 10násobně ($A = 0,15$) veliký 1,45mm. Při objektivu zvětšujícím 25násobně ($A = 0,50$) měří tento průměr 0,58mm a při objektivu zvětšujícím 45násobně ($A = 0,65$) 0,331mm.“ Chceme-li při pozorování mikroskopem zvětšit pozorovanou strukturu, nastavíme silnější objektiv. Předtím však musíme pozorovaný detail umístit doprostřed zorného pole, protože nastavením většího objektivu se zmenší zorné pole, tím že jsme objekt přiblížili. (Pazourek 1961)

4.1.7 Imerzní systém

Mezi pozorovaným objektem a objektivem je u suchých objektivů vzduch. Paprsky, které procházejí preparátem se lámou od kolmice na rozhraní vzduchu a krycího skla. Index lomu je 1,5, což se týče skla a $n=1$ pro vzduch. Z toho důvodu nemůže mít numerická apertura suchých objektivů větší hodnotu než 1, protože světelný kužel vytvořený kondenzorem nevstupuje do objektivu celý.

($A = n \cdot \sin \omega$, je-li $n = 1$ a je-li ω teoreticky nejvíce 90° , pak $\sin 90^\circ = 1$ a $A =$ maximálně 1).

V případě imerzních objektivů je imerzní olej mezi objektivem a preparátem. Imerzní olej má stejný index lomu jako sklo. Do objektivu vstupuje větší část světelného kužele, který vytváří kondenzor, protože zde nenastává lom paprsků. Proto může být numerická apertura imerzního objektivu více než jedna. (Hejtmánek 2001)

Index lomu 1,515 má při teplotě 18°C cedrový olej, při jeho použití procházejí paprsky od předmětu skoro přímočaře, zejména je-li pro zalití preparátu použit kanadský balzám. (Klika 1951)

Imerzním systémem získáme nejlepší rozlišení a největší zvětšení. Číselná apertura imerzního objektivu je zpravidla 1,25 až 1,40 a tento objektiv zvětšuje $100\times$. Ze všech používaných objektivů má nejmenší pracovní vzdálenost (0,1 mm-skýtá možné poškození preparátu). Při užívání imerzního systému se proto používá zvlášť tenkých krycích skel (0,16mm i tenčích). (Hejtmánek 2001)

Pokud je použito krycí sklíčko, není mezi ním a studovanou strukturou vzduch, ale např. kanadský balzám nebo alespoň voda. Princip průchodu světla uvnitř preparátu se tak blíží imerznímu systému. (pozn. školitele)

4.2 Mikrofotografie

Mikrofotografie v dnešní době mnohdy nahrazuje kreslení a stává se doplňkem mikroskopie. Mikrofotografie však není dokonalá a proto se stále často využívá kresleného znázornění pozorovaného preparátu. Mikrofotografie je zhotovena rychle a vyvarujeme se pracného kreslení, je však schopna zachytit jen jednu rovinu a v ní i detaily, které jsou drobné a nedůležité.

Při kreslení obrázku můžeme nedůležité detaily vypustit a zaměřit se na to důležité, co by měl obrázek vyjadřovat. Díky zaostřování mikroskopu můžeme naopak znázornit ty důležité detaily, které se nacházejí v různých rovinách pozorovaného preparátu. Existuje tu však nebezpečí zkreslení obrázku subjektivním pojetím autora. (Pazourek 1961)

4.2.1 Princip mikrofotografie

„Předmět stojí při fotografování – stejně jako při běžném pozorování mezi dvojnásobnou ohniskovou vzdáleností a ohniskem objektivu, který vytváří skutečný zvětšený obraz za dvojnásobnou ohniskovou vzdáleností v prostoru obrazovém. Čím více budeme přibližovat objekt k ohnisku objektivu, tím vzdálenější a zároveň tím větší bude obraz.“ (Pazourek 1961)

Jsou dvě možnosti jak pracovat při fotografování a to s okulárem nebo bez něj. Při práci bez okuláru se přímo na fotografickou vrstvu promítá skutečný obraz, který vytvořil objektiv. Přibližováním obrazu bychom jeho jakost zhoršili, protože objektivy jsou nastaveny pouze pro jistou vzdálenost předmětu. Z tohoto důvodu je lepší fotografovat s okulárem.(Pazourek 1961) V tom případě ale mnozí autoři (místo okulár) říkají „projektiv“ nebo v angličtině „projector“ přestože jde o tutéž součástku mikroskopu.(pozn.školitele) Pokud je obraz vytvořený objektivem mezi

dvojnásobnou ohniskovou vzdáleností a ohniskem okuláru, vytvoří okulár skutečný obraz (jako na promítacím plátnu v kině). Přesného zaostření můžeme docílit vzdalováním okuláru od objektivu, tedy prodlužováním tubusu, nebo zvětšováním vzdálenosti předmětu od ohniska objektivu. (Pazourek 1961)

4.2.2 Princip mikrofotografie v historii

„Mikrofotografie je založena na projekci obrazu mikrofotografického objektu, osvětleného silnějším světelným zdrojem, na stěnu, již představuje fotografická deska, chráněná před osvětlením nežádoucími paprsky komorou. Skládá se tedy mikrofotografický přístroj z těchto tří podstatných částí: z osvětlovacího zařízení, z mikroskopu a z fotografické komory.“ (Wolf 1940)

4.3 Digitální fotoaparát

Digitální fotoaparáty jsou dnes běžně součástí mobilních telefonů. Digitální fotoaparát má mnoho důležitých parametrů a součástí. Jedním ze základních součástí fotoaparátů je čočka. Čočka láme paprsky světla a koncentruje je na malý prostor ve fotoaparátu. Mění směr paprsků tak, aby se později ve fotoaparátu sbíhaly – míněno tak, aby paprsek vstupující do čočky rovnoběžně s osou a paprsek procházející středem čočky „se sbíhaly“ a tím vytvořily „obraz skutečný“ (pozn. školitele). V místě sbíhání paprsků se musí umístit snímací zařízení, neboli senzor, abychom získali ostrý obraz. Pokud bychom senzory přiblížili k čočce nebo oddálili od čočky, paprsky by se nesbíhali přímo v místě snímacího zařízení a obraz by byl rozmazaný. Zaostřování slouží k tomu, aby k tomuto nedocházelo.

Mezi další parametry při fotografování patří apertura a délka doby snímání. Aperturu určuje šířka otevření předního krytu objektivu.

Digitální fotoaparáty používají pro zachycení obrazu senzory, které převádějí světelnou energii na elektrickou. Tzv. foto-senzory jsou umístěny ve fotoaparátu do mřížky. K přeměně fotonů na elektrony dochází při dopadu světla na foto-senzory. Čím více elektronů se nachází na senzoru, tím bylo snímané světlo intenzivnější. Náboj (množství elektronů) se poté zpracuje speciálním zařízením a

určí se jeho velikost v jednotlivých částech (buňkách) mřížky. Toto my poté zaznamenáváme jako body fotografie (pixely).

Převedením intenzity světla na číselnou hodnotu získáme pouze černobílé fotografie (na každý pixel je jen jedna hodnota světelné intenzity). Pro zviditelnění barev se nejčastěji používá barevný model RGB (red, green, blue), deteguje samostatné hodnoty intenzity světla pro 3 různé složky (červená, zelená, modrá).

Rozlišení se měří a vyjadřuje v pixelech. Rozlišení vyjadřuje, jaké množství detailů je schopen fotoaparát zachytit a také počet bodů, které fotografie obsahuje na výšku a na šířku. Čím má však fotografie více bodů, tím bude zabírat na paměťové kartě víc místa. (Zachar 2009)

5. Praktická část

5.1 Použité přístroje a preparáty

5.1.1 Testované mobilní telefony

Nokia 5800 Xpress Music



Obrázek 3: převzat 22.3.11 z: <http://www.n5800.cz/foto-telefonu>

Parametry:

Výrobce	Nokia	Počet barev	16 milionů barev
Konstrukce	dotykové	Rozlišení fotoaparátu	3,2 Mpx, optika Carl Zeiss (2048 ×1536)
Operační systém	Symbian 9.4 S60 5th Edition	Vestavěný blesk	Dvojitý LED
Uživatelská paměť	81 MB	Natáčení videosekvencí	ano
Velikost displeje	3,2" (40 × 71mm)	Editace fotografií	ano
Rozlišení displeje	640× 360	Automatické ostření	ano
Rozměry fotografie	2048× 1536	Zoom	3násobný digitální
Formát statických snímků	JPEG	Oficiální představení	Říjen 2008

Cena		Cena dnes	5200Kč
Bazarová cena	3400Kč		stále v prodeji

Tabulka: převzato 22.3.11 z: <http://mobilni-telefony.heureka.cz/nokia-5800-xpressmusic/specifikace/#section>, Heureka! Můj nákupní rádce, Nokia 5800 Xpress Music

Převzato 31.3.11 z: <http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/nokia-5800-xpressmusic/sc-63-c-1-ci-8393/default.aspx>

Tato Nokia je známá spíše pod označením Tube. Displej je rozměrný, i když existují i větší, disponuje poměrem stran 16:9. Mobil nabízí i možnost nahrávat video v rozlišení VGA v kvalitě 30 fps. Vestavěná paměť tohoto mobilu má průměrných 81MB s možností rozšířit až o 16GB pomocí paměťových karet microSDHC.

<http://www.esomobil.cz/eshop/cs/mobilni-telefony/nokia/nokia-5800-xpressmusic-blue> , esomobil, 31.3.11

Sony Ericsson K750i



Obrázek 4: převzat 26.3.11 z : <http://www.sonyericsson.com/cws/products/2.371/k750i?cc=cz&lc=cs#a>

Parametry:

Výrobce	Sony Ericsson	Počet barev	262 000 barev
Konstrukce	Klasický s klávesnicí	Rozlišení fotoaparátu	2 Mpx (1632×1224)
Operační systém	Ne, bez OS	Vestavěný blesk	ano (dvoudiodový)
Paměť uživatel.	34 MB	Natáčení videosekvencí	ano
Velikost displeje	1,8“(29× 36mm)	Editace fotografií	ano
Rozlišení displeje	176× 220 bodů	Automatické ostření	ano

Rozměry fotografie	640 × 480	Zoom	digitální
Formát snímků	JPEG	Oficiální představení	Březen 2005
Cena		Cena dnes	
Bazarová cena	1300Kč		Už se neprodává

Převzato 26.3.11 z: <http://www.esomobil.cz/eshop/cs/mobilni-telefony/bazar/sony-ericsson-k750i-new-> , esomobil ; <http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/sony-ericsson-k750i/sc-63-c-1-ci-7666/default.aspx> , Mobilmania.cz o mobilech víme vše, Sony Ericsson K 750i, <http://www.mobilmania.cz/default.aspx?catitem=7666&catalog=1> , 31.3.11

Až na malé výjimky jsou v tomto mobilu koncentrovány všechny funkce, které můžeme po mobilu běžně požadovat. Ve své době obsahoval tento mobilní telefon velmi kvalitní fotoaparát, který je mnohdy lepší než málo kvalitní digitální fotoaparát. Tímto mobilním telefonem se dá fotografovat také text, díky 2Mpx rozlišení a automatickému rozlišení. (Svět mobilů 2007)

Automatické zaostřování u tohoto mobilního telefonu funguje stejně jako u běžných fotoaparátů. K zaostření dojde po namáčknutí spouště, při zaostřování bliká na displeji zelený bod, a fotografii pořídíme teprve domáčknutím spouště fotoaparátu. (Vágner 2005)

Nokia 5130 Xpress Music



Obrázek 5 převzat z: <http://www.n5130.cz/foto-telefonu>

Parametry:

Výrobce	Nokia	Rozlišení fotoaparátu	2Mpx(1600×1200)
Konstrukce	Klasický s klávesnicí	Vestavěný blesk	ne

Operační systém	Nokia series 40 5th Edition, FP1	Natáčení videosekvencí	ano
Uživatelská paměť	30 MB	Editace fotografií	ano
Velikost displeje	2“(30× 41mm)	Automatické ostření	ne
Rozlišení displeje	240× 320	Zoom	digitální
Počet barev	262 000 barev	Rozměry fotografie	1200× 1600
Formát snímku	JPEG	Oficiální představení	Listopad 2008
Cena		Cena dnes	2300Kč
Cena bazar	1800Kč		Je v prodeji

Převzato 26.3.11 z : <http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/nokia-5130-xpressmusic/sc-63-c-1-ci-10625/default.aspx>,
 Mobilmania.cz o mobilech víme vše, Nokia 5130 Xpress Music

U tohoto mobilního telefonu není příliš kvalitní fotoaparát, schází mu autofocus i jakákoli forma přisvětlení. V paměti zabere každá z nafocených fotografií asi 300kB. Snímky trpí značným šumem a neostrotí a to i za ideálních venkovních podmínek. Chybí boční tlačítko jako spoušť fotoaparátu, a proto se dá fotografovat jen pomocí středového tlačítka. (Pavliček 2009)

Nokia N82



Obrázek 6: převzat 26.3.11 z:

http://www.google.cz/search?q=nokia+n82&hl=cs&rlz=1R2ACAW_csCZ360&prmd=ivnsr&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=7BqOTc_qLYbMswbczNyRCg&sqj=2&ved=0CEoQsAQ&biw=1003&bih=425

Parametry:

Výrobce	Nokia	Rozlišení fotoaparátu	5Mpx(2592×1944)
Konstrukce	Klasický s klávesnicí	Vestavěný blesk	ano(xenonový)
Operační systém	Symbian 9.2 S60 3rd Edition, FP1	Natáčení videosekvencí	ano
Uživatelská paměť	100 MB	Editace fotografií	ano
Velikost displeje	2,4" (37 × 49mm)	Automatické ostření	ano
Rozlišení displeje	320× 240	Zoom	digitální
Počet barev	16 mil. barev	Rozměry fotografie	2592× 1944 pixel
Formát obrázku	JPEG	Oficiální představení	Listopad 2007
Cena		Cena dnes	
Cena bazar	3000Kč		Už se neprodává

Převzato 26.3.11 z: <http://mobilni-telefony.heureka.cz/nokia-n82/specifikace/#section> Heureka! Můj nákupní rádce, Nokia N82, <http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/nokia-n82/sc-63-c-1-ci-7621/default.aspx>, mobilmania.cz, Nokia N82

Nokia N82 je multimediální přístroj, mezi jehož funkce mimo jiné patří 5Mpx fotoaparát, optika Carl Zeiss, xenonový blesk, GPS navigace, připojení k internetu a nechybí ani Wi-Fi připojení. (YOP! mobily & zábava 2007)

Tlačítko fotoaparátu na boční straně mobilního telefonu má dvě polohy. Snímek se zaostří lehkým namáčknutím a vyfoťí se domáčknutím tlačítka. Na zadní straně fotoaparátu kryje objektiv krytka s pružinkou, která se dá snadno přesouvat a slouží také k rychlému spuštění fotoaparátu. Jakmile otevřeme krytku objektivu, spustí se automaticky funkce fotoaparátu. (Zíma 2008)

5.1.2 Testované mikroskopy

Mikroskop Optika B- 350



Obrázek 7

Mikroskop Olympus BX40



Obrázek 8

5.1.3 Použité mikroskopické preparáty

Výukové preparáty předmětu Morfologie- fyziologie, histologie

Výukové preparáty předmětu Mikrobiologie

5.2 Způsob mikroskopování a fotografování

Mikroskopické preparáty jsme prohlíželi pomocí mikroskopu klasickým způsobem. K fotografování jsme vybírali něčím zajímavé preparáty, výrazné barvení, dobře rozlišitelné struktury. V každém preparátu jsme se zvláště zaměřili k fotografování struktur, které bývají předmětem zájmu na praktických cvičeních. Histologické preparáty jsme fotografovali nejčastěji, protože mají zajímavou strukturu i při různých zvětšeních mikroskopu. Pro fotografování pomocí imerzního objektivu jsme vybrali preparáty mikrobiologické.

5.2.1 Způsob fotografování mobilním telefonem

Položíme preparát na stolek mikroskopu, nastavíme objektiv s nejmenším zvětšením a preparát zaostříme. Poté můžeme nastavit jiný objektiv s požadovaným zvětšením a doostřujeme již pouze mikrošroubem.

5.2.1.1 Nejrychlejší způsob zaostření snímku

Čočku fotoaparátu oddálíme od okuláru mikroskopu tak, abychom na displeji mobilního telefonu viděli okulár, ve kterém svítí malé kolečko (zorné pole). Poté se zaměříme na tento svítící bod a čočku mobilního telefonu začneme pomalu přibližovat k okuláru mikroskopu tak, abychom stále viděli zorné pole. Nakonec se přiblížíme na takovou vzdálenost, kdy se nám obrázek natolik přiblíží a vyjasní se, že je vhodný k fotografování.

U všech mobilních telefonů je postup fotografování stejný. Abychom získali fotografii nejlepší a v co nejkratším čase, musíme se držet všeobecného postupu.

Objektiv fotoaparátu namíříme na okulár mikroskopu, a to v takové vzdálenosti, abychom viděli na displeji mobilního telefonu obraz okuláru se svítícím bodem uprostřed. Když tuto pozici najdeme, levou rukou se přidržíme levého okuláru, abychom získali oporu a začneme objektiv fotoaparátu přibližovat k okuláru s tím, že svítící bod uprostřed okuláru se přibližováním zvětšuje a snažíme se ho udržet uprostřed displeje. Nakonec se objektivem fotoaparátu přiblížíme natolik, že obraz preparátu vidíme jasně. V té chvíli je důležité obraz důkladně vycentrovat, aby jeden z rohů fotografie nebyl ztmavený ani přesvětlený, struktury na snímku byly zaostřené. Tato část je nejdůležitější, stačí malý pohyb mobilním telefonem a snímek se nám vůbec nezdaří. Zaostřování fotoaparátu je pro kvalitu fotografie důležité, ale bohužel i v této fázi si můžeme snímek pokazit. Tedy poté co dokonale snímek vycentrujeme, zmáčkne spoušť fotoaparátu.

Vyzkoušeli jsme různé způsoby mikroskopování a různé způsoby využití možností mobilních telefonů a následného počítačového zpracování snímků – což je popsáno v další kapitole Výsledky. Jsou v ní popsány i dílčí metodické rozdíly, které by bylo neúčelné popisovat předem – odděleně od výsledků.

6. Výsledky

V jednotlivých podkapitolách popisujeme detaily námi získaných mikrofotografií z mobilních telefonů nikoliv z hlediska kvality pro vědeckou dokumentaci, ale z hlediska, zda může studentovi přinášet kvalitní informace pro výukový proces. Reprezentativní nebo instruktivní příklady mikrofotografií jsou umístěny přímo v textu. Ale kvůli přehlednosti textu jsou mnohé další mikrofotografie dokazující naše závěry pouze v příloze.

6.1 Časová náročnost vyfotografování jednoho zorného pole

Vyfotografovat jedno zorné pole trvá různě dlouhou dobu. Čas, který je nutný k vyfotografování jednoho snímku, závisí na druhu a kvalitě mobilního telefonu. Zhotovení fotografie může trvat od několika desítek vteřin po několik minut a ne každá fotografie se povede. Někdy je nutné stejné zorné pole fotografovat několikrát, než dosáhneme požadované kvality.

Druh mobilního telefonu se na rychlosti fotografování odráží velmi značně. Rychleji se snímky pořizují s mobilními telefony, které jsou ke kvalitnějšímu fotografování určené, a naopak u mobilních telefonů, u kterých je tato funkce pouze okrajová, je fotografování ztížené. Trvá déle, než se obrázek dostatečně zaostří a vyjasní. A fotografování neusnadňuje také umístění spouště fotoaparátu, pokud je u těchto mobilních telefonů součástí klávesnice. Při fotografování s těmito mobilními telefony ve vodorovné poloze se neubráníme pohybu mobilního telefonu při mačkání spouště fotoaparátu a může se stát, že i když máme obrázek pěkně zaostřený, po vyfotografování zjistíme, že buď obrázek není úplný, nebo že se uložila pouze černá plocha. Všechny mobilní telefony totiž fotografují se zpožděním, existuje časová prodleva mezi stisknutím spouště fotoaparátu a skutečným vyfotografováním obrázku. Lepších výsledků dosahujeme fotografováním snímků při svislé poloze mobilního telefonu. Naopak u mobilních telefonů, u kterých je funkce fotografování výrobcem upřednostněna, je většinou spoušť fotoaparátu na boční straně mobilního telefonu. Při takovém fotografování

nedochází tolik k pohybu mobilního telefonu při mačkání spouště fotoaparátu a fotografie jsou většinou velmi dobré.

6.2 Různé způsoby nastavení mikroskopu

Mikroskop disponuje několika objektivy, které můžeme libovolně měnit a nastavovat tak různé celkové zvětšení mikroskopu. Okulár umožňuje u mikroskopů použitých v této práci zvětšení 10×. Mobilním telefonem můžeme fotografovat nativní preparáty i struktury za použití imerzního systému, jak uvidíme v následujících kapitolách.

6.2.1 Fotografie pořízené za použití různých objektivů mikroskopu

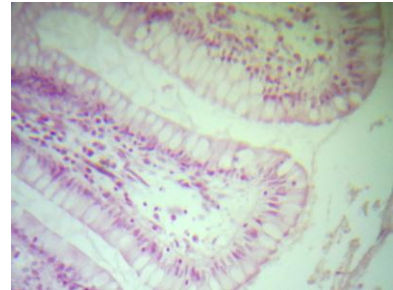
Následující fotografie jsou pořízené s maximálním přiblížením všech mobilních telefonů, a tak můžeme porovnat, jak nám objekty přiblíží změna objektivu. Fotografie z malého zvětšení jsme roztáhli do takové velikosti, aby struktury v nich byly stejně velké, jako při velkém zvětšení. Tím, že např. buněčná jádra jsou stejně velká na obou fotografiích s různými objektivy, můžeme porovnat, že nejlépe viditelná jsou jádra na snímcích s větším zvětšením objektivu, tj. na nejmenším obrázku. Snímky pořízené mobilním telefonem Nokia 5130 byly pootočeny o 90°.

Mikroskop Optika B-350

Nokia 5800 Xpress Music

Sliznice tenkého střeva: nejreprezentativnější je rozdíl mezi buněčnými jádry pojiva uvnitř klků

Barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, foto: zoom 100%



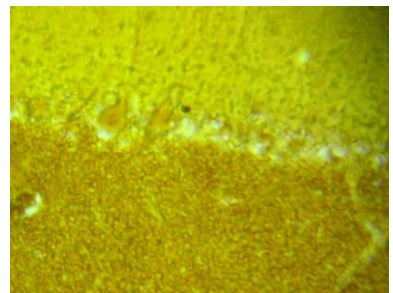
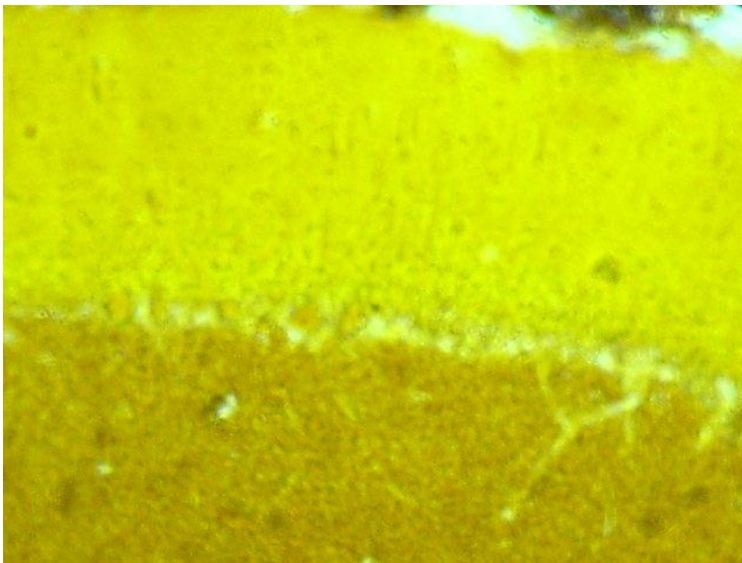
Obrázek 9: zvětšení objektivu 10×, apertura objektivu: 0,25

Obrázek 10: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Sony Ericsson K 750i

Mozeček: nejreprezentativnější je rozdíl v zrnitosti dolní vrstvy kůry. Na druhém snímku jsou v náznaku vidět Purkyňovy buňky na rozhraní obou vrstev.

Barvení: podle Nissla, zvětšení okuláru: 10×, foto: zoom 100% (lupa 2,5)



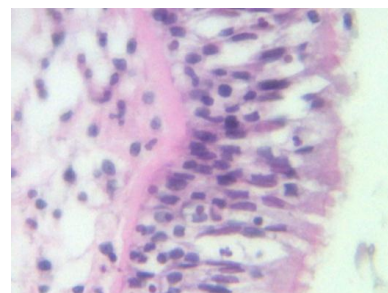
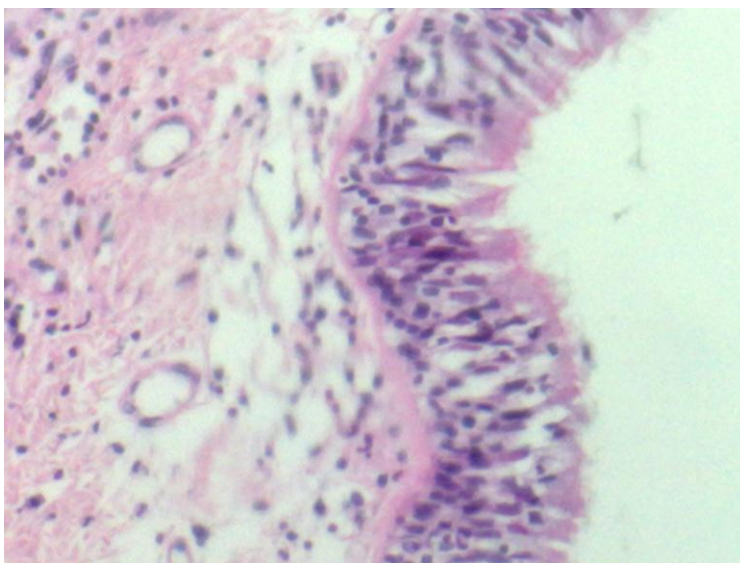
Obrázek 11: zvětšení objektivu: 10×, apertura objektivu: 0,25

Obrázek 12: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Nokia N82

Preparát: trachea- řasinkový epitel: nejreprezentativnější je rozdíl mezi buněčnými jádry podslizničního pojiva, ale i v kontrastnosti buněčných jader sliznice

Barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, foto: zoom 100%



Obrázek 13: Zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

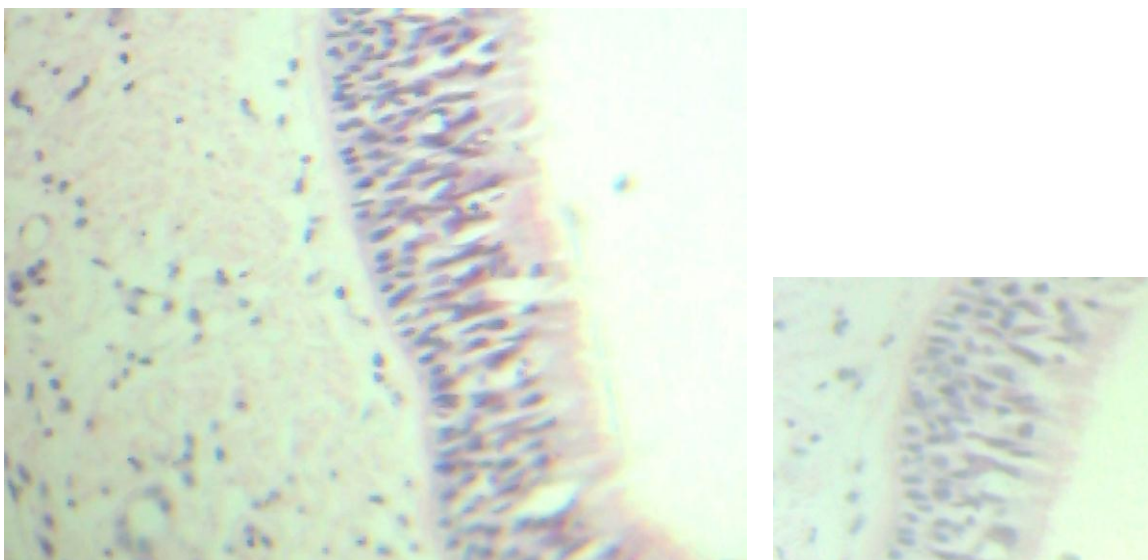
Obrázek 14: zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65

Nokia 5130 Xpress Music

Výjimečný případ, kdy větší zvětšení objektivu nepřineslo očekávané zlepšení kvality snímku.

Trachea- řasinkový epitel: nejreprezentativnější je rozdíl mezi buněčnými jádry podslizničního pojiva, ale i v kontrastnosti buněčných jader sliznice.

Barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru:10×, foto: zoom 100%



Obrázek 15: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Obrázek 16: zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65

Výše uvedené dvojice fotografií nám ukazují, jak objektiv s velkým zvětšením zlepšuje kvalitu zobrazení buněk i malých struktur v nich. Snímky z Nokia 5130 nám ale dokazují, že ne vždy fotografie s velkozvětšujícím objektivem jsou kvalitnější, pokud je struktura fotoaparátem špatně zaostřena.

Fotografované struktury jsme vybírali tak, abychom viděli, jak změna objektivu ovlivní velikost vybrané struktury. Zvětšením objektivu mikroskopu upravíme velikost objektu a přiblížíme detaily preparátu, které chceme fotografovat, do požadované velikosti. Další fotografie vztahující se k tomuto odstavci jsou uvedeny v příloze.

Velké zvětšení objektivu pomáhá spolu se zoomem mobilního telefonu vyfotografovat velmi malé struktury a jádra buněk.

6.2.2 Fotografování mobilním telefonem pomocí imerzního objektivu

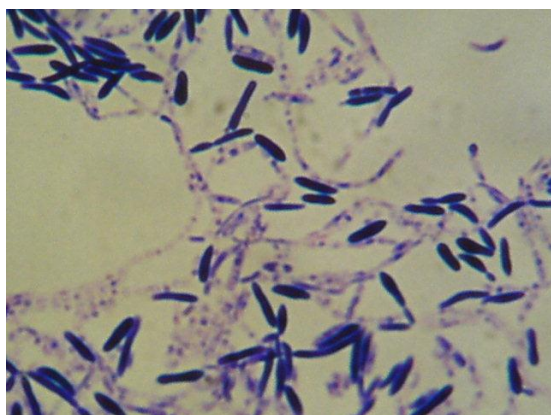
Z předchozí kapitoly vyplývá, že větší zvětšení objektivu zlepšilo rozlišovací schopnost mikrofotografií. Od toho se odvíjí otázka, zda při fotografování mobilním telefonem je možno také použít zvětšení objektivu 100× (pro ještě větší rozlišení).

6.2.2.1 Fotografování mobilním telefonem přes imerzní objektiv mikroskopu Olympus BX 40

Následující fotografie jsou pořízené pomocí mikroskopu Olympus BX 40. Byly fotografovány kvasinky pomocí dvou různých mobilních telefonů. A můžeme říci, že oba dva mobilní telefony dokázaly vyfotografovat i detaily ve struktuře mikroorganismu, které jsou menší než jádro lidské buňky. Lze také porovnat, jak se jednotlivé snímky od sebe liší.

Imerzní objektiv: zvětšení 100×, apertura objektivu 1.30, celkové zvětšení mikroskopu 1000×, filtr Ph0. Foto: zoom 100%

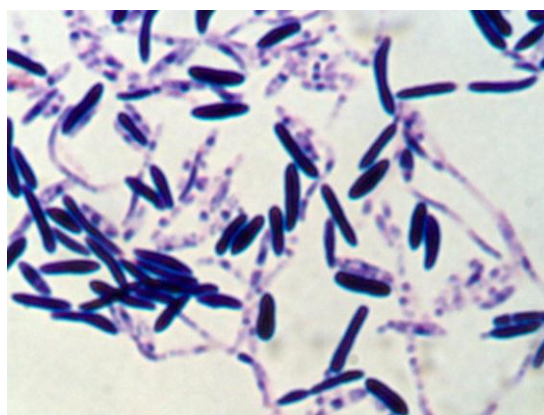
Sony Ericsson K 750i



Obrázek 17

Candida sake

Nokia N82



Obrázek 18

Jak je vidět, podle výše uvedených fotografií, pořizovat snímky pomocí mobilního telefonu lze i za použití imerzního objektivu a imerzního oleje. Ve fixovaném preparátu tak můžeme pozorovat velice malé struktury, které bychom nemohli tak dobře rozlišit při použití objektivu s menším zvětšením, a tím pádem také s menší numerickou aperturou. Na všech snímcích pořízených s pomocí imerzního systému si můžeme povšimnout, že obrázky fotografované mobilním telefonem Nokia N82 jsou světlejší, jasnější a věrnější realitě oproti obrázkům Sony Ericssona K750i. Tato odlišnost je způsobena lepší optikou fotoaparátu mobilního telefonu Nokia N82. Další fotografie jsou uvedeny v příloze.

6.2.2.2 Fotografování mobilním telefonem přes imerzní objektiv mikroskopu Optika B- 350

Následující fotografie jsou vyfotografované pomocí jednoho mikroskopu a imerzního objektivu. Můžeme porovnat fotografie ze tří různých mobilních telefonů. Fotografie pořízené mobilem Nokia 5800 Xpress Music bohužel nemáme k dispozici. Vybrali jsme preparáty kvasinek, protože kvasinky jsou dostatečně velké a jsou na fotografiích dobře viditelné. Fotografie Nokia 5130 je pootočená o 90°.

Imerzní objektiv: zvětšení 100×, apertura objektivu 1.25, celkově zvětšení mikroskopu 1000×

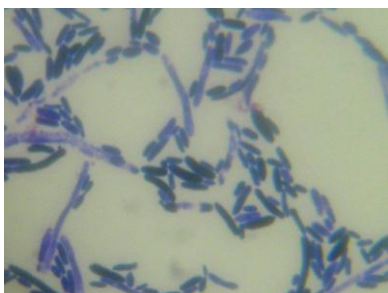
Mobilní telefony: a) Sony Ericsson K750i

b) Nokia 5130 Xpress Music

c) Nokia N82

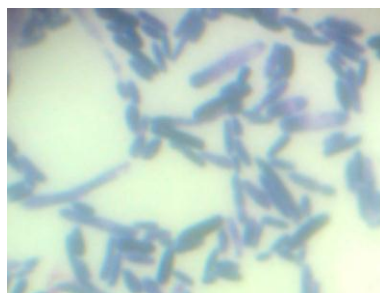
KVASINKY

a)



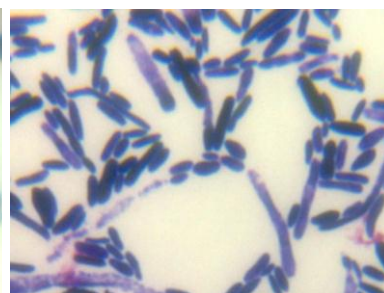
Obrázek 19

b)



Obrázek 20

c)



Obrázek 21

Jak jsme se již přesvědčili v předcházející kapitole, můžeme mikrofotografie pořizovat i pomocí imerzního systému. U třech snímků této podkapitoly demonstrujeme, že i u jiného typu mikroskopu lze jeho imerzní objektiv pro fotografování mobilem použít. Je ovšem nutno mít kvalitní mobilní telefon. Porovnáním fotografií zjistíme, že nejhezčí fotografie jsou pořízené mobilním telefonem Nokia N82, horší jsou fotografie Sony Ericsson K 750i a nejhůře zaostřené jsou fotografie Nokia 5130. Další fotografie - viz příloha.

6.2.3 Porovnávání fotografií pořízených pomocí dvou různých mikroskopů

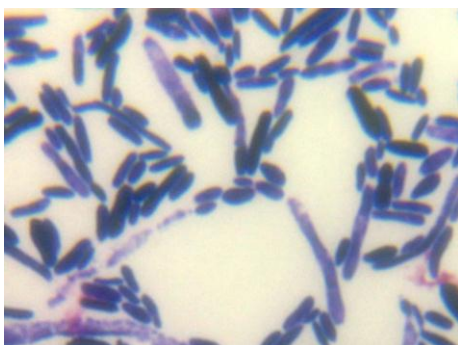
V této podkapitole porovnáváme dva mikroskopy při použití jednoho a téhož mobilního telefonu. Zde se můžeme přesvědčit, že ne vždy kvalita fotografií závisí pouze na fotoaparátu, ale také na mikroskopu, pomocí kterého fotografovanou strukturu pozorujeme. Další fotografie i z jiných mobilních telefonů jsou uvedeny v příloze.

Mikroskopy: a) Optika B-350: imerzní objektiv 100×/ 1.25

b) Olympus BX 40: imerzní objektiv 100× / 1.30

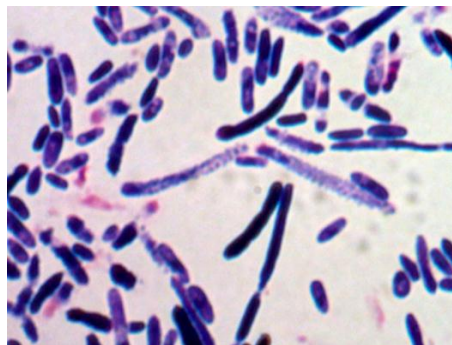
Nokia N82

a)



Obrázek 22

b)



Obrázek 23

I když nemůžeme porovnávat velikost kvasinek, protože se nejedná o mikrofotografie stejných preparátů, můžeme si všimnout, že kvasinky fotografované pomocí mikroskopu Olympus BX 40 jsou jasnější a intenzivněji zbarvené.

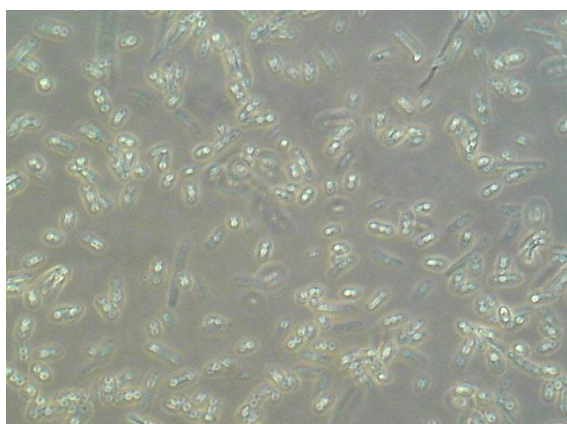
6.2.4 Fotografování nativních preparátů

Dalším krokem v posouzení kvality mikrofotografií z mobilního telefonu je fotografování nenabarvených (nativních) preparátů. Vzhledem k tomu, že takovéto struktury jsou velmi malé a nemají žádný barevný kontrast, jsou zkouškou pro kvalitu fotografování v mikroskopu. Z níže uvedených fotografií vyplývá, že

mobilním telefonem se dají také pořizovat instruktivní fotografie nativních preparátů. Jako ukázkou jsme použili nativní preparát kultury *Candida crusei*.

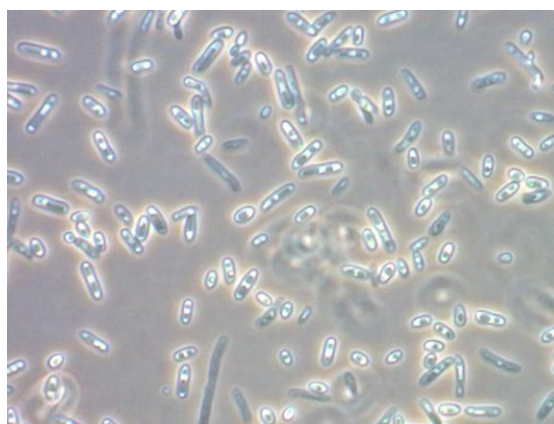
Nativní preparát: *Candida crusei*: lze si povšimnout světlých bodů uvnitř tyčkovité buňky mikroorganismu- což je lépe vidět na pravém snímku
mikroskop Olympus BX 40, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, filtr Ph2, foto: zoom 100%

Sony Ericsson K750i



Obrázek 24

Nokia N82



Obrázek 25

Při fotografování nativních preparátů je výhodné použít nějaký filtr, kterým docílíme výrazného kontrastu mezi buňkami a pozadím.

Snímky jsou pořízené za stejných podmínek na jednom mikroskopu dvěma různými mobilními telefony. Fotografie zhotovené pomocí telefonu Nokia N82 jsou lepší, struktury na fotografii jsou větší a zřetelnější.

6.3 Různé způsoby nastavení mobilních telefonů

V této kapitole se zabýváme především použitím různých zoomů mobilního telefonu, tedy přiblížením, které nám umožňuje optika mobilního telefonu. Stejně tak jde u mobilního telefonu nastavit blesk. Fotografie použité v této kapitole nebyly žádným způsobem upravovány.

6.3.1 Fotografie pořízené při různém přiblížení (zoomu) mobilního telefonu

Dále uvedené fotografie se nacházejí v příloze, liší se zoomem fotoaparátu mobilního telefonu, jaký byl při fotografování použit. Snažili jsme se vybrat poměrně zdařilé fotografie, na kterých by bylo zřejmé, jak použitý zoom fotoaparátu ovlivní výslednou fotografii.

Z fotografií umístěných v příloze je zřejmé, že pokud fotografujeme objekt bez jakéhokoli zoomu, jsme limitováni takovým zobrazením, které nám dovoluje mikroskop. Preparát bude tedy vždy zobrazen pouze v kruhu zorného pole. Jestliže budeme pořizovat snímky s polovičním přiblížením (50% zoom), bude vždy v jednom rohu fotografie stín, jako následek většího zorného pole fotoaparátu než zorného pole mikroskopu (nebo bude menší stín ve všech rozích- při ideálním vycentrování). Takové přiblížení totiž nestačí k tomu, aby se nám podařilo zhotovit čistý snímek bez okrajového ztemnění. Pokud však na mobilním telefonu nastavíme největší přiblížení (100% zoom), pak se dají pořizovat pěkné snímky, na které zorné pole mikroskopu nemá žádný vliv, neboť zorné pole mobilního telefonu je pak menší.

Chceme-li fotografovat určitou strukturu a přiblížíme ji použitím silnějšího objektivu, musíme si uvědomit, že pokud při tom použijeme maximální zoom fotoaparátu mobilního telefonu, abychom získali čistý snímek, pozorovaná struktura se ještě zvětší a nemusela by se nám vejít do zorného pole fotoaparátu.

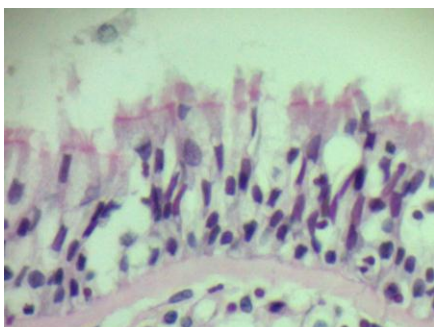
Pokud fotografujeme preparáty bez použití maximálního zoomu mobilního telefonu, nepodaří se získat čistý snímek. Tím, že si pozorovaný objekt dostatečně zoomem fotoaparátu nepřiblížíme, dostaneme fotografii se zorným polem mikroskopu. Takový obrázek musíme dodatečně upravit v počítači pomocí nějakého k tomu určenému programu.

6.3.2 Použití blesku při fotografování

Následující fotografie jsou fotografované za různého použití blesku. Můžeme pozorovat, zda se snímky pořízené za použití blesku a bez něho nějakým způsobem liší.

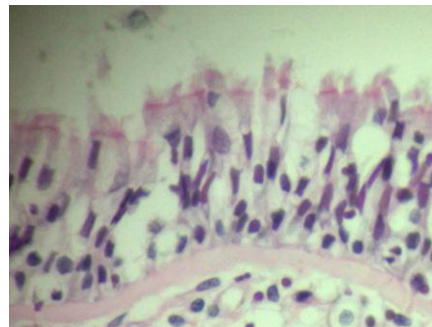
Nokia N82

automatický blesk



Obrázek 26

vypnutý blesk



Obrázek 27

Fotografie, které jsme pořídili za použití blesku, nebo bez něho mají podle našeho názoru srovnatelné rozlišení a kvalita rozlišení se nijak výrazně neliší. Struktura uprostřed zorného pole v mikroskopu je již dost osvětlena a blesk zase tak významný vliv nemá. Fotografie, u které nebyl použit blesk, má však trochu ztmavený roh, na rozdíl od fotografie s bleskem, u které se zatmavení rohu tak neprojevílo.

6.4 Posouzení kvality mikrofotografií z různých mobilních telefonů

Fotografie mikroskopických preparátů uvedené v této bakalářské práci byly postupně fotografovány všemi fotoaparáty mobilních telefonů, které jsou předmětem této bakalářské práce. V následujících podkapitolách jsou popsány charakteristické rysy výsledků z jednotlivých mobilních telefonů. Reprezentativní mikrofotografie jsou uvedeny v příloze.

6.4.1 Nokia 5800 Xpress Music

Tento mobilní telefon má dotykový displej, který je neobvykle velký a snímaný preparát je tímto displejem velmi dobře pozorovatelný. Po vyfotografování se barvy na displeji utlumí, snímek je stále dosti kvalitní, jen barvy již nejsou tak ostré.

6.4.2 Sony Ericsson K750i

Fotografuje velmi pěkně, po správném přiblížení objektivu k okuláru mikroskopu se nám objeví plný obrázek, který je málo náchylný k objevujícímu se přesvětlení rohů nebo naopak zatmavení, v tomto ohledu je jistě lepší než Nokia 5130 Xpress Music. Po zhotovení snímku dojde k utlumení barev, obrázek je totiž tmavší než pozorovaný objekt v mikroskopu. Tento jev je způsoben velmi pravděpodobně krytkou objektivu, kterou je tento mobilní telefon vybaven. Posuvná krytka objektivu fotoaparátu zřejmě zabraňuje některým světelným paprskům v pronikání do objektivu. Fotoaparát nějakou dobu zaostřuje před samotným vyfotografováním a v této době může dojít ke snížení kvality pořízeného snímku.

6.4.3 Nokia 5130 Xpress Music

Jedinou možnou výhodou tohoto fotoaparátu je i jeho značná nevýhoda. U tohoto mobilního telefonu se nenachází funkce automatického zaostřování, tzv. autofocus. Tím, že tento mobilní telefon nezaostřuje, se snímek vyfotografuje ihned a tak nedochází často k následnému znehodnocení snímku před jeho zhotovením. Ale na druhé straně je automatické zaostřování velmi důležitým předpokladem pro pořízení kvalitní fotografie. Tento mobilní telefon není přímo určen pro fotografování, proto má fotoaparát spoušť na klávesnici a s mobilním telefonem můžeme fotografovat buď ve svislé, nebo vodorovné poloze. Ze zkušeností můžeme říct, že lepší snímky většinou pořídíme, pokud držíme mobilní telefon ve svislé poloze, ale je to spíše individuální. Při fotografování tímto mobilním telefonem je nejobtížnější dokonalé vycentrování obrazu, které je mnohdy zdlouhavé. Po zmáčknutí spouště se obrázek ihned vyfotografuje, takže se nám většinou podaří získat takový snímek, jaký jsme chtěli. Ale kvůli nepřítomnosti automatického zaostřování není snímek dostatečně zaostřen a je jakoby zamlžený a nekvalitní.

6.4.4 Nokia N82

Tímto mobilním telefonem se pořizují snímky velmi dobře. Displej je poměrně velký, kvalitní 5 Mpx fotoaparát a obraz se dá docela snadno vycentrovat.

Fotoaparát zaostřuje krátkou dobu a po vyfotografování se obraz rozjasní. Díky stabilizaci obrazu, kvalitní optice a rozlišení pořídíme tímto mobilním telefonem velmi kvalitní fotografie mikroskopických preparátů.

Tabulka č.1 s porovnáním kvality mikrofotografií potažmo mobilních telefonů ukazuje, že ve většině případů jsou nejlépe hodnocené fotografie pořízené mobilním telefonem Nokia N82. Podobně kvalitní, ale přeci jenom horší jsou snímky mobilu Nokia 5800 Xpress Music. Nejhorší fotografie v porovnání s ostatními testovanými mobilními telefony pořídíme mobilem Nokia 5130 Xpress Music. Kvalitnější snímky získáme fotografováním mobilním telefonem Sony Ericsson K750i. Vzhledem k velkému množství mikrofotografií by bylo proveditelné analogické porovnání dalších snímků. Avšak jednoduchou tabulku, kterou jsme předložili, považujeme za dostatečně reprezentativní. Dostatečně reprezentativní mikrofotografie jsou (kromě přílohy) uvedeny v podkapitolách o imerzním objektivu mikroskopu Optika B-350, o kvalitě zobrazení útvarů uvnitř buňky a o kvalitě zobrazení buněčných jader.

Tabulka č. 1:

Porovnávání kvality mikrofotografií pořízených různými mobilními telefony

Nokia 5800 Xpress Music	Sony Ericsson K750i	Nokia 5130 Xpress Music	Nokia N82
	19/ 2	20/ 3	21/ 1
44/ 2	45/ 3	46/ 4	47/ 1
48/ 2	49/ 3	50/ 4	51/ 1
	68/ 2	69/ 3	70/ 1
90/ 1	91/ 3	92/ 4	93/ 2

Legenda: číslo obrázku/ hodnocení kvality pořízené fotografie

1- nejlepší kvalita, 2- dobrá kvalita, 3- horší kvalita, 4- nejhorší kvalita

6.5 Různé způsoby počítačového zpracování snímků

Následné zpracování snímku po vyfotografování je velmi výhodné, pokud nejsme s pořízenou fotografií spokojeni. Fotografii můžeme např. oříznout, upravit kontrast obrazu a jas, a nebo použít automatickou opravu, což je nejrychlejší.

6.5.1 „Ruční“ upravování mikrofotografií v programu Microsoft Office Picture Manager

Fotografováním bez zoomu získáme snímky, které musíme dále upravit. Jednou z nutných úprav je oříznutí fotografie, abychom odstranily černé okraje způsobené nesprávně vycentrovaným nebo příliš malým zorným polem. Tímto programem lze fotografie oříznout, upravit jas i kontrast, intenzitu, odstíny a sytost barev, fotografii otočit nebo překlomit. Vlevo je vždy snímek původní a vpravo snímek upravený.

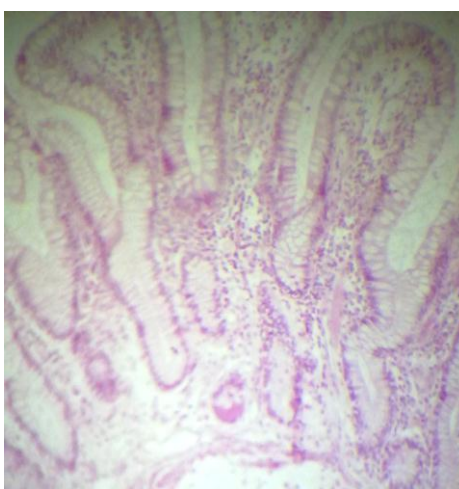
Nokia 5800 Xpress Music

Obě fotografie jsou pootočený o 90° proti směru hodinových ručiček. Klky sliznice tenkého střeva směřují vzhůru (kde je dutina střeva) a báze sliznice je dole. Oříznutí fotografie a otočení (klky směrem vzhůru) je nutné již proto, aby byl student vyvarován nesprávnému pochopení tvaru dutiny střeva.

Oříznutá fotografie, upravený jas a kontrast



Obrázek 28



Obrázek 29

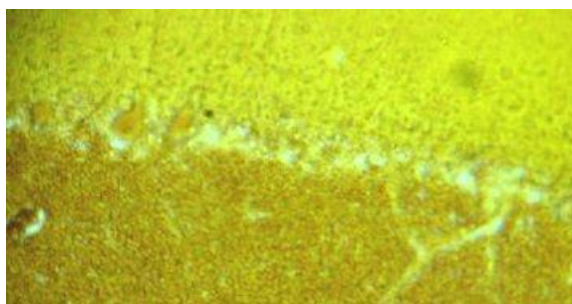
Sony Ericsson K750i

Preparát: mozeček- pěkně je vidět rozhraní mezi dvěma vrstvami kůry a jsou pouze málo vidět Purkyňovy buňky.

Vpravo je mikrofotografie oříznutá, upravený jas i kontrast.



Obrázek 30

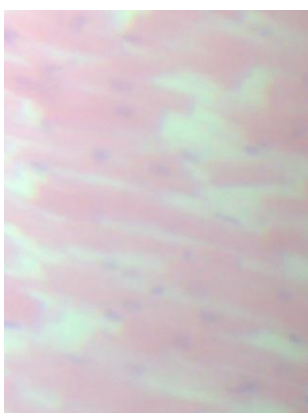


Obrázek 31

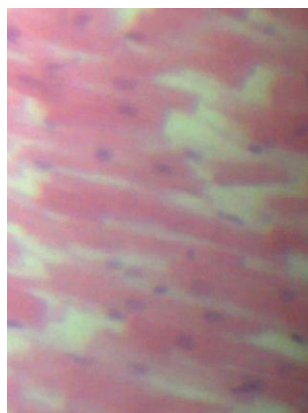
Nokia 5130 Xpress Music

Preparát: srdce- srdeční buňky: „ručním“ nastavením počítačové úpravy lze odlišit cytoplazmu buněk od nebuněčného okolí. Alespoň v náznaku lze zvýraznit namodralá buněčná jádra.

Na mikrofotografii vpravo je upravený jas, kontrast, střední tóny a intenzita barev.



Obrázek 32

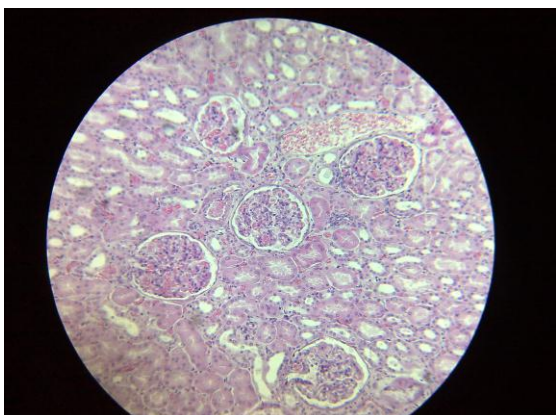


Obrázek 33

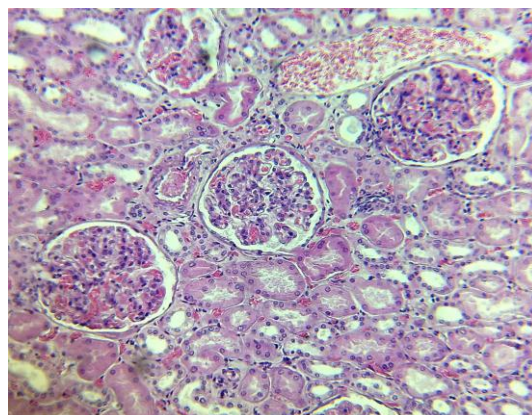
Nokia N82

Preparát: ledvina – perfektně jsou vidět glomeruly i tubuly. Buněčná jádra jsou výraznější vpravo.

Fotografie vpravo je oříznutá a automaticky upraven jas.



Obrázek 34



Obrázek 35

Pomocí výše uvedených upravených fotografií se můžeme přesvědčit, že i méně povedený snímek nemusí být bezcenný. Některými opravami z něho můžeme vyrobit velmi pěkný obrázek.

6.5.2 Upravování pořízených fotografií pomocí automatické opravy jasu a kontrastu v programu Microsoft Office Picture Manager

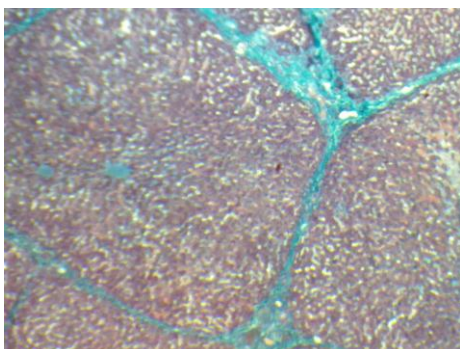
Při fotografování se nám nemusí podařit zhotovit snímek dostatečně jasný a zřetelný. Díky automatické opravě v prohlížeči fotografií se snímky zvýrazní a zjasní. Barvy jsou intenzivnější. Vlevo jsou opět snímky původní a vpravo snímky upravené.

Nokia 5800 Xpress Music

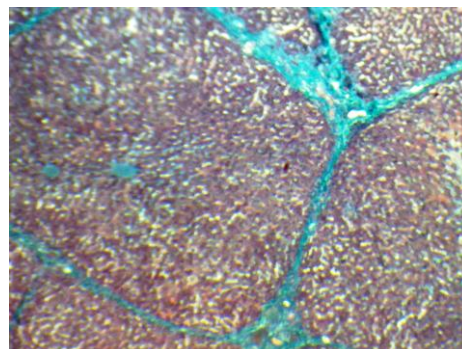
Preparát: játra: vlivem počítačové úpravy se zvýraznilo hlavně rozhraní mezi lalůčky

Barvení: modrý trichrom, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 4×, foto: zoom 100%

Automatická oprava



Obrázek 36



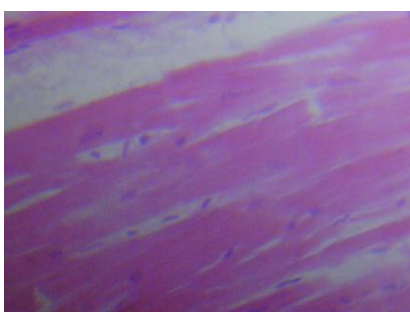
Obrázek 37

Sony Ericsson K750i

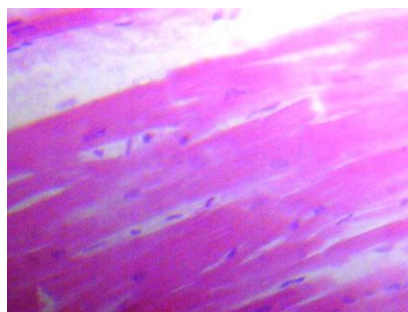
Preparát: srdce- srdeční svalovina- vlivem automatické úpravy se především zvětšil kontrast mezi cytoplazmou buněk a nebuněčnými prostory. Také se zvýraznila buněčná jádra vazivových buněk mezi vlákny svaloviny

Barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, foto: zoom 100%

Automatická oprava



Obrázek 38



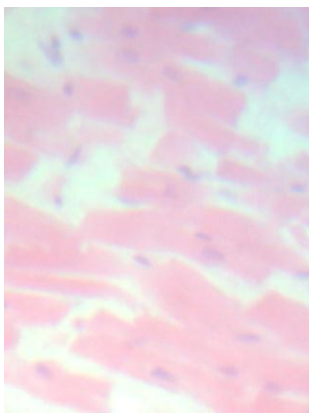
Obrázek 39

Nokia 5130 Xpress Music

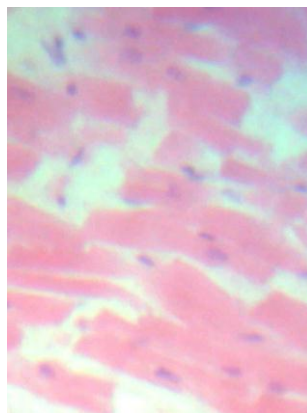
Preparát: srdce- srdeční buňky: pomocí automatické úpravy se zvýraznila buněčná jádra svalových buněk

Barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, foto: zoom 100%

Automatická oprava



Obrázek 40



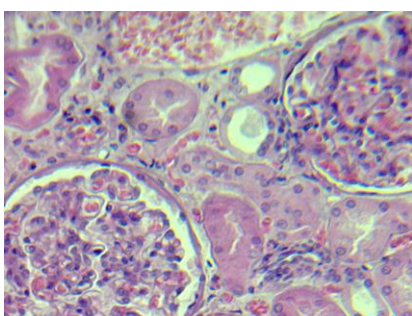
Obrázek 41

Nokia N82

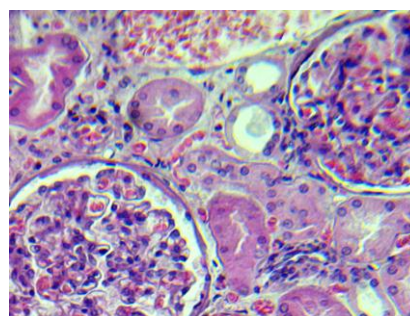
Preparát: ledvina- počítačovou úpravou se zvýraznila buněčná jádra v glomerulech i v kanálcích

Barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 20×, foto: zoom 100%

Automatická oprava



Obrázek 42



Obrázek 43

Automatická oprava je velmi jednoduchý způsob jak fotografii vylepšit. V programu Microsoft Office Picture Manager můžeme samozřejmě jednotlivé parametry (barva, jas, kontrast, ...) upravit jednotlivě, ale pomocí automatické

opravy docílíme požadovaného výsledku nejrychleji a v mnoha případech je výsledek srovnatelný nebo lepší.

6.6 Posouzení kvality mikrofotografií z hlediska potřeb výuky

V této kapitole porovnááme fotografie pořízené pomocí všech mobilních telefonů, kterými se tato práce zabývá. Následující podkapitoly se zabývají porovnáním fotografií z hlediska zobrazení nadbuněčných struktur, kvalitou zobrazení buněčných jader a porovnáním jiných struktur, které jsme fotografovali různými telefony.

Vybrali jsme jako reprezentativní a demonstrativní ty nejzdařilejší snímky. Ostatní fotografie jsou uvedeny v příloze.

6.6.1 Kvalita zobrazení nadbuněčných struktur různými fotoaparáty mobilních telefonů

Při fotografování nadbuněčných struktur si v tomto případě můžeme povšimnout velikosti plicních sklípků, oproti buňkám které ho obklopují. Fotografie v příloze, patřící k této kapitole nebyly žádným způsobem upravovány. Pouze fotografie z mobilního telefonu Nokia 5130 byla pootočena o 90°.

Nejlepší snímek byl pořízen mobilním telefonem Nokia N82. K účelu pouhého porovnání velikosti prostoru plicních sklípků nám stačí i mobil Nokia 5130 Xpress Music, který poskytuje méně kvalitní fotografie.

6.6.2 Kvalita zobrazení útvarů uvnitř buňky různými fotoaparáty mobilních telefonů

Následující fotografie jsou pořízeny za stejných podmínek pomocí stejného mikroskopu a nejsou následně upravovány pomocí žádného počítačového

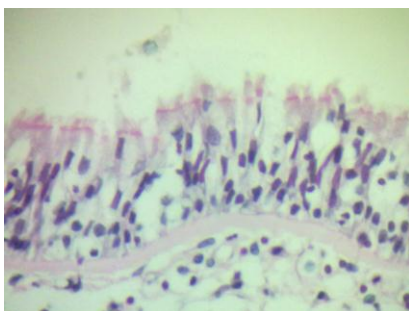
programu. Malá úprava se týká pouze fotografií mobilního telefonu Nokia 5130 (c), a to pouhé otočení fotografie o 90°.

Mikroskop Optika B 350

- a. Nokia 5800 Xpress Music
- b. Sony Ericsson K750i
- c. Nokia 5130 Xpress Music
- d. Nokia N82

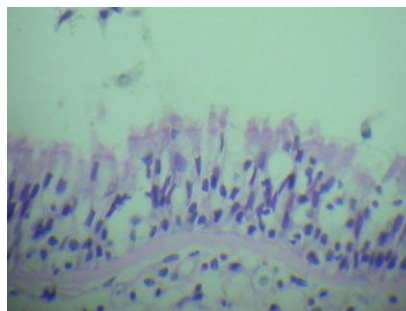
Preparát: trachea- řasinkový epitel, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65 , foto: zoom 100%

a.



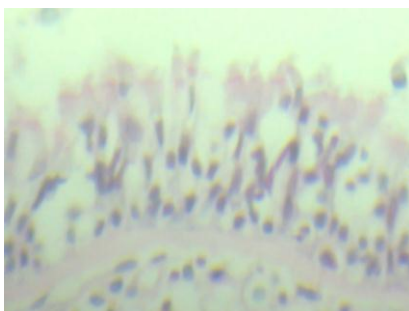
Obrázek 44

b.



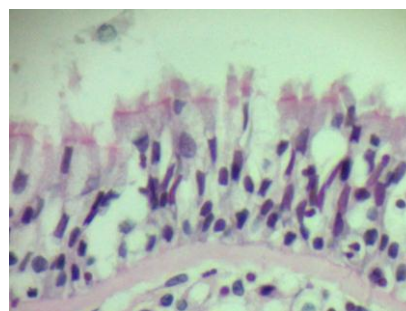
Obrázek 45

c.



Obrázek 46

d.



Obrázek 47

Na výše uvedených obrázcích si lze povšimnout sytě růžových depozit na apikálních koncích buněk respiračního epitelu. Nejlépe jsou zobrazena mobilním telefonem Nokia N82, ale také Nokia 5800 je dokáže rozlišit. Naopak nejhorší je Nokia 5130 Xpress Music. Dotyčný snímek by šel sice kontrastově vylepšit pomocí

počítačového programu na prohlížení fotografií, ale to by vybočovalo ze záměru tohoto porovnávání. Dalším posuzovatelným detailem na těchto fotografiích je ohraničení buněk v submukóze, což je opět nejlépe zobrazeno Nokií N82.

Fotografie pořízené fotoaparátem mobilního telefonu Nokia N82 jsou jistě nejkvalitnější. Nejenom že zoom fotoaparátu dost přibližuje, ale i barvy jsou docela jasné. Kvalitu zajišťuje velice dobrý fotoaparát s optikou Carl Zeiss, vysokým rozlišením 5Mpx a stabilizací obrazu. Funkci stabilizace obrazu má z testovaných mobilních telefonů právě pouze Nokia N82. Fotografie z Nokia 5800 jsou svou jasností podobné snímkům Nokia N82, ale struktury na fotografii nelze zoomem fotoaparátu tak dobře přiblížit jako u Nokia N82. Fotoaparát Sony Ericsson K 750i pořizuje nejtmaší fotografie a i vlastnost zoomu je nejhorší v porovnání s ostatními testovanými mobilními telefony. Ale ještě horší fotografie jsou zhotoveny mobilním telefonem Nokia 5130 Xpress Music. Zobrazené struktury jsou špatně viditelné a někdy i rozlišitelné.

6.6.3 Kvalita zobrazení buněčných jader různými fotoaparáty mobilních telefonů

V této kapitole se snažíme porovnat jednotlivé mobilní telefony mezi sebou s tím, jak kvalitně dokážou zobrazit buněčná jádra. Níže uvedené fotografie nebyly nijak upravovány. Pouze fotografie mobilního telefonu Nokia 5130 (c) byla otočena o 90°.

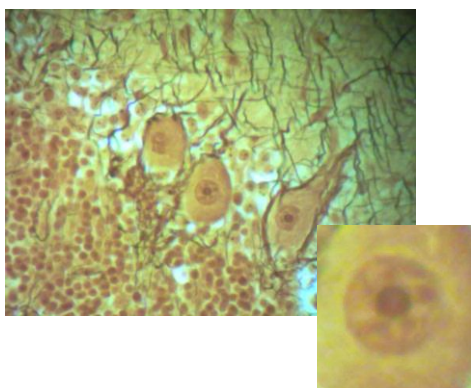
Mikroskop Optika B 350

Preparát: mozeček- Purkyňovy buňky jsou dobře viditelné, protože bylo použito největší zvětšení objektivu

Barvení: podle Nissla, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65 , foto: zoom 100%

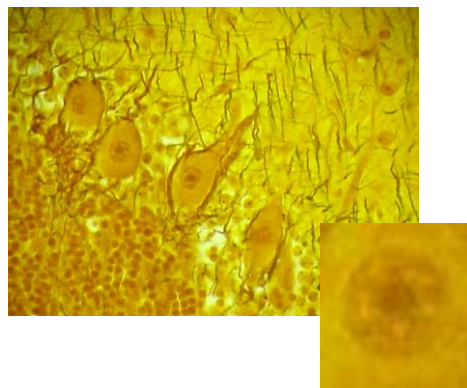
- a. Nokia 5800 Xpress Music
- b. Sony Ericsson K750i
- c. Nokia 5130 Xpress Music
- d. Nokia N82

a.

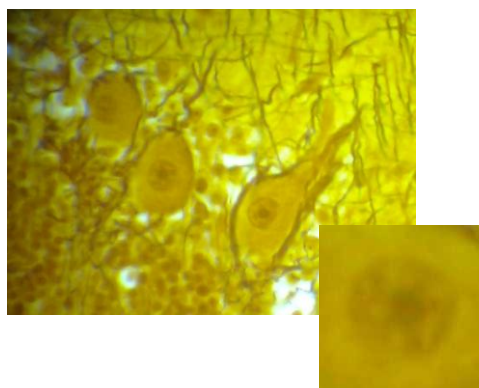


Obrázek 48

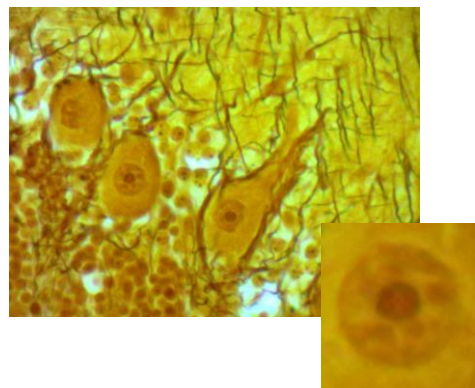
b.



Obrázek 49



Obrázek 50



Obrázek 51

Buněčná jádra s jadérkem jsme ze snímku vyjmuli a zvětšili, tak můžeme porovnat rozlišovací schopnost každého z fotoaparátů. Fotografie mobilního telefonu 5130 nemají moc dobré rozlišení, zvětšené buněčné jádro je neostré a rozmazané. O něco lepší je fotografie Sony Ericssona K750i, jádro sice není úplně jasně ohraničené, ale zřetelnější. Zbývající dvě fotografie pořízené mobilními telefony Nokia 5800 a Nokia N82 jsou na podobné úrovni. Jádro je zřetelné a jasně ohraničené. Můžeme si všimnout, že při stejných podmínkách fotografování (zvětšení objektivu, zoom fotoaparátu) přibližuje mobilní telefon Nokia N82 více a tím pádem jsou fotografované struktury větší. Nokia 5800 po vyfotografování utlumí barvy, nejsou tak agresivní a proto je obrázek vybledlejší,

ale to neznamená, že by mu to vždy ubralo na kvalitě. Nokia N82 poskytuje velmi dobré fotografie, po vyfotografování se obrázek ještě vyjasní, jádro je i po zvětšení dobře zřetelné.

6.6.4 Využití snímků struktur menších než jádro a snímků bakterií

Snímky mikroskopických struktur, které jsou předmětem této kapitoly, jsou již uvedeny v kapitolách 6.2.2, 6.2.3 a 6.2.4 o imerzních objektivěch a nativních preparátech a v příloze. Kromě toho, že v našich mikrofotografiích jsou vidět jádérka a hrudky chromatinu uvnitř buněčných jader Purkyňových buněk, můžeme uvést, že v našich mikrofotografiích *Candida sake* a *Candida crusei* jsou vidět drobné útvary uvnitř vláken.

7. Diskuse

7.1 Časová náročnost vyfotografování jednoho zorného pole

Čas, který student stráví vyfotografováním jednoho zorného pole je velmi individuální. Záleží na zručnosti studenta a také na zkušenostech, které s fotografováním má. Praxí a zkušenostmi se student zdokonaluje a čas potřebný k pořízení zdařilého snímku se zkracuje. Na praktických cvičeních z biologie školitel sledoval 3 zahraniční studenty, kteří z vlastní vůle toto fotografování prováděli, a v žádném případě jim to nebránilo dokončit praktikum včas. To se výjimečně opakovalo u českých studentů. Záleží na tom, zda je takovéto fotografování pro studenta „koníčkem“. V takovém případě to neohrozí plynulý průběh praktické výuky.

7.2 Výběr mikroskopu a různé způsoby nastavení mikroskopu

V této práci jsme používali dva různé mikroskopy. Z různého nastavení jsme se zabývali pouze změnou objektivů, které se dají při mikroskopování použít. U mikroskopu Olympus BX40 jsme navíc měnili filtr, zde jsme hlavně měli možnost spatřit výhodu filtru ph 2 při fotografování nativních preparátů.

7.2.1 Fotografie pořízené za použití různých objektivů mikroskopu

Použití různých objektivů mikroskopu nám umožňuje vyfotografovat mikroskopické struktury různě podrobně, pokud např. nám stačí méně podrobná fotografie, použijeme objektiv s menším zvětšením a naopak pro fotografování jader buněk je vhodné zvětšení největší. V kapitole 6.2.1 a v příloze jsou fotografie pořízené s největším přiblížením, které nám mobilní telefon dovolí, a proto si můžeme všimnout, že u různých mobilních telefonů za použití stejného objektivu mikroskopu můžeme dosáhnout nestejně podrobné fotografie. Např. při fotografování mobilním telefonem Nokia 5800 Xpress Music máme pořízený snímek při celkovém zvětšení mikroskopu 100× obdobně podrobný jako ten, který jsme vyfotografovali mobilním telefonem Sony Ericsson K750i, ale museli jsme již použít celkové zvětšení mikroskopu 200×.

7.2.2 Fotografie pořízené pomocí imerzního systému a nativní preparáty

Pomocí imerzního systému pořídíme mikrofotografie, které zobrazují mikrostruktury s velkým zvětšením. Mikroskopování s imerzním systémem se běžně používá v mikrobiologii např. na preparáty obarvené podle Grama, ale také v hematologii pro mikroskopování krevních nátěrů. V této práci máme pouze mikrofotografie preparátů kvasinek obarvených Gramovým barvením. Imerzním systémem se zabývají kapitoly 6.2.2 a 6.2.3, které jsou také zaměřené na porovnávání kvality snímků pořízených pomocí různých mobilních telefonů a mikroskopů.

Mikrobiologické nativní preparáty, které se vyskytují v této práci, jsou obsaženy v podkapitole 6.2.4 a jsou pořízeny při celkovém zvětšení mikroskopu 400×. Zabýváme se hlavně porovnáváním kvality mikrofotografií z různých mobilních telefonů.

7.3 Různé nastavení mobilních telefonů

V kapitole 6.3 se zabýváme ukázkou fotografií pořízených při různých přiblíženích, které nám mobilní telefony umožňují. Z výsledků je zřejmé, že fotografie, které bychom nemuseli upravovat, jsou fotografované vždy s max. zoomem. Co se týká použití blesku, není pro pěkně fotografie nezbytný. Ale pokud fotoaparát mobilního telefonu funkcí blesku disponuje, je výhodné ho v mobilním telefonu nastavit jako automatický blesk.

7.4 Porovnání jednotlivých mobilních telefonů z hlediska kvality snímků

Tato práce je z velké většiny zaměřena na porovnávání mobilních telefonů, z hlediska kvality mikrofotografií, které jsme schopni pomocí nich zhotovit. O jednotlivých mobilních telefonech a kvalitě fotografií, kterou poskytují se dočteme v kapitole 6.4, 6.6 i v některých kapitolách předcházejících. Z testovaných mobilních telefonů se nám nejlépe osvědčila Nokia N82. Pokud by si student kupoval mobilní telefon za tímto účelem, je nutno vybírat z takových přístrojů, které mají nejen co nejkvalitnější optiku, ale též, které mají funkci stabilizace

obrazu. Funkci stabilizace obrazu má z testovaných mobilních telefonů právě pouze Nokia N82. Tím by mohlo být eliminováno chvění rukou při fotografování.

Nejhorší fotografie jsou zhotoveny mobilním telefonem Nokia 5130 Xpress Music. Funkce zoomu je sice z hlediska možnosti přiblížení srovnatelná s Nokii N82, ale zobrazené struktury jsou špatně viditelné a někdy i rozlišitelné. Tento mobilní telefon je spíše určen k přehrávání hudby a k fotografování již tolik ne. Tento fotoaparát má rozlišení 2Mpx, ale hlavní nevýhodou je, že mu schází funkce automatického zaostřování. Podle našich zkušeností mezi základní potřebné parametry patří: automatické zaostřování a nejméně 2 Mpx fotoaparát. Samozřejmě čím více megapixelů fotoaparát má, tím získáme fotografie o lepším rozlišení. Fotoaparáty s méně než 2 Mpx neposkytují dostatečné rozlišení mikroskopických struktur. (Tabulka se základními parametry testovaných mobilních telefonů: viz. příloha- tabulka č. 2). Funkce blesk v tomto případě není nezbytná, neboť ta pouze kompenzuje nesprávné nasměrování mobilu do optické osy mikroskopu.

7.5 Různé způsoby počítačového zpracování snímků

Nepovedené snímky nebo snímky pořízené s menším přiblížením mobilního telefonu jsme v této práci upravovali pomocí počítačového programu Microsoft Office Picture Manager. Tato možnost opravy a vylepšení fotografií je velmi praktická, zvláště při prvních pokusech studentů o vlastní mikrofotografie pořízené mobilním telefonem.

7.6 Posouzení kvality mikrofotografií z mobilního telefonu – z hlediska potřeb výuky

Tato kapitola zahrnuje zobrazení nadbuněčných struktur, buněčných jader a také jiných struktur uvnitř buňky. Fotografie pořízené pomocí mobilních telefonů, jsou v podstatě dostačující pro potřebu výuky laboratorních cvičení.

7.7 Obecný pohled na tuto problematiku

V této bakalářské práci jsme se zaměřili na pořizování mikrofotografií pomocí různých typů mobilních telefonů. Otestovali jsme 4 druhy mobilních telefonů, z toho tři mobilní telefony od firmy Nokia a jeden od firmy Sony Ericsson. Snažili jsme se o porovnání jednotlivých fotografií mezi sebou a zjistili tak, který fotoaparát pořizuje dostatečně kvalitní snímky a naopak který mobilní telefon nepořizuje snímky v dostatečné kvalitě.

Snažíme se zjistit, zda je fotografování pomocí mobilního telefonu použitelné pro potřeby praktických cvičení. Jestli získané snímky budou svou kvalitou studentům k něčemu užitečné. V dnešní době vlastní každý student nějaký mobilní telefon a jistě většinou i se zabudovaným fotoaparátem. Testované mobilní telefony mají obvyklé parametry dnes dosti využívaných telefonů, které jsou většinou studentům snadno dostupné. Každý student by si tak mohl pořídit vlastní fotografii mikroskopické struktury v průběhu praktických cvičení přístrojem, který nosí každodenně u sebe, bez značné finanční investice.

Navíc lze očekávat, že ceny nyní nejkvalitnějších mobilních telefonů se budou snižovat a že kvalita nových budoucích typů bude stále vyšší. Také zručnost studentů v obsluze mobilních telefonů bude vyšší. Proto by bylo výhodné včlenit tento trend do výuky na vysokých školách.

Fotografováním pomocí mobilního telefonu se již více či méně zabývaly ve svých bakalářských pracích Lenka Popovská a Monika Turková.

Ve své bakalářské práci Popovská (2010) zmiňuje fixování mobilního telefonu k okuláru pomocí dřevěného prkénka. To pramenilo z toho, že pořizovala též videozáznamy pohybu prvoků v zorném poli. Píše, že v její práci jsou všechny fotografie pořízené právě tímto způsobem. Turková (2010) pořizuje snímky pomocí digitálního fotoaparátu a mikroskopu, popisuje fotografování pomocí mobilního telefonu připevněnému k dřevěnému prkénku, ale zmiňuje se také, že to jde i bez toho, pouhým přiblížením objektivu fotoaparátu mobilního telefonu k okuláru mikroskopu. Takové fotografie mobilním telefonem však prý nejsou tolik kvalitní jako při použití dřevěného prkénka. Dále porovnává tři různé mikroskopy a kvalitu fotografií, které byly pomocí nich pořízené.

Naopak my - v této bakalářské práci jsme možnosti fotografování pomocí dřevěného prkénka nevyužili, protože podle našich zkušeností se dají pořídit velmi

zdařilé snímky i bez něho. Je to jistě velmi práci usnadňující pomůcka, ale ne nezbytná. To je svou jednoduchostí rozhodující myšlenka pro začlenění mikrofotografie mobilním telefonem do výuky. Přínosem naší práce je praktické ověření tohoto zjednodušujícího nápadu. Studenti, kteří již dříve fotografovali mobilním telefonem v mikroskopu na praktických cvičeních, také pracovali bez fixace mobilu na prkénko.

V podkapitole Diskuse 7.4 se snažíme stanovit minimální parametry fotoaparátu mobilního telefonu, které by byly dostatečné pro pořizování fotografií v uspokojivé kvalitě. Je vhodné upozornit (dle zkušenosti školitele), že u některých kvalitnějších mobilních telefonů, které používali zahraniční studenti, bylo díky funkci blesk snadnější nasměrování mobilu do optické osy mikroskopu a i menší zručnost byla v tomto případě dostačující. Práci velmi usnadňuje funkce stabilizace obrazu, tu ale mají jen lepší mobilní telefony.

Závažné nedostatky pořizování mikrofotografií při výuce jsme neshledali, pouze snad hlasitá spoušť fotoaparátu u některých mobilních telefonů může působit jako rušivý element při výuce. Stejně rušivé by mohlo být i používání blesku.

8. Závěr

Při praktických cvičeních by používání mobilu mohlo být přínosem. Hlavní potenciál této činnosti spatřujeme v možnosti pořízení vlastních mikrofotografií vlastním mobilním telefonem, které by si mohl každý student zhotovit v průběhu výuky laboratorních cvičení. Hlavní výhodou je cenová dostupnost, jinak se totiž mikrofotografie pořizují pomocí fotoaparátu, který se dá připevnit k mikroskopu a takové zařízení je dosti drahé. Mikrofotografie z mobilního telefonu by pak student mohl připojit ke svému protokolu z praktického cvičení. Myslíme, že by studenti uvítali možnost volby, zda si pozorovanou strukturu v mikroskopu do protokolu zakreslí, nebo naopak vyfotografují na mobilu. Snímek k protokolu připojí s tím, že by ve snímku vyznačili a popsali strukturu, která byla předmětem pozorování.

Mobilním telefonem se v dnešní době dají pořizovat velmi kvalitní fotografie. Fotoaparát u mobilního telefonu je dnes v podstatě samozřejmostí. Domníváme se, že by každý student byl schopen po několika pokusech zhotovit si vlastní mikrofotografii.

9. Literatura

1. Esomobil,
<http://www.esomobil.cz/eshop/cs/mobilni-telefony/nokia/nokia-5800-xpressmusic-blue>,
<http://www.esomobil.cz/eshop/cs/mobilni-telefony/bazar/sony-ericsson-k750i-new->
2. Hejtmánek Milan.: Úvod do světelné mikroskopie, vydala Univerzita Palackého v Olomouci, Lékařská fakulta, Olomouc 2001, str.16-24, 51-52
ISBN 80-244-0333-1
3. Heureka!, Můj nákupní rádce
<http://mobilni-telefony.heureka.cz/nokia-5800-xpressmusic/specifikace/#section>
<http://mobilni-telefony.heureka.cz/nokia-n82/specifikace/#section>
4. Klika Jaromír: Příručka technické mikroskopie, vydalo Přírodovědecké vydavatelství, Praha 1951, str. 40, 43
5. ML chemica, <http://www.mikroskopy.net/mikrofotografie.htm>
6. Mobilmania.cz, o mobilech víme vše
<http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/sony-ericsson-k750i/sc-63-c-1-ci-7666/default.aspx> ,
<http://www.mobilmania.cz/default.aspx?catitem=7666&catalog=1>,
<http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/nokia-5130-xpressmusic/sc-63-c-1-ci-10625/default.aspx>,
<http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/nokia-5800-xpressmusic/sc-63-c-1-ci-8393/default.aspx>
<http://www.mobilmania.cz/katalog-mobilu/nokia-n82/sc-63-c-1-ci-7621/default.aspx>
7. Pavlíček Michal, Nokia 5130 Xpress Music: za málo peněz, hodně muziky, mobilenet.cz, vydáno 1.6.2009, <http://mobilenet.cz/clanky/nokia-5130-xpress-music-za-malo-penez-hodne-muziky-4583>, čerpáno 20.7.11
8. Pazourek Jaroslav.: Pracujeme s mikroskopem, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1961, str. 33-35, 47-50, 61, 189-190

9. Popovská Lenka: Posouzení práce na nálevnicích z hlediska toxikologického testování chemických látek, bakalářská práce, Farmaceutická fakulta, Hradec Králové 2010
10. Svět mobilů, průvodce trhem- Sony Ericsson K750i, ročník III., vydání 02/2007, rozsah stran 83, str. 63, ISSN: 1801- 1055
11. Turková Monika: Přehled práce na nálevnicích z hlediska výuky a výzkumu v České republice, bakalářská práce, Farmaceutická fakulta, Hradec Králové 2010
12. Vágner Martin, Sony Ericsson K750i- špičkový elegán přichází, YOP! mobility & zábava, ročník II., vydání 6/2005, rozsah stran 82, ISSN: 1214 – 5343
13. Wolf Jan: Mikroskopická technika, „Vesmír“ nakladatelská a vydavatelská společnost s.r.o., v Praze 1940, str.146
14. YOP! mobility & zábava, novinky: Nokia N82- multimediální šíp, ročník IV., vydání 12/2007, rozsah stran 98, str. 8, ISSN: 1214 - 5343
15. Zachar Martin, Digitálně.cz, Jak funguje fotoaparát, 2.8.2009, <http://digitalne.centrum.cz/jak-funguje-digitalni-fotoaparát/>
16. Zíma Michal, Nokia N82 volá, fotí, točí, naviguje, surfuje. A všechno skvěle!, časopis YOP!, ročník V., vydání leden 2008, rozsah stran 98, str.20, ISSN: 1214 – 5343

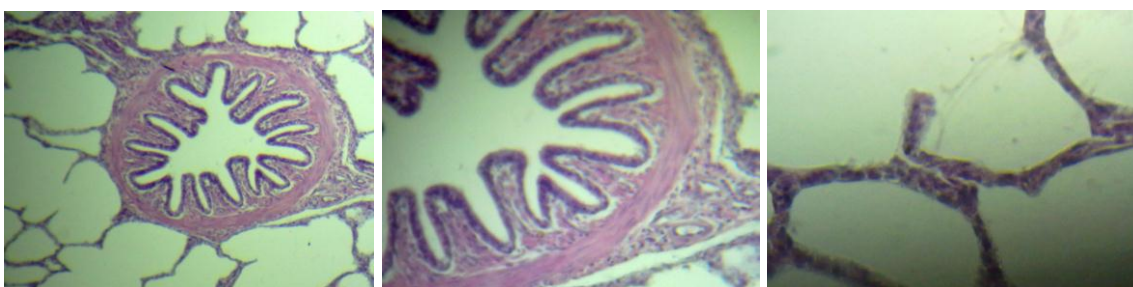
10. Seznam použitých zkratek

A	numerická (číselná) apertura
A_{kon}	numerická apertura kondenzoru
A_{obj}	numerická apertura objektivu
°C	stupeň Celsia
d	vzdálenost mezi dvěma body
d_m	minimální velikost předmětu v mikrometrech
fps	frames per second – počet snímků za vteřinu
GB	gigabyte
JPEG	Joint Photographic Expert Group
kB	kilobyte
λ	vlnová délka světla
LED	Light Emitting Diode – světloemitující dioda
M	celkové zvětšení mikroskopu
MB	megabyte
mil.	milion
mm	milimetr
Mpx	megapixel
μm	mikrometr
n	index lomu
o	objektiv
ω	polovina otvorového úhlu
P	objekt
pr	preparát
SD	Secure Digital – paměťová karta
SDHC	Secure digital High capacity – formát paměti jako paměťová karta, ale pro kapacity nad 2 GB
VGA	Video Graphics Array – grafické videopole
Wi-Fi	Wireless Fidelity – komunikační standard pro bezdrátový přenos dat

11. Příloha

11.1 Fotografie pořízené za použití různých objektivů mikroskopu

Obrázek č. 52- 54 :Mikroskop Optika B-350, Nokia 5800 Xpress Music, Preparát: plíce, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, Foto: zoom 100%

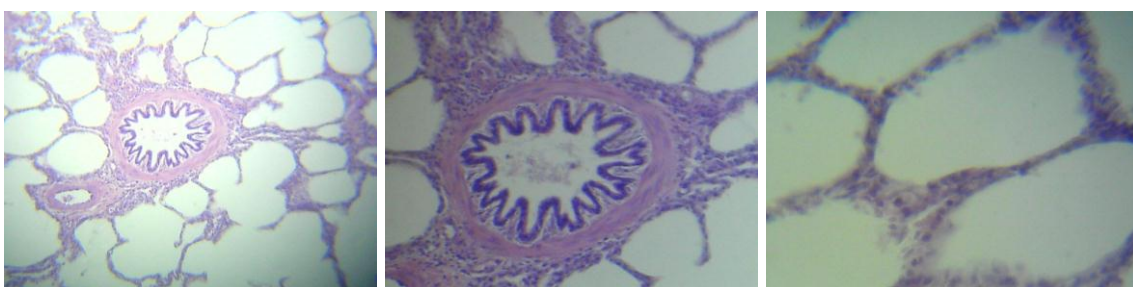


Obrázek 52: zvětšení objektivu: 10×, apertura objektivu: 0,25

Obrázek 53: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Obrázek 54: zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65

Obrázek č. 55- 57 : Mikroskop Optika B- 350, Sony Ericsson K750i, preparát: plíce, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, foto: zoom 100%

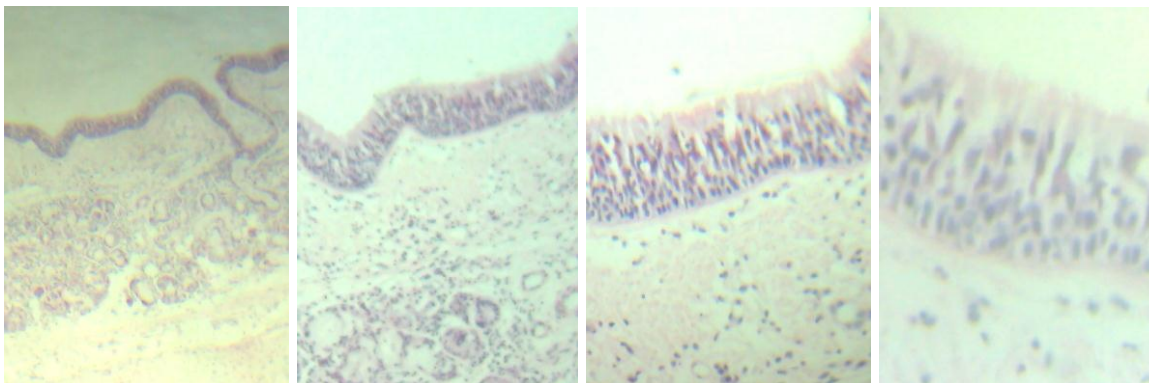


Obrázek 55: zvětšení objektivu: 10×, apertura objektivu: 0,25

Obrázek 56: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Obrázek 57 zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65

Obrázek č. 58- 61 : mikroskop Optika B- 350, Nokia 5130 Xpress Music, preparát: trachea- řasinkový epitel, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, foto: zoom 100%



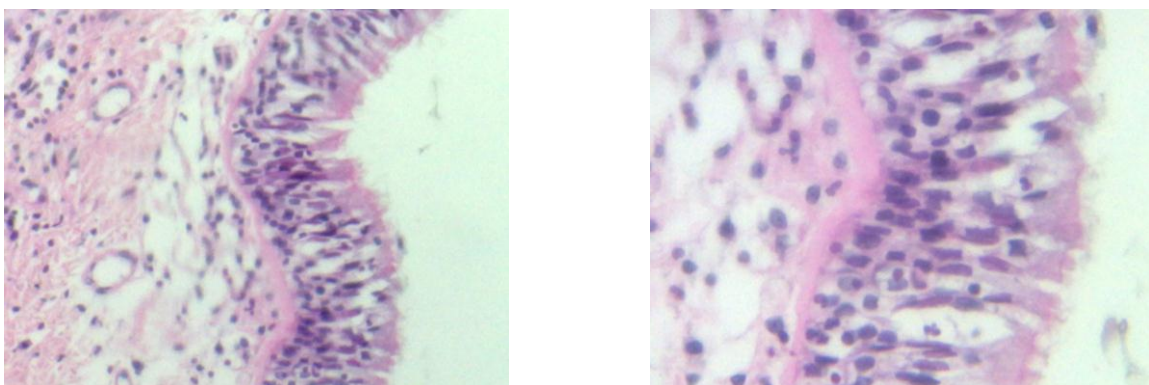
Obrázek 58: zvětšení objektivu: 4×, apertura objektivu: 0,10

Obrázek 59: zvětšení objektivu: 10×, apertura objektivu: 0,25

Obrázek 60: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Obrázek 61: zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65

Obrázek č. 62- 63 : mikroskop Optika B- 350, Nokia N82, preparát: trachea- řasinkový epitel, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, foto: zoom 100%



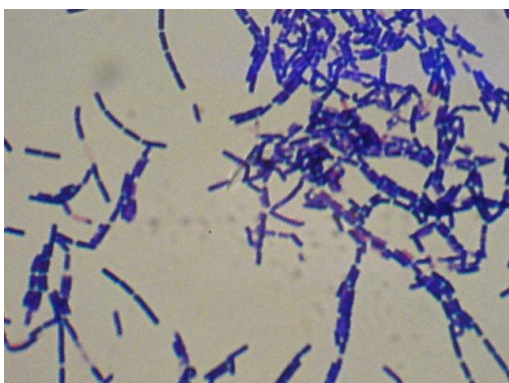
Obrázek 62: zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40

Obrázek 63: zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65

11.2 Fotografie mobilního telefonu pořízené pomocí imerzního objektivu mikroskopu Olympus BX 40

Imerzní objektiv: zvětšení 100×, apertura objektivu 1.30, celkové zvětšení mikroskopu 1000×, filtr Ph0, foto: zoom 100%

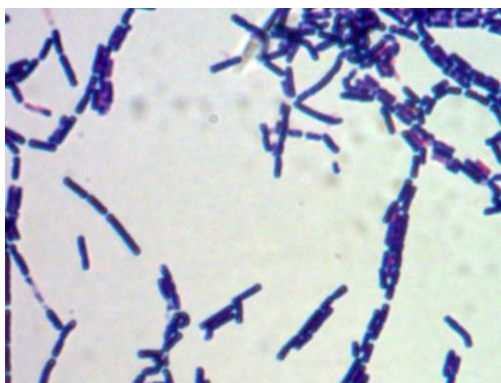
Sony Ericsson K 750i



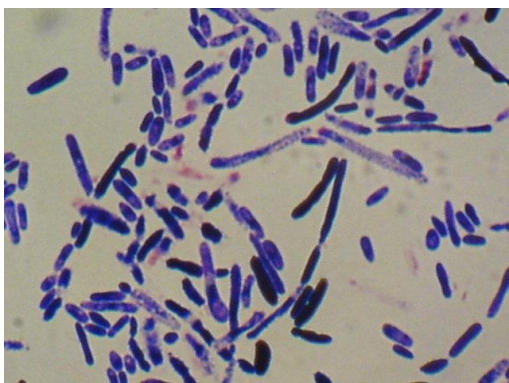
Obrázek 64

Bacillus subtilis

Nokia N82

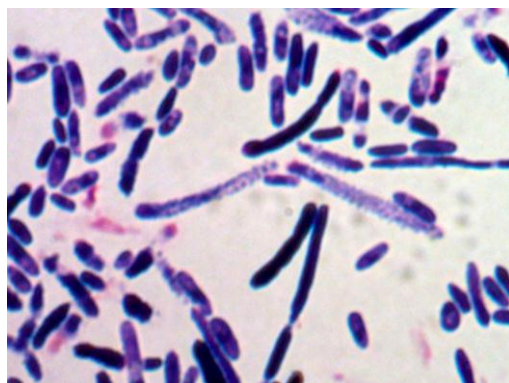


Obrázek 65



Obrázek 66

Candida crusei



Obrázek 67

11.3 Fotografie mobilních telefonů pořízené pomocí mikroskopu Optika B- 350 a imerzního objektivu

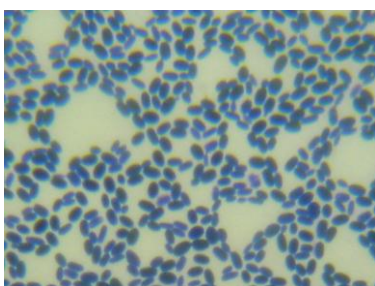
Imerzní objektiv: zvětšení 100×, apertura objektivu 1.25, celkově zvětšení mikroskopu 1000×

Mobilní telefony: a) Sony Ericsson K750i

b) Nokia 5130 Xpress Music

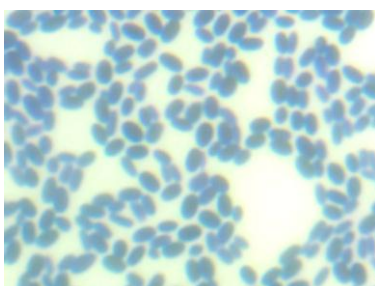
c) Nokia N82

a)



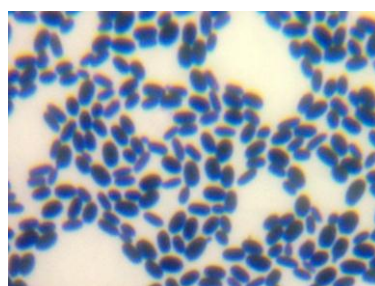
Obrázek: 68

b)



Obrázek: 69

c)



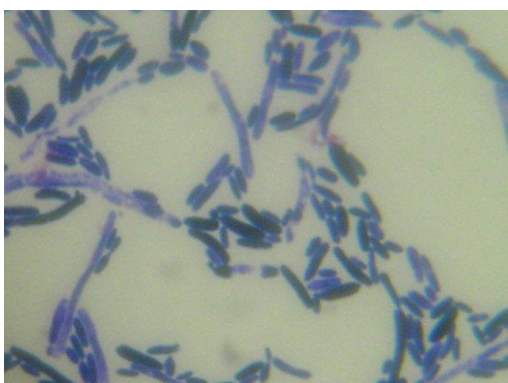
Obrázek: 70

11.4 Fotografie pořízené pomocí dvou různých mikroskopů

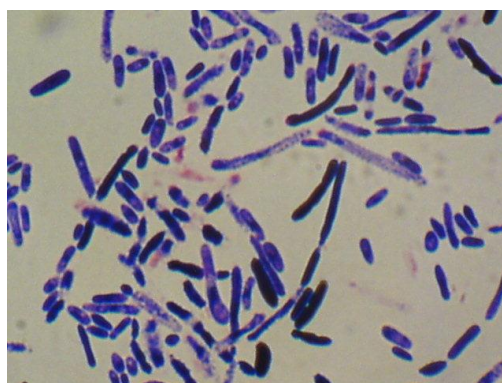
Mikroskopy: a) Optika B-350: imerzní objektiv 100×/ 1.25

b) Olympus BX 40: imerzní objektiv 100× / 1.30

Sony Ericsson K750i (max.zoom)



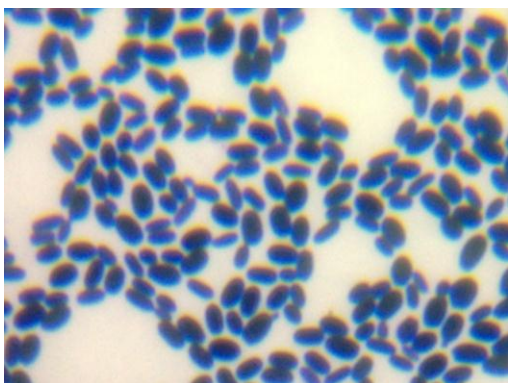
Obrázek 71



Obrázek 72

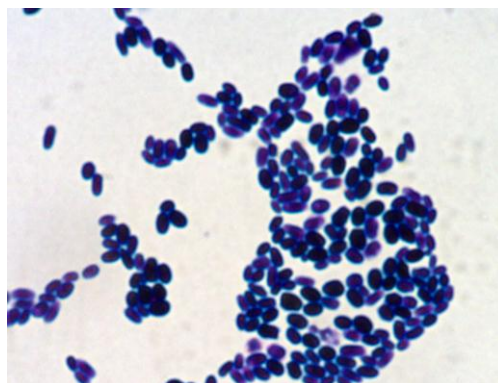
Nokia N82 (max.zoom)

a)



Obrázek 73

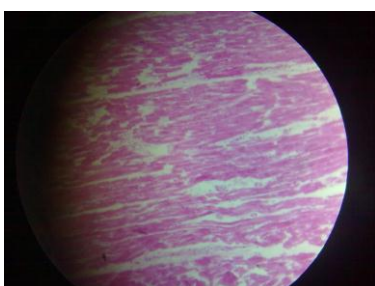
b)



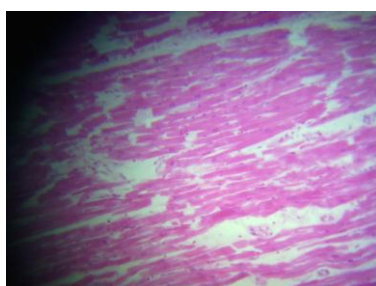
Obrázek 74

11.5 Fotografie pořízené při různém zoomu (přiblížení) mobilního telefonu

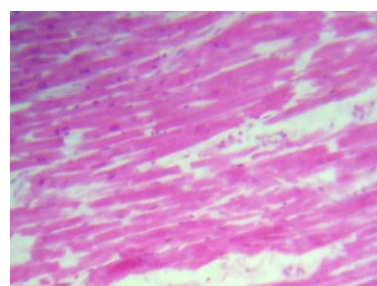
Obrázky č. 75- 77 : mikroskop Optika B- 350, Nokia 5800 Xpress Music, preparát: srdce- srdeční svalovina, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40



Obrázek 75: foto: bez zoomu

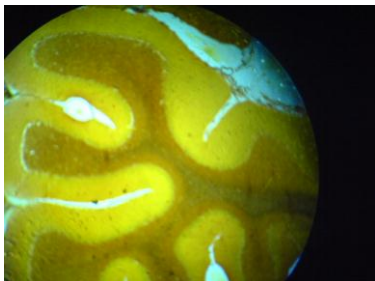


Obrázek 76: foto: 50% zoom

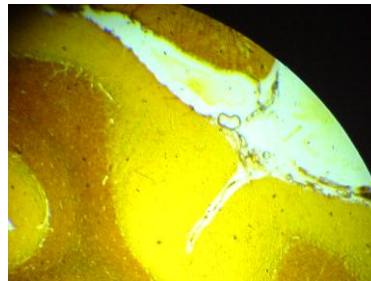


Obrázek 77: foto: 100% zoom

Obrázky č. 78- 79 : mikroskop Optika B- 350, Sony Ericsson K750i, preparát: mozeček, barvení: podle Nissla, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 4×
apertura objektivu: 0,10

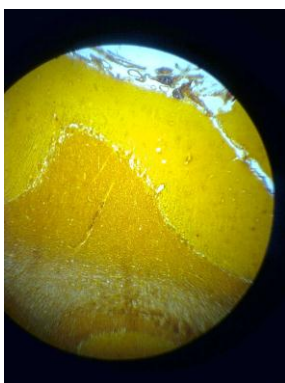


Obrázek 78: foto: bez lupy

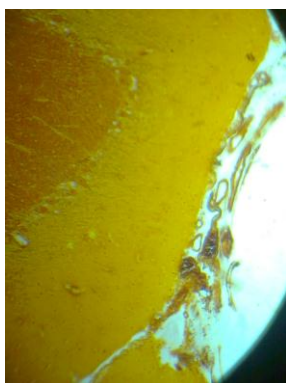


Obrázek 79: foto: lupa 2,0

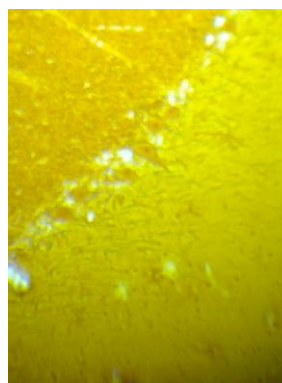
Obrázky č. 80- 82 : mikroskop Optika B- 350, Nokia 5130 Xpress Music, preparát: mozeček, barvení: podle Nissla, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 10×, apertura objektivu: 0,25



Obrázek 80: foto: bez zoomu

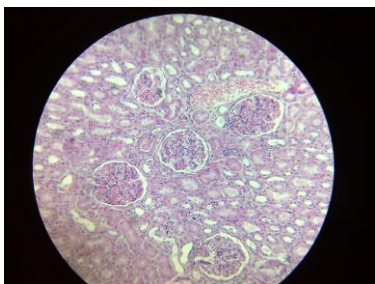


Obrázek 81: foto: zoom 50%

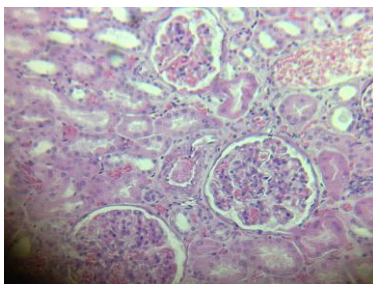


Obrázek 82: foto: zoom 100%

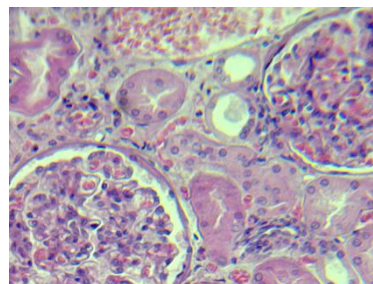
Obrázky č. 83- 85 : mikroskop Optika B- 350, Nokia N82, preparát: ledvina, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 20×, apertura objektivu: 0,40



Obrázek 83: foto: bez zoomu



Obrázek 84: foto: 50% zoom



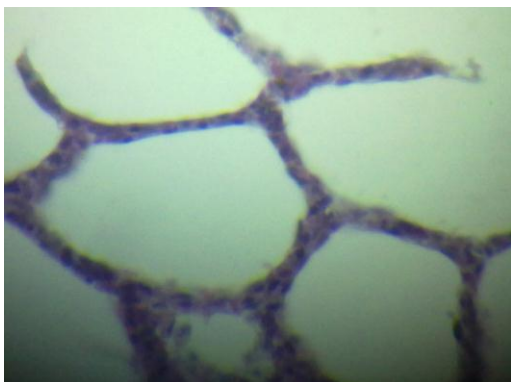
Obrázek 85: foto: 100% zoom

11.6 Kvalita zobrazení nadbuněčných struktur různými fotoaparáty mobilních telefonů

Obrázky č. 86- 89 : mikroskop Optika B- 350, preparát: plíce- alveoly, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65, foto: zoom 100%

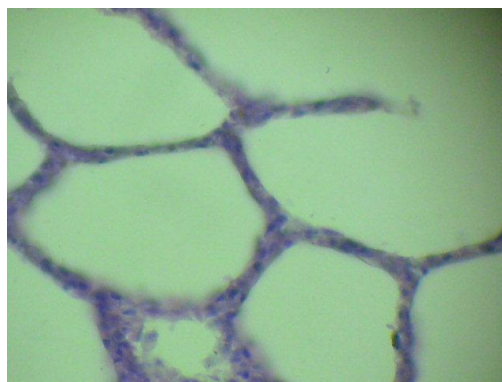
- a. Nokia 5800 Xpres Music
- b. Sony Ericsson K750i
- c. Nokia 5130 Xpress Music
- d. Nokia N82

a.



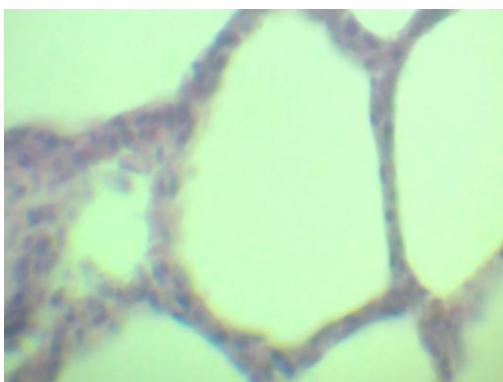
Obrázek 86

b.



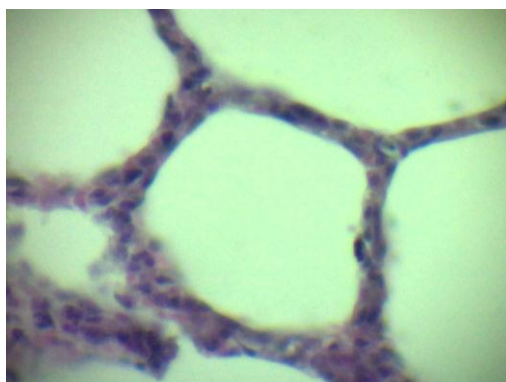
Obrázek 87

c.



Obrázek 88

d.



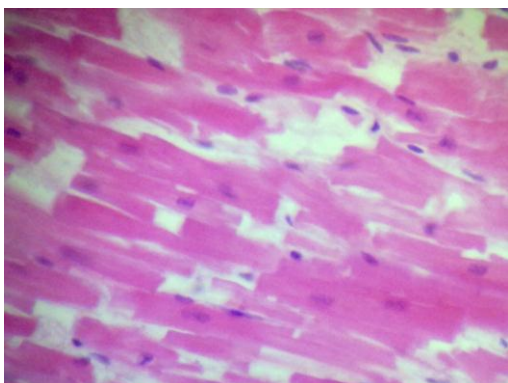
Obrázek 89

11.7 Kvalita zobrazení útvarů uvnitř buňky různými fotoaparáty mobilních telefonů

Obrázky č. 90- 93 : mikroskop Optika B 350, preparát: srdce- srdeční svalové buňky, barvení: hematoxylin- eozin, zvětšení okuláru: 10×, zvětšení objektivu: 40×, apertura objektivu: 0,65 , foto: zoom 100%

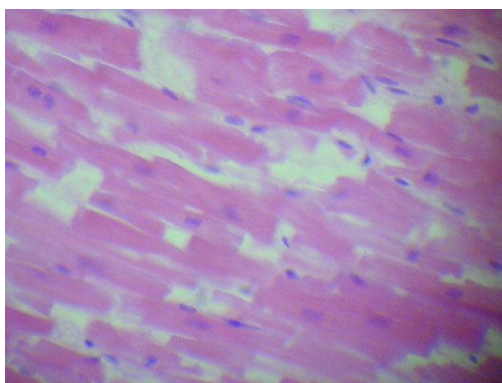
- a. Nokia 5800 Xpress Music
- b. Sony Ericsson K750i
- c. Nokia 5130 Xpress Music
- d. Nokia N82

a.



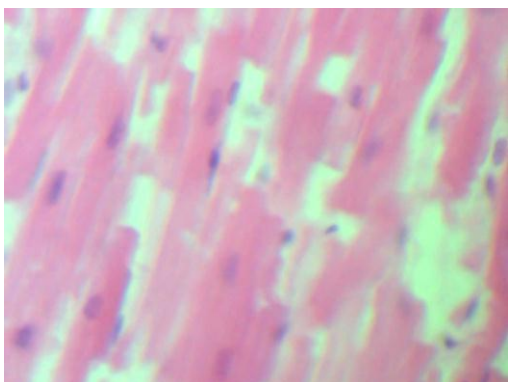
Obrázek 90

b.



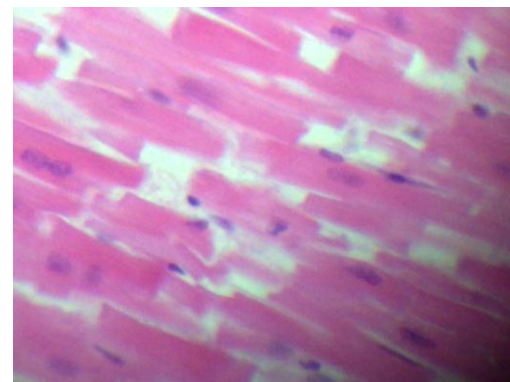
Obrázek 91

c.



Obrázek 92

d.



Obrázek 93

Tabulka č.2:

Hlavní parametry mobilních telefonů

	Rozlišení	Automatické ostření	Zoom	Blesk
Nokia 5800 Xpress Music	3,2 Mpx	ano	3násobný digitální	Dvojitý LED
SonyEricsson K750i	2 Mpx	ano	digitální	dvoudiodový
Nokia 5130 Xpress Music	2 Mpx	ne	digitální	ne
Nokia N82	5 Mpx	ano	digitální	xenonový