

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Diplomová práce

Srovnání badatelských a tradičních
laboratorních úloh ve výuce genetiky na
gymnáziu

Vypracovala: Bc. Zuzana Obrdlíková
Vedoucí práce: Mgr. Lukáš Rokos, Ph.D.
(Pedagogická fakulta JU – katedra biologie)

České Budějovice 2021

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce, Mgr. Lukáši Rokosovi, Ph.D., za pomoc, rady a připomínky. Také děkuji zúčastněným učitelům a žákům za jejich čas a ochotu. Dále panu RNDr. Tomáši Ditrichovi, Ph.D. a Mgr. Matěji Novákovi za odbornou pomoc. V neposlední řadě děkuji rodině a přátelům za podporu během celého studia.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 23. 4. 2021



Zuzana Obrdlíková

ABSTRAKT

Obrdlíková, Z., 2021: Srovnání badatelských a tradičních laboratorních úloh ve výuce genetiky na gymnáziu [The comparison of inquiry and cookbook laboratory tasks in Genetics lesson at grammar school. Mgr. Thesis, in Czech] – 66 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Badatelsky orientovaná výuka patří mezi aktivizující metody vyučování, kdy se pozornost přenáší na žáky a podporuje se aktivita žáků. Vyučování bádáním vede k rozvoji kladného vztahu k předmětu, to je vzhledem k poklesu zájmu o přírodovědné předměty žádoucí. Tato výuková metoda přispívá k rozvoji badatelských dovedností, ale i k samostatnosti, spolupráci, zodpovědnosti a plánování práce.

Tato diplomová práce se zabývá srovnáním efektivity badatelské a tradiční výuky ve výuce genetiky. Výzkumu se zúčastnilo celkem 73 žáků ze tří gymnázií na Vysočině. Žáci byli rozděleni do experimentální skupiny, vypracovávající pracovní listy s úlohami obsahující badatelské prvky, a kontrolní skupinu, která pracovala s listy obsahujícími tradičně koncipované úlohy bez prvků bádání. Výzkumným nástrojem byl pre-test a post-test, na jejichž základě bylo porovnáváno bodové zlepšení v post-testu experimentální skupiny oproti kontrolní skupině u žáků z jednotlivých gymnázií. Pro statistické vyhodnocení byl využit test hierarchická ANOVA. Výsledky výzkumu neukazují signifikantní vliv badatelské výuky na osvojení si nových informací. Po vypracování pracovních listů došlo ke statisticky významnému bodovému zlepšení u obou skupin.

ABSTRACT

Inquiry-based education is one of the activating teaching methods, where the attention is transferred to students and student's activity is supported. Teaching by inquiry leads to the development of a positive attitude towards the subject, which is desirable due to the decline of interest in science subjects. This teaching method contributes to the development of research skills, but also to independence, cooperation, responsibility and work planning.

This diploma thesis deals with the comparison of the effectiveness of inquiry and traditional teaching in the teaching of genetics. A total of 73 pupils from three grammar schools in Vysočina region took part in the research. Pupils were divided into 2 groups – an experimental group, working on worksheets with tasks including inquiry elements, and a control group, working with worksheets containing traditionally designed tasks without inquiry elements. Data for research were obtained by using pre-test and post-test. On its basis the improvement in the post-test of the experimental group was compared to the improvement of the control group of pupils from individual grammar schools. Hierarchical ANOVA test was used for statistic evaluation. The results of the research do not show a significant influence of inquiry-based teaching on the acquisition of new information. On the other hand, a statistically significant effect was confirmed in the teaching activity, elaboration of worksheets.

OBSAH

1. ÚVOD.....	8
2. (NE)ZÁJEM O PŘÍRODNÍ VĚDY.....	9
2.1. Postoj žáků k přírodním vědám.....	9
2.2. Motivace.....	10
2.3. Šetření PISA	11
2.4. Šetření TIMSS	11
3. BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA	13
3.1. Historie badatelsky orientované výuky.....	13
3.2. Vymezení pojmu badatelsky orientovaná výuka	13
3.3. Badatelsky orientovaná výuka v České republice	14
3.4. Průběh a úrovně bádání.....	16
3.5. Výhody a nevýhody badatelsky orientované výuky.....	18
3.6. Efektivita badatelské výuky.....	18
3.6. Konstruktivistické a transmisivní pojetí výuky	19
3.7. Role učitele při BOV	20
3.8. Role žáka při BOV	21
3.9. Kompetence učitele pro BOV.....	21
4. KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY	23
4.1. RVP pro gymnázia – genetika.....	23
5. METODIKA.....	25
5.1. Výzkumný vzorek	25
5.2. Pre-test, post-test a pracovní listy	25
5.3. Sběr dat	26
5.4. Analýza dat.....	27
6. VÝSLEDKY	28
7. DISKUZE.....	33

7. ZÁVĚR.....	35
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
9. PŘÍLOHY	45

1. ÚVOD

Téma práce jsem si zvolila kvůli svému zájmu o vyučovací metody a jejich zavádění do vyučovacích hodin. Již na gymnáziu jsem si vytvořila kladný vztah k učivu genetiky, studium na vysoké škole ho ještě prohloubilo. Proto jsem si vybrala téma zaměřené na badatelské vyučování v hodinách genetiky. Zájem o přírodovědné předměty celosvětově klesá (Blažek et al., 2019). Často bývá důvodem malé využití učiva v praxi nebo nevhodná výuková metoda. I proto je badatelská výuka považována za pozitivní změnu (Radvanová et al., 2018). Vytvořené pracovní listy pro diplomovou práci přibližují žákům základní témata v genetice zábavnější formou. Práce zjišťuje, zda má styl výuky vliv na efektivitu zapamatovaných informací a dovednostních schopností.

Cílem diplomové práce je navrhnout dva typy pracovních listů. Jedny obsahující úlohy s prvky badání, druhý typ pracovních listů s tradičně pojatými úlohami. Následně pomocí pre-testu a post-testu zjistit, jestli má výuková metoda vliv na získané znalosti a dovednosti. Pracovní listy se budou zabývat syndromy způsobenými trisomií chromozomů, dědičností pohlavím ovlivněnou, konkrétně plešatostí, a dědičností alel a mutací u drozofil. Vzhledem k zaměření na učivo genetiky bude výzkum prováděn ve čtvrtých ročnících na gymnáziích.

2. (NE)ZÁJEM O PŘÍRODNÍ VĚDY

2.1. Postoj žáků k přírodním vědám

V dnešní době je větší důraz kladen na jiné předměty než ty přírodovědné, a tak zájem žáků¹ o přírodní vědy v České republice i v jiných zemích klesá (Blažek et al., 2019; Vlčková & Kubiátko, 2014; White Wolf Consulting, 2009). Ale i přírodní vědy jsou pro společnost důležité. Zabývají se problémy, které ji posouvají dále a rozvíjí ji (Vlčková & Kubiátko, 2014). Nedostatek odborníků v přírodních oborech by mohl vést ke snížení rychlosti růstu evropské ekonomiky a životní úrovně (Březina, 2010). Aby se tak nestalo, je potřeba zabývat se poklesem zájmu a podporovat nárůst absolventů přírodních věd (OECD, 2016). Pokud žáci na základních školách nezískají pozitivní přístup k přírodopisu, je pravděpodobné, že si biologii nezvolí jako obor jejich dalšího vzdělávání (Vlčková & Kubiátko, 2014). Ze států OECD má zájem studovat přírodní vědy po dokončení střední školy 31 % žáků, v České republice je to jen 17 % žáků (Mandíková, 2009).

Koršňáková (2005) tvrdí, že přírodovědné předměty nemají dostatek využití v každodenní praxi a jsou odtrženy od reálného života. To potvrzuje i výzkum Prokopa, Tuncera a Chudé (2007), kdy žáci chápou biologii jako důležitou, ale nedokážou převést naučené poznatky do běžného života. Také přibývají stále nové poznatky, to vede k posunu učiva z praktické roviny do teoretické. Učivo je pro žáky často abstraktní, a dochází tak k mechanickému pamatování pojmů bez pochopení souvislostí, což zvyšuje náročnost učiva a snížení zájmu (Čížková, 2006; Škoda & Doulík 2009). Dalším důvodem nezájmu o přírodní vědy je způsob výuky těchto předmětů. Proto je BOV považována za pozitivní změnu, zejména v přírodních vědách (Radvanová et al., 2018).

Z výzkumů vyplývá, že starší žáci mají negativnější postoj k přírodním vědám než mladší. Například Vlčková a Kubiátko (2014) uvádí, že největší zájem o přírodopis měli žáci šestých tříd, naopak nejmenší žáci devátých tříd (Vlčková & Kubiátko 2014). Podobnou informaci zmiňuje i zpráva White Wolf Consulting (2009), kde se uvádí, že žáci středních škol mají odmítavější postoj k přírodním vědám než žáci na základní škole (White Wolf Consulting, 2009). I přesto je považují za zajímavé a perspektivní.

¹ Pojmem „žák“ rozumíme žáka základní a střední školy do 19 let (dle RVP ZV a RVP G).

Podle výzkumu PISA z roku 2018 mají čeští žáci velké množství znalostí z přírodních věd. Problémem pro žáky je formulace a návrh postupu k ověření hypotéz, prezentace zjištěných dat a vyvození závěrů (Blažek et al. 2019; OECD, 2019).

2.2. Motivace

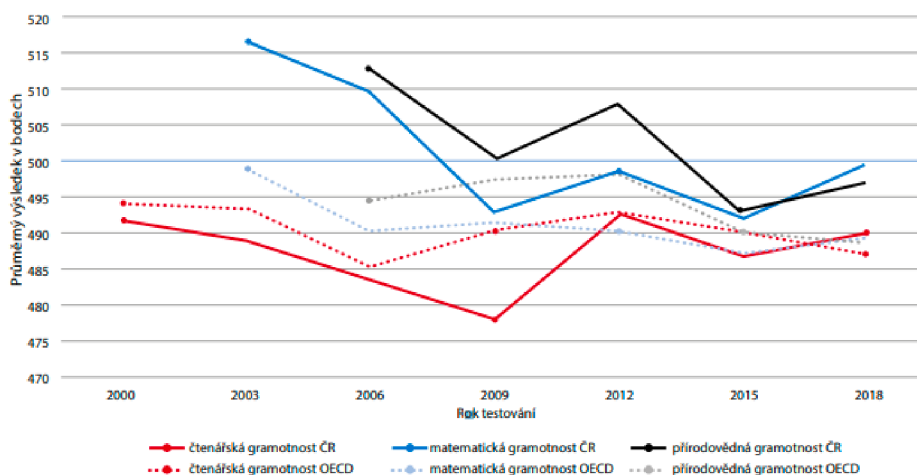
Pojem motivace nemá v psychologii jednotný význam (Křeménková & Novotný, 2010). Jedná se o hypotetický konstrukt, to znamená, že není hmatatelná (Lokša & Lokšová, 1999). Pojem motivace je vyvozen na základě pozorování určitého chování, které vedlo k dosažení cílů s vynaložením úsilí a zároveň prožíváním touhy a chtění (Nakonečný, 2014). Mrkvička (1971, str. 13) uvádí definici převzatou od P. T. Younga, kdy *„motivace je procesem vzbuzení nebo podnícení chování, udržení činnosti v běhu a jejího usměrňování do určité dráhy.“* Často se setkáváme s rozdělením motivace na vnitřní a vnější, ale podle Čapka (2014) je vnitřní motivace od vnější těžko rozeznatelná. Navíc pro pedagoga by nemělo být důležité, o jakou motivaci se jedná, ale jestli funguje (Čapek, 2014).

Motivace je ve výchovně vzdělávacím procesu velmi důležitá a je předpokladem k rozvoji potřeb a zájmů (Podroužek & Vágnerová, 2016; Škoda & Doulík, 2009). Na motivaci k učení má vliv vývojový stupeň žáků a učitelův vyučovací styl. Pozitivně na ni působí nové situace, aktivní zapojení žáků a jejich úspěch, souvislost s již získanými zkušenostmi a využití v praxi (Krejčová, 2011; Sýkora, 2003). K posílení motivace v přírodních vědách dále slouží zařazení exkurzí, praktických cvičení, bádání a pokusů (Škoda & Doulík, 2009; Sellmann & Bogner, 2012; Pavelková, 2002). Aby žáky přírodní vědy bavily, je důležité je seznámit s bádáním již na prvním stupni základní školy a probudit v nich tak jejich vnitřní zvědavost (O'Connell, 2014). Žáci, kteří mají své záliby spojené s přírodou, jsou v přírodovědných předmětech více motivovaní. Proto je vhodné, aby výuka zasahovala i do volného času a běžného života. Důležitá je taky správná volba vyučovací metody a organizační formy výuky (Prokop et al. 2007; Lindner, 2014).

2.3. Šetření PISA

Mezinárodní testování PISA (*Programme for International Student Assessment*) je program Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Zjišťuje se čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost u patnáctiletých žáků. Testování probíhá ve tříletých cyklech a jedna z gramotností je vždy hlavní, zbylé dvě vedlejší. V České republice proběhlo první testování v roce 2000, z přírodovědné gramotnosti jsou ale první spolehlivá data až z roku 2006 (Blažek et al., 2019).

Nejnovější šetření proběhlo v roce 2018. Přírodovědná gramotnost byla hlavní oblastí v roce 2015 a výsledek českých žáků byl průměrný (Blažek et al., 2019). Od roku 2009 nedochází k velkým rozdílům mezi jednotlivými roky. Kromě roku 2015 dosáhli čeští žáci statisticky lepších výsledků v porovnání s průměrem států OECD. Česko dosáhlo i v roce 2018 lepších výsledků, než je průměr. V porovnání s předchozími lety, ale v České republice dochází ke stagnaci až mírnému poklesu úrovně přírodovědné gramotnosti (Blažek et al., 2019).



Obr. č. 1.: Porovnání výsledků českých žáků a průměru OECD v od roku 2000; PISA 2018 (Blažek et al., 2019, str. 36).

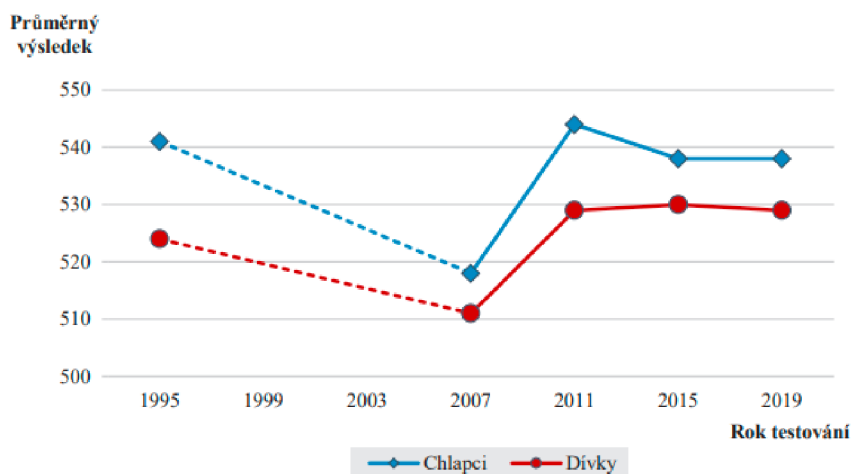
2.4. Šetření TIMSS

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) je mezinárodní srovnávací studie, pod záštitou Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání (*The International Association for the Evaluation of Educational*

Achievement – IEA). Zjišťuje matematické a přírodovědné znalosti a dovednosti u devítiletých a třináctiletých žáků. Právě matematické a přírodovědné znalosti jsou zásadní, proto je snaha tyto pravidelně zjišťovat na národní i mezinárodní úrovni. Testuje se pravidelně ve čtyřletých cyklech, díky tomu je možné sledovat vývoj v čase. V České republice proběhlo šetření v letech 1995, 1999, 2007, 2011, 2015 a 2019. Jednalo se o první mezinárodní šetření, do kterého se Česká republika zapojila (Tomášek et al. 2020; Česká školní inspekce, 2019).

Poslední šetření proběhlo v roce 2019, zúčastnilo se ho asi 6000 žáků z 211 základních škol. V České republice se zapojili pouze žáci 4. ročníků. Žáci českých škol dosáhli nadprůměrných výsledků v matematice i přírodních vědách. V roce 2007 byly výsledky u českých žáků na nižší úrovni. Od roku 2007 ale došlo ke zlepšení v dovednostních i vědomostních částech. V roce 2015, kdy byly v ČR naposledy testovány obě věkové kategorie, dosáhli žáci nadprůměrných výsledků. Velice dobře si vedli při prokazování znalostí. Při používání znalostí a v uvažování měli výsledky horší (Tomášek et al., 2016; Tomášek et al. 2020).

(TIMSS 2019 – přírodověda, 4. ročník)



Šetření TIMSS 1999 sledovalo pouze žáky 8. ročníků. V roce 2003 se Česká republika testování TIMSS nezúčastnila.

Obr. č. 2: Srovnání výsledků českých chlapců a dívek od roku 1995 (Tomášek et. al. 2020, str. 19)

3. BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA

Badatelsky orientovaná výuka (BOV) je aktivizující metoda využívaná nejčastěji k pochopení problematických oblastí učiva. Hlavním cílem je aktivní zapojení žáků do výuky (Ernst et al. 2017). Bádání má žákům přinést nové poznatky, ale také pochopit povahu vědy, osvojit si nové pojmy i metody výzkumu a rozvíjet kritické myšlení (O'Connell, 2014). Badatelské vyučování nemusí být vždy založeno na praktických pokusech a experimentech, i když je to účinnější cesta k poznání reality (Petr, 2014).

3.1. Historie badatelsky orientované výuky

Vyučování bádáním se ve světě používá už dlouho. Podle Stuchlíkové (2010) za bádání můžeme považovat už Sokratovský dialog. Pojem „inquiry – based“ se začal používat ve světě na počátku 20. století, netrvalo dlouho a jeho překlad, vyučování bádáním, objevováním nebo hledání pravdy, se objevil i v české literatuře (Mareš & Gavora, 1999; Riga, Winterbottom et al. 2017). Nicméně v české literatuře se spíše než pojem bádání využívaly pojmy jako řešení problémů, heuristická metoda, kritické myšlení – to však plně nevystihuje vše, co vyjadřuje pojem bádání (Stuchlíková, 2010). Česká pedagogika dříve řešila spíše málo propojené části BOV, než aby se zabývala celkem. Nejdéle se BOV věnují v USA a Velké Británii (Dostál, 2015).

3.2. Vymezení pojmu badatelsky orientovaná výuka

Badatelsky orientovaná výuka (BOV), nebo také badatelsky orientované vyučování či vzdělávání, je pojem převzatý z anglického „*inquiry based education (IBE)*“; v případě přírodních věd „*inquiry-based science education, IBSE*“ (Dostál, 2015). Badatelské vyučování je orientované spíše na žáky. Na rozdíl od tradičního pojetí výuky, kdy učitel žákům pouze předává informace, BOV dává žákům možnost podílet se na experimentech, pokládat otázky a rozvíjet logické uvažování. Při badatelských hodinách žáci zjistí spojitost a vzájemný vztah mezi již naučenými fakty (O'Connell, 2014). BOV se inspiruje konstruktivistickým pojetím výuky, jehož opakem je transmisivní pojetí. Využívá přitom aktivizujících metod, mezi které patří heuristická metoda, problémové vyučování, kritické myšlení, zkušenostní učení, projektová výuka

a učení v životních situacích (Maňák & Švec, 2003). Podle National Research Council (2000, s. 25) by se měli žáci v rámci badatelsky orientované výuce zabývat vědecky orientovanými otázkami a vyhodnocovat jejich možná vysvětlení, preferovat důkazy, díky kterým jsou schopni objevovat řešení, na základě důkazů formulovat vysvětlení a komunikovat a odůvodňovat návrhy řešení (National Research Council, 2000).

3.3. Badatelsky orientovaná výuka v České republice

Papáček (2010a, 2010b) ve svých článcích zmiňuje překážky spojené se zavedením BOV do hodin přírodovědných předmětů, hlavně nároky kladené na učitele a jejich nedostatečnou přípravu z pregraduálního studia. Činčera (2014) uvádí, že BOV stále není běžnou součástí přírodních věd (Činčera 2014). Výzkum Radvanové et al. (2018) ukazuje posun ve využívání BOV na gymnáziích. Jako největší přínos BOV učitelé zmiňují motivaci žáků. Jako problém uvádí časovou náročnost, nedostatek výukového materiálu a hodnocení žáků. Učitelé uvedli, že by rádi zařazovali bádání do výuky více, chybí jim ale podpora tvůrců vzdělávacích strategií, akademických a vedoucích pracovníků (Radvanová et al., 2018). Ješková et al. (2016) a Fučík a Kuchař (2012) ve svých pracích zmiňují, že názory na BOV jsou většinou pozitivní; většina vyučujících použila vyučování bádáním ve své výuce. Učitelé by ale ocenili více výukového materiálů k provedení krátkých cvičných úloh. (Ješková, et al, 2016; Fučík & Kuchař 2012).

Ve výzkumu Radvanová et al. (2018) se porovnávaly znalost termínu BOV a jeho využívání ve vyučování v letech 2012 a 2017. Vyplynulo, že za pět let termín BOV znalo o 36,7 % učitelů více a v hodinách badatelský přístup využívalo o 27,2 % učitelů více (Radvanová et al., 2018).

V České republice existuje několik programů na principu BOV, které realizují nezávislá centra. Důležité pro úspěšnost programů je podpora těchto center a spolupráce nezávislých center, univerzit a škol založená na vzájemném respektu a přijetí významu a role jednotlivých partnerů (Činčera, 2014). Například Středisko ekologické výchovy a etiky Rýchory (SEVER) organizuje pětidenní program Týden pro udržitelný život.

Činčera (2011) tvrdí, že program zahrnuje jen dílčí prvky bádání, nikoliv celou metodiku BOV (Kvasnička, 2012; Činčera, 2011).

Další možností jsou dlouhodobé školní programy. Nezávislá centra pro školy připraví metodické materiály a provedou školení učitelů. U nás tyto programy nabízí především centrum TEREZA. Do jejich mezinárodního programu GLOBE je zapojeno 130 základních a středních škol z ČR. Problém programu GLOBE je, že není přesně daný postup, tedy jasný začátek a konec programu. Tím dochází k rozdílné interpretaci ve školách, dokonce i žáci z jedné třídy se zapojují rozdílně. Úkolem žáků bylo vyplnění pracovních listů, realizace experimentu, sběr dat a jejich zanesení do počítače. Vymezení otázek, analýze a formulaci závěru nebyla ze strany učitelů věnovaná dostatečná pozornost. GLOBE u žáků rozvíjí spolupráci, respekt k ostatním, samostatné řešení problémů a koordinaci své práce. Program také posiluje u žáků zájem o přírodní vědy, nerozvíjí ale dovednosti spojené s bádáním (Činčera, 2018; Činčera & Mašková, 2009, 2011; Penuel et al. 2006). Naopak pozitivní dopad programu GLOBE na badatelské schopnosti žáků prokázal výzkum Meanse et al. (1997, 1999, 2001). Centrum TEREZA dále realizovalo program určený pro střední školy s názvem „3V – vědě a výzkumu vstříc“ a program pro základní školy „Badatelé.cz“. Na programech s centrem spolupracovali experti z vysokých škol a učitelé základních i středních škol (Činčera, 2013).

Posledním typem jsou programy, které jsou realizovány ve škole i v nezávislých expertních centrech. Je to například program „Vyšetřování jizerskohorské katastrofy – pro 7. – 9. třídu ZŠ“, které organizuje Společnost pro Jizerské hory, nebo „Zelené profese v krajině“, realizovaný sdružením Čmelák (Činčera, 2014).

Další možnost, kde získat informace o BOV je příručka od sdružení TEREZA – Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. Vznik této publikace podnítila potřeba rozvíjet BOV na základních školách. Průvodce vznikl ve spolupráci s učiteli základních škol a odborníky z vysokých škol. Učitelé na základních školách navržené badatelské hodiny vyzkoušeli a po zkušenostech byly upraveny a publikovány. Průvodce je určen pro všechny učitele přírodovědných předmětů se zařazením bádání do výuky pro zkušené i pro začátečníky. Snaží se čtenáře naučit badatelským postupům a správnému sestavení badatelské lekce, zároveň je i sbírkou aktivit. V projektu

Badatelé.cz vznikl i soubor aktivit zvaný Bádálek. Dále je možné využít web Badatele.cz, kde jsou texty, videa a další přílohy k Průvodci i materiály jiných učitelů; přispět může kdokoliv (Votápková et al., 2013).

3.4. Průběh a úrovně bádání

Různí autoři uvádí různé dělení bádání, např. Buck et al. (2008) uvádí pět úrovní bádání (tab. I) (úroveň 0, úroveň ½, úroveň 1, úroveň 2 a úroveň 3), a to potvrzující (*confirmation*), strukturované (*structured*), usměrněné (*guided*), otevřené (*open*) a autentické bádání (*authentic*). Autoři u nás se nejčastěji opírají o rozdělení podle Stuchlíkové (2010), kde je vynecháno poslední, autentické, bádání (Buck et al., 2008).

Badatelský cyklus zahrnuje šest kroků. Prvním krokem je formulace problému/otázky – žáci přemýšlí o tématu, kladou si otázky, formulují hypotézy. Druhý krok zahrnuje prokázání teoretických znalostí – rozdělení do skupin, přemýšlení nad postupem, výběr pomůcek. Postup práce je třetí krok, patří sem pozorování nebo provedení experimentu a zaznamenávání dat. Čtvrtým krokem jsou výsledky, zapisování dat. Pátý krok je analýza výsledků, zpracování dat. A poslední, šestý krok je závěr, návrat k hypotéze a formulace závěru – potvrzení či vyvrácení, odůvodnění, hledání souvislostí, reflexe. Od potvrzujícího bádání k autentickému klesá poskytnutí informací u jednotlivých kroků. (Buck et al., 2008; Votápková et al., 2013).

Buck et al. (2008) řadí potvrzující bádání jako úroveň 0. Je to nejjednodušší forma bádání, je nejvíce řízené učitelem, ten poskytne informace pro všech šest kroků. Žák ví, jaké jsou výsledky, jeho úkolem je pozorovat nebo se naučit laboratorní techniku, to vše pod vedením učitele. Při této činnosti žák neřeší problém, protože zná závěr, ale cílem je rozvoj pozorovacích, experimentálních a analytických dovedností (Buck et al., 2008; Dostál, 2015).

Další je úroveň 1/2, strukturované bádání. I zde je role učitele velká, žák pracuje podle jeho pokynů, pouze výsledky a závěr formuluje sám. Úkolem žáků je objevit vzájemné vztahy a dojít k závěru pomocí bádání, k tomu jim pomáhá učitel pokládáním návodných otázek. Tato úroveň je důležitá pro získání dovedností potřebných k vyšším úrovním bádání (Buck et al., 2008; Dostál, 2015).

Úroveň 1 představuje nasměrované bádání, kdy má žák k dispozici výzkumný problém, teoretické znalosti a postup práce. Učitel přechází do role aktivního průvodce bádáním a společně s žáky vymýšlí postupy pro odpovědi na výzkumné otázky. V této úrovni se žáci stávají samostatnějšími, důležité jsou ale dovednosti získané z přechozích úrovní bádání (Buck et al., 2008; Dostál, 2015).

Předposlední je úroveň 2, otevřené bádání. Jedná se o předstupeň vědeckého bádání. Žák ví, jaký problém řeší a zná jeho teoretické pozadí, sám musí zvolit vhodnou metodu k badání, výzkumné otázky stejně tak zaznamenat a zanalyzovat výsledky a vyvodit závěr, po celou dobu pracuje samostatně bez zásahu učitelem (Buck et al., 2008; Dostál, 2015).

Jako poslední a nejsložitější je úroveň 3, autentické bádání, kdy nejsou poskytnuty žádné informace k šesti výše uvedeným krokům (Buck et al., 2008).

Poslední dvě úrovně, úroveň dvě a tři, jsou pro žáky velmi složité myšlenkové operace. Zároveň jsou tyto úrovně i mnohem náročnější na práci učitele, pro kterého je obtížnější motivace žáků (Chin & Chia, 2004).

Tabulka I: Charakteristika pěti úrovní bádání (převzato a upraveno z Rokos, 2017).

	Tradiční výuka – laboratorní práce			BOV	
	Potvrzující bádání (úroveň 0)	Strukturované bádání (úroveň 1/2)	Nasměrované bádání (úroveň 1)	Otevřené bádání (úroveň 2)	Autentické bádání (úroveň 3)
Výzkumný problém/otázka	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto
Teoretické znalosti	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto
Postup práce	poskytnuto	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto
Analýza výsledků	poskytnuto	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto
Diskuze výsledků	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto
Závěry	poskytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto	neposkytnuto

Další dělení je možné na základě badatelských úloh například podle Chinn a Malhotra (2002). Ty dělí jednoduché badatelsky orientované úlohy do tří skupin: na jednoduché experimenty, jednoduchá pozorování a jednoduché příklady (Chinn & Malhotra, 2002).

Při jednoduchém experimentu je úkolem žáka sledovat vzájemný vliv dvou proměnných. Jednoduché pozorování spočívá v pozorování a popisu předmětu. Jednoduchými příklady si žáci ověřují své teoretické znalosti při pozorování nějakého procesu, nejedná se o klasické bádání, chybí zde volnost (Petr, 2014).

3.5. Výhody a nevýhody badatelsky orientované výuky

Edelson et al. (1999) uvádí několik výhod BOV pro žáky. A to rozvoj jak obecných schopností bádát a objevovat, tak i speciálních dovedností pro zkoumání. BOV vylepšuje schopnost žáků plánovat a realizovat bádání, umožňuje lepší pochopení vědeckých pojmů. Dále vede k poznání vlastních nedostatků a mezer v učivu, pomůže žákům pochopit nové vědecké poznatky nebo lépe chápat poznatky, se kterými už se setkali. BOV také umožňuje aplikovat znalosti při hledání odpovědí a otázek. Potřeba aplikace znalostí může pomoci je přetvořit pro jejich lepší využití v budoucnu a uvědomit si spojitosti již nabytých znalostí (Edelson et al., 1999). Díky BOV se žáci mohou také naučit pracovat ve skupině, pracovat s chybou, rozvrhnout čas a vyjadřovat se (Votápková et al., 2013). Díky badatelsky orientované výuce jsou žáci schopni vytvářet vlastní myšlenky (Ewers, 2001).

Naopak nevýhodou může být obtížná motivace žáků a nedostatek jejich potřebných dovedností a znalostí pro bádání, a též také různá omezení jako čas, studijní plány, zdroje (Edelson et. al., 1999).

3.6. Efektivita badatelské výuky

Efektivita výuky je důležité téma už od 80. let 20. století, věnoval se jí například Kulič (1980). Podle Starého a Chvála (2009) je efektivita chápána jako vztah mezi výsledkem a tím, co k výsledku vedlo. Některé výzkumy ukazují, že vliv na efektivitu výuky má zvolený typ výuky. Například Rokos a Vomáčková (2017), Cobern et al. (2010) nebo

Mattheis a Nakayama (1988) ukazují, že badatelsky orientovaná výuka má oproti tradičnímu vyučování lepší vliv na rozvoj dovedností, hlavně na sběr a interpretaci dat. Také si žáci osvojují metodické postupy, které v budoucnu umožní lepší řešení problémů. K výraznému zlepšení znalostí ale nedochází (Rokos, 2015). Naopak výzkum Ditricha a Váchy (2016) prokázal zlepšení znalostí při využívání BOV u žáků na prvním stupni.

3.6. Konstruktivistické a transmisivní pojetí výuky

V kapitole výše je zmíněno, že BOV je inspirována konstruktivistickým pojetím výuky. Konstruktivismus považuje za důležitou aktivní úlohu žáka a význam jeho vnitřních předpokladů v pedagogických a psychologických procesech. Vyzdvihuje vzájemné působení subjektu s prostředím i společností (Průcha et al., 2001). Princip této výuky spočívá v porovnávání starých a nových poznatků. Cílem je, aby žák učivu porozuměl a dokázal ho uchopit. Učitelova role je být moderátorem a průvodcem hodiny. Během výuky se rozvíjí talent i u těch žáků, u kterých se často u transmisivního pojetí výuky neprojeví (Maňák & Švec, 2003). Konstruktivismus můžeme rozdělit na kognitivní a sociální. Kognitivní konstruktivismus předpokládá, že se poznávání děje na principu spojování jednotlivých informací do složitějších struktur, se kterými žák provádí mentální operace. Mentální operace jsou v souladu s kognitivním vývojem žáka (Průcha et al., 2001). Sociální konstruktivismus považuje za velmi významnou roli pro poznávání sociálních interakcí a kultury. (Průcha et al., 2001). Chyba je v konstruktivistickém pojetí respektována a dále se s ní pracuje. Hodnocení je pomocí známky doplněné o slovní hodnocení (Havlíňová, 1998). Hodnotí se výsledek i proces práce, využívá se pozorování, informace od žáka nebo žákovské portfolio. Žák není porovnáván s ostatními, ale se sebou samým. Na hodnocení se podílí učitel, žák i spolužáci (Krejčová & Kargerová, 2003).

Naopak u transmisivní výuky jsou žáci pasivní. Je od nich požadováno zapamatování faktů. Učitel předává informaci jako hotovou a ověřenou; cílem žáků je se tyto informace pouze naučit. Na propojení nabytých informací se už neklade důraz. Tento postup není v souladu s přirozeným procesem poznávání. Při transmisivním pojetí

výuky se využívá pro hodnocení známkování. Znamka se využívá i jako odměna nebo trest (Pecina & Zormanová, 2009; Molnár, 2007).

3.7. Role učitele při BOV

Učitel vymýšlí a s žáky provádí konkrétní badatelskou hodinu, poté ji vyhodnocuje. Učitel musí při BOV brát v úvahu žákovu osobnost a dosavadní znalosti. Důležité je vybrat jaké znalosti žáci bádáním získají. Pro správné vedení badatelsky orientované výuky jsou důležité odborné a didaktické znalosti učitele. Příprava a provedení BOV je pro učitele často velmi náročná a je zapotřebí určitých kompetencí (Dostál, 2015; Schwarz & Crafword, 2004). Fazio et al. (2008) na základě výzkumu uvádějí, že učitel, který má s bádáním osobní zkušenosti, získává dovednosti vést vyučování bádáním (Fazio et al., 2008). Obtížné pro učitelé může být zařadit BOV i pro to, že se s bádáním sami nikdy nesešli (Dorier & García 2013). Proto je potřeba, aby se studenti učitelkých oborů s BOV setkali často a získali tak zkušenosti a později mohli sami vést hodiny založené na bádání (Dostál, 2015). Učitel musí žáky správně motivovat a zadávat správné problémy k bádání, aby je hodina bavila a byla tak rozvíjena jejich přirozená zvědavost. Díky správnému vedení učitelem si žáci sami pokládají otázky, vytváří hypotézy a diskutují o závěru. Během bádání žáci mohou chybovat, potom nastupuje učitel jako rádce a pomáhá žákům najít cestu ke správnému řešení (Petr, 2014; Vermeersch, 2005). Učitel by neměl pouze předávat znalosti („dávkoč znalostí“) ani být pouhým průvodcem (Prawat, 1977). Nejvhodnější kvůli přiblížení se skutečnému životu je volba multioborového bádání, které žáka nejlépe připraví na situace, se kterými by se později mohl setkat (Dostál, 2015). Dostál (2015) uvádí následující tabulku rolí učitele podle Andersona (1999).

Tabulka II: Rozdíl v roli učitele při tradiční a badatelské výuce (Dostál, 2015 str. 42).

Tradiční výuka	Badatelsky orientovaná výuka
<i>Role učitele: „dávkač znalostí“, „moderátor“</i>	<i>Role učitele: „trenér“ (coach)</i>
Transmise poznatků	Komunikace se skupinami
Komunikace s jednotlivci	Pomáhá žákům v procesu získávání informací
Řídí aktivity žáků	Usměrňuje aktivity žáků
Vysvětluje pojmové vztahy	Uspodňuje studentům myšlení
Znalosti učitelů jsou statické	Modelování procesu učení
Přímé využití učebnic atd.	Flexibilní použití materiálů

3.8. Role žáka při BOV

BOV je pro žáky důležitá pro rozvoj myšlení, protože to na rozdíl od informací nelze získat online, tedy takzvaně informačně – recipročními metodami (Dostál, 2015). Žák by se měl do badatelské výuky aktivně zapojit, prozkoumat, vysvětlit řešení problému, na které přišel bádáním, vyhodnotit výsledky i proces bádání, rozšířit téma a klást otázky. Jedná se o tzv. 5E model podle zaujetí (*engage*), zkoumání (*explore*), vysvětlení (*explain*), zhodnocení (*evaluate*), zobecnění (*extendt*) (Kong & Song, 2014). Při bádání žák provádí různé měření, pozorování a experimentování. Zahrnuje však i myšlenkové procesy – indukce a dedukce, analýza a syntéza, komparace a specifikace (Dostál, 2015).

3.9. Kompetence učitele pro BOV

Jeden z nejdůležitějších faktorů, který má vliv na konkrétní podobu výuky je učitel. Za učitele může být považován i laik, který na jedince výchovně působí, vzdělává ho a rozvíjí (Dostál, 2015). Otázka, jaký má učitel být a jak na žáka působit, se objevila, už když se učitelství stávalo samostatnou profesí. Učitele chápeme jako profesionála – soustavně vykonává výchovnou a vzdělávací činnost a učení je pro něj profesí (Dostál, 2015). Učitel profesionál by měl mít určité dovednosti, schopnosti, znalosti i kvalifikaci. Tyto požadavky na učitele – profesionála se s časem mění (Špok, 2014). Kvalita učitele

má ve výchovně vzdělávacím procesu velkou roli. Na kvalitu výuky mají vliv učitelovy technické a osobnostní kompetence, pochopení žáků a znalosti oboru (Day, 2012). Jako dobrý učitel bývá někdy označován kompetentní učitel (Dostál, 2015).

Pojem kompetence se používá v mnoha oblastech a nemá jasně vymezený význam. Někteří autoři zahrnují do kompetencí i situační požadavky (Hroník, 2006; Veteška & Tureckiová 2008), jiní je nezahrnují (Skalková 2005; Průcha 2005). Kromě situace ovlivňují kompetence i emoce, úroveň myšlení a somatický stav jedince. Hovoříme-li o kompetencích učitele k BOV, je podle Dostála (2015, s. 65) nejvhodnější definice od Weinerta (2011): „*Kompetence je ne zcela specializovaný systém schopností, znalostí či dovedností, jež jsou nezbytné nebo dostačující pro dosažení určitého cíle.*“ (překlad Nezvalová, 2007, s. 8).

Neexistuje potvrzený kompetenční model v souvislosti s BOV. Například Alake-Tuenter et al. (2012) vybrali 23 kompetencí, které rozdělili do tří skupin: předmětové znalosti, pedagogické znalosti a postoje (Alake-Tuenter et al. 2012). Podle Dostála (2015) není tento soubor kompetencí úplný ani využitelný. (Dostál 2015).

Dostál (2015) ve své práci rozdělil kompetence k BOV na dvě části; jedna vychází z teoretické báze, druhá ze vzdělávací praxe. Na základě výzkumu vyvodil kompetenční model učitele v kontextu badatelsky orientované výuky technických a přírodovědných předmětů. Kompetenční jádro tvoří nejdůležitější kompetice – klíčové kompetice. Vedle jsou základní kompetice, které jsou vyvozeny z obecného rámce učitelských kompetic, jsou tedy obecnější. Dále sem zahrnuli prahové kompetice, ty jsou důležité pro celkovou učitelskou profesi.

Mezi klíčové kompetence patří motivace žáků k učení pomocí badatelské výuky, propojení s praktickým životem a zároveň i s teorií. Dále předvedení aktivity a zajištění bezpečnosti. Důležité je rozvíjet samostatnost, představivost a myšlení žáků při bádání, navázat na již získané znalosti a představy. (Dostál, 2015).

Základních kompetencí uvádí Dostál (2015, str. 131) šestnáct; zde uvedeme jen některé: kompetence využívat badatelské aktivity pro upevnění učiva, využít zájmy žáků, ověření a naplánování aktivit předem, vhodné zařazení, zajištění pozitivního

klimatu; dále rozvíjet vnímání a schopnost prezentovat výsledky; řídit proces učení a působit na žáky výchovně (Dostál, 2015). Poslední, třetí, oblast se skládá z prahových kompetencí, opět uvedeme jen některé. Podporovat spolupráci a vztahy mezi žáky, uplatňovat individuální přístup k žákům, zahrnout mezioborové poznatky a mezioborové vztahy, vytvářet profesní orientaci žáků, pomocí bádání ověřit již osvojené učivo. Důležité je ověření pomocí badatelských aktivit, utváření pojmů, které jsou pro žáky často abstraktní (Dostál, 2015).

4. KURIKULÁRNÍ DOKUMENTY

Na základě Bílé knihy a zákona č. 561/2004 Sb. (zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání) byly vytvořeny kurikulární dokumenty pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Tyto dokumenty jsou vytvořeny na školní a státní úrovni. Státní úroveň představuje Národní program vzdělávání (NPV) a rámcové vzdělávací programy (RVP). Dokument NPV obsahuje požadavky pro počáteční vzdělávání jako celku. RVP určuje pole vzdělávání v jednotlivých etapách (předškolní, základní a střední vzdělávání). Školní úroveň představují školní vzdělávací programy (ŠVP), podle kterých je realizováno vzdělávání na konkrétních školách. ŠVP tvoří každá škola sama, musí však respektovat zásady uvedené v RVP. Všechny výše uvedené dokumenty jsou vždy přístupné veřejnosti (Jeřábek et al., 2007a, 2007b).

4.1. RVP pro gymnázia – genetik

Genetika i biochemie je vymezena v Rámcovém vzdělávacím programu stejně pro čtyřletá a dvojjazyčná gymnázia i pro gymnázia se sportovní přípravou a gymnázia s výukou v angličtině (Jeřábek et al, 2007a, 2007b).

V RVP (2007) jsou uvedené následující informace k oblasti genetiky (a biochemie – nukleové kyseliny):

Ve výstupu z biochemie, tematického celku nukleové kyseliny, se od žáka očekává, že dokáže objasnit strukturu a funkci sloučenin potřebných pro důležité chemické procesy, které probíhají v organismech. Dále by měl zvládnout popsat základní

metabolické procesy a jejich význam. Jako učivo jsou v RVP uvedeny lipidy, sacharidy, proteiny, **nukleové kyseliny**, enzymy, vitaminy a hormony (Jeřábek et. al., 2007a, 2007b).

V tematickém obsahu Genetika ve vzdělávacím obsahu Biologie se žák naučí využít získané vědomosti o zákonitostech v genetice pro pochopení rozmanitosti organismů. Dále je schopný analyzovat možnosti využití znalostí z oblasti genetiky v běžném životě. Mezi učivo genetiky jsou zařazeny molekulární a buněčné základy dědičnosti, dědičnost a proměnlivost, genetika člověka, genetika populací (Jeřábek et al., 2007a, 2007b).

5. METODIKA

5.1. Výzkumný vzorek

Výzkumné šetření probíhalo na třech gymnáziích na Vysočině. Celkem se výzkumu zúčastnilo 73 žáků čtvrtých ročníků. Žáci byli náhodně rozděleni učiteli biologie do experimentální a kontrolní skupiny. Žáci v kontrolní skupině vyplnili 34 pracovních listů, experimentální skupinu tvořilo 39 žáků. Celý výzkum byl zaměřen na učivo genetiky.

5.2. Pre-test, post-test a pracovní listy

Pre-test a post-test

Kontrolní test se skládal z deseti úloh, z nichž bylo osm otázek otevřených a dvě uzavřené (viz. Příloha 1). Dovednostní otázky test obsahoval čtyři, znalostních otázek šest. Celkem bylo možné získat 23 bodů.

Pracovní list: Syndromy

U badatelsky zpracovaného pracovního listu byly žákům poskytnuty čtyři obrázky karyotypů s popisem, o jaký karyotyp se jedná – karyotyp zdravého člověka, a karyotypy člověka nemocného Downovým, Edwardsovým a Patauovým syndromem. Úkolem žáků bylo na základě obrázků zjistit, co je to karyotyp, rozdíl mezi karyotypem zdravého člověka a ostatními karyotypy a rozdíl mezi jednotlivými syndromy. Také měli vytvořit hypotézu, proč není žádný dospělý člověk nemocný Patauovým nebo Edwardsovým syndromem, zatímco Downovým ano.

U tradičních pracovních listů bylo na začátku žákům vysvětleno, co je to karyotyp a čím se liší karyotyp zdravého člověka a nemocného člověka se zmíněnými syndromy. Žáci poté přiřazovali pojmy (zdravý člověk, Downův, Patauův a Edwardsův syndrom) k jednotlivým obrázkům karyotypu.

Pracovní list: Dědičnost plešatosti

U pracovního listu zaměřeného na dědičnost plešatosti připraveného pro badatelskou výuku se žáci měli zamyslet a napsat hypotézu, čím může být projev plešatosti ovlivněn. Následně odpověděli na pár otázek na pojmy z genetiky, nakonec doplňovali kombinace alel do rodokmenu.

U pracovního listu zaměřeného na tradiční výuku získali hned na začátku informaci, že na plešatost má vliv i pohlaví. Následně také odpověděli na otázky a doplňovali alely do rodokmenu.

Pracovní list: Octomilka

Tento pracovní list nebyl vzhledem k náročnosti na organizaci kvůli uzavření škol použit.

Žáci by dostali dvě obálky s obrázky octomilek, jejich pohlavím a alelami. Úkolem žáků by bylo drozofily roztřídit podle generací a odpovědět na otázky. Otázky na začátku pracovního listu se týkaly pojmů, popsání rozdílů mezi samečkem a samičkou, projevu mutace. Dále by zapisovali do tabulek počty drozofil v jednotlivých generacích, jejich alely a doplňovali by alely do čtverce.

I v pracovních listech podle tradiční výuky dostali žáci stejné dvě obálky jako u BOV, i úkoly byly podobné, lišila se jejich formulace.

5.3. Sběr dat

K získání dat byl sestaven pre-test a post-test. Pre-test a post-test byl stejný pro experimentální i kontrolní skupinu, včetně znění otázek. Dále bylo vytvořeno šest pracovních listů. Pracovní listy se věnovaly různým tématům. Pro experimentální a kontrolní skupinu se listy lišily. Jedna skupina měla pracovní listy zaměřené na badatelský typ výuky, druhá skupina na tradiční výuku. Před provedením výzkumu proběhlo pilotní ověření testu i pracovních listů na 8 žácích čtvrtých ročníků SŠ.

Na základě pilotního testování a konzultace s učiteli byly test i pracovní listy mírně modifikovány.

Začátkem listopadu 2020 byli e-mailem kontaktováni učitelé všech gymnázií na Vysočině. Z toho tři učitelé projevíli zájem o zapojení do výzkumu. Po konzultaci s učiteli proběhlo testování na začátku února, a to kvůli vhodnému zařazení pracovních listů do výuky. Z důvodu celostátní karantény muselo celé testování proběhnout online. Žákům byly poslány informace, jak postupovat. Zároveň jim vše bylo vysvětleno během online výuky před samotným testováním prostřednictvím zúčastněných učitelů. Žáci nejprve vyplnili pre-test, na jeho odevzdání měli dva dny. Po odevzdání vyplněného pre-testu jim byly odeslány zbývající materiály. Následně vypracovali pracovní listy, vzhledem k distanční výuce a náročnosti na organizaci byly vyžity jenom dva (zaměřené na syndromy způsobené trisomií a dědičnost pohlavím ovlivněnou) a jako poslední vypracovali post-test. Vyplněné materiály poslali zpět svým učitelům biologie, ti je následně odeslali ke zpracování.

5.4. Analýza dat

Výsledky z pre-testu a post-testu i pracovních listů byly zpracovány do tabulek v programu Excel ze skupiny programů Microsoft Office 365. Data byla následně přenesena do programu Statistica 13.5, kde byla pro analyzování dat zvolena metoda hierarchické analýzy rozptylu pro zjištění, zda je mezi řešeními (účinností BOV a tradiční výuky v jednotlivých třídách) jednotlivých tříd signifikantní rozdíl. Míra statistické průkaznosti je při hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Data byla dále převedena na grafická znázornění.

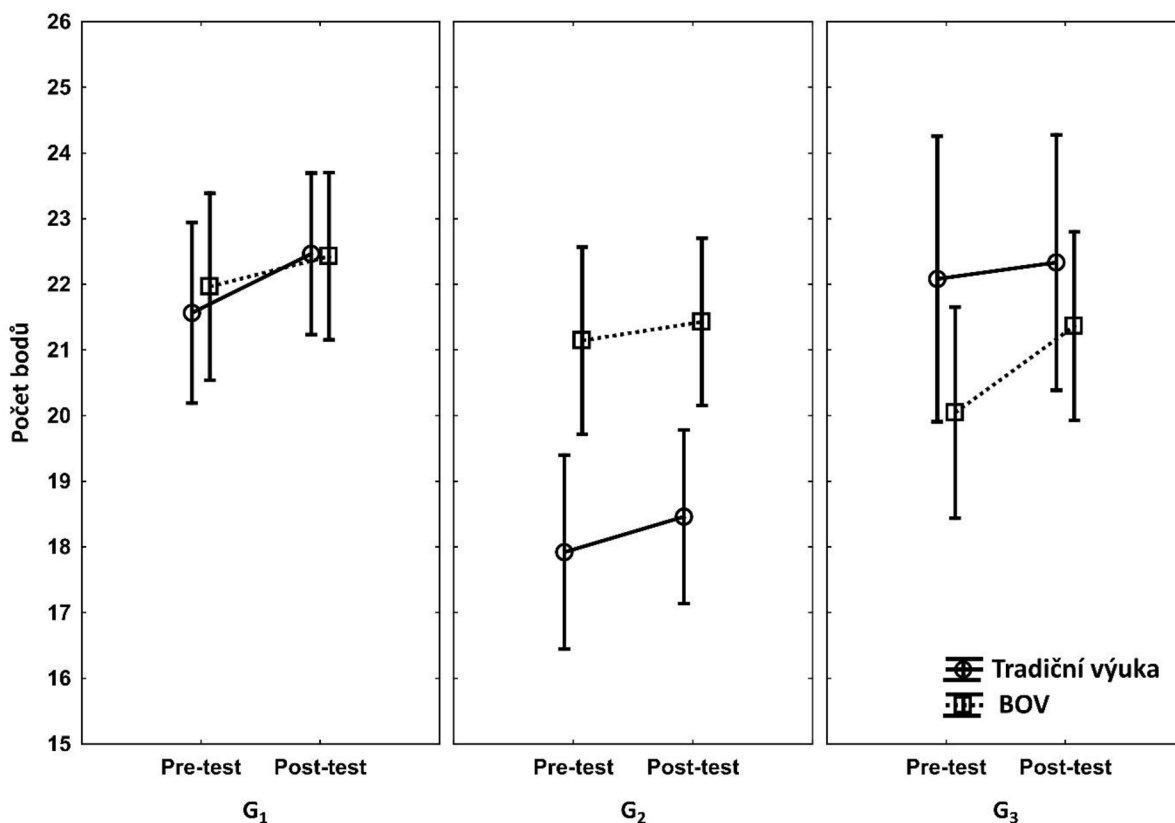
6. VÝSLEDKY

Cílem výzkumu bylo zjistit, jestli má typ výuky vliv na množství získaných informací, tedy zda je badatelsky orientovaná výuka efektivnější než tradiční výuka.

V pre-testu žáci získali průměrně 20,42 bodů, v post-testu 21,07 bodů. Žáci, kteří vyplňovali pracovní listy s úlohami s prvky bádání, dosáhli v průměru 20,92 bodů v pre-testu a 21,57 bodů v post-testu, zlepšili se tedy o 0,65 bodu. Žáci, kteří pracovali s pracovním listem obsahujícím tradičně koncipované úlohy bez prvků bádání, získali 19,85 bodů v pre-testu a 20,5 bodů v post-testu, zlepšení v post-testu bylo také o 0,65 bodu.

Na základě informací z literárního přehledu byla stanovena hypotéza, kterou podle výsledků vyvrátíme nebo potvrdíme.

H1: Žáci, kteří budou řešit badatelsky zaměřené pracovní listy, dosáhnou v post-testu statisticky průkazně vyššího bodového zisku oproti žákům, kteří v pracovních listech budou pracovat s tradičně pojatými úlohami.

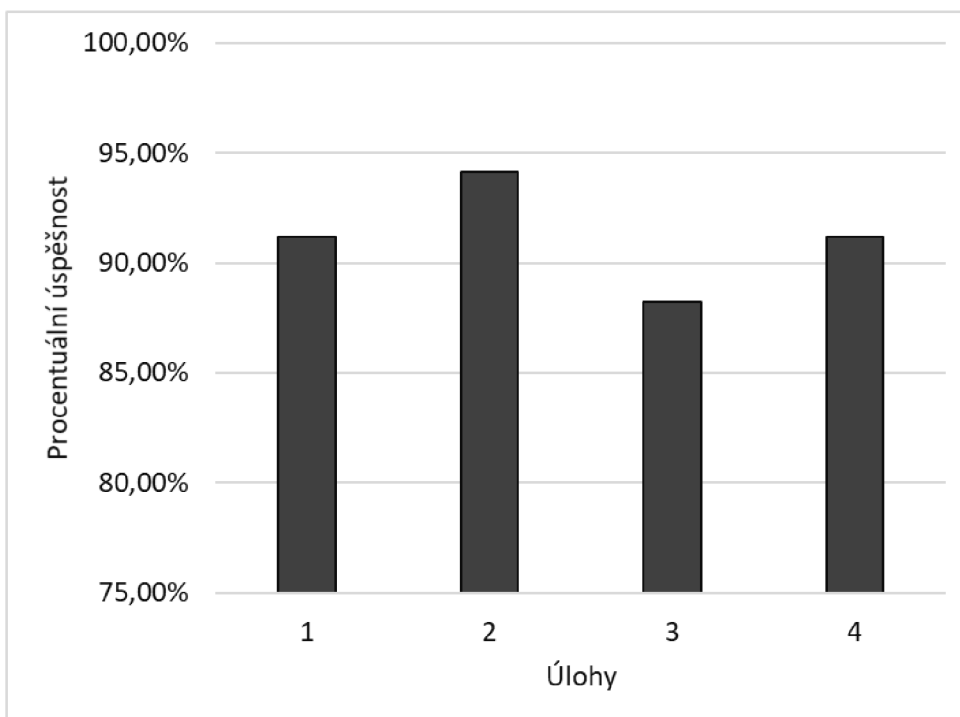


Obr. č. 3: Porovnání vlivu výukových metod prostřednictvím bodového zisku v testu. Všechny třídy dosáhly lepšího bodového zisku v post-testu oproti pre-testu, avšak vliv výukových metod se od sebe statisticky průkazně nelišil. G_1 , G_2 , G_3 – jednotlivá gymnázia.

Hierarchická Anova ukázala průkazný vliv výukové aktivity ($F_{1;67} = 11,99$; $p < 10^{-3}$). Nárůst bodů ve všech skupinách byl srovnatelný, vliv výukové metody nebyl signifikantní ($F_{3;67} = 0,96$; $p = 0,42$) a ani vliv školy na výsledky tříd nebyl statisticky průkazný ($F_{2;67} = 0,39$; $p = 0,68$).

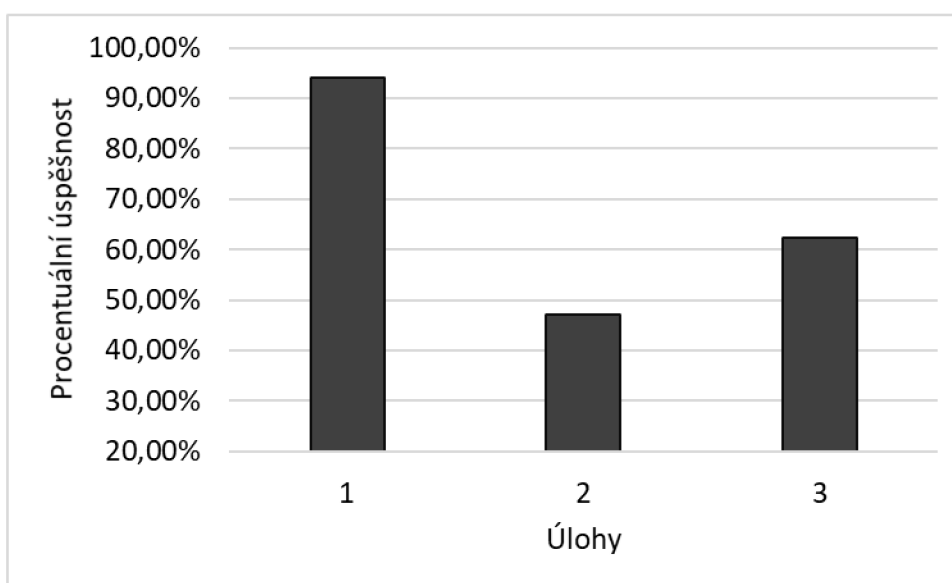
Tabulka č. III: Průměrně dosažené výsledky v pre-testu a post-testu (trans = tradiční výuka; BOV = badatelsky orientovaná výuka; G_1 , G_2 , G_3 – třídy gymnázií).

	Pre-testu	Post-testu
G1_{trans}	93,77 ± 7,48 %	97,68 ± 2,51 %
G1_{BOV}	95,50 ± 3,93 %	97,52 ± 3,55 %
G2_{trans}	77,93 ± 19,48 %	80,27 ± 18,93 %
G2_{BOV}	91,93 ± 3,50 %	93,17 ± 5,10 %
G3_{trans}	96,01 ± 3,99 %	97,10 ± 3,14 %;
G3_{BOV}	87,15 ± 4,92	92,89 ± 4,48 %



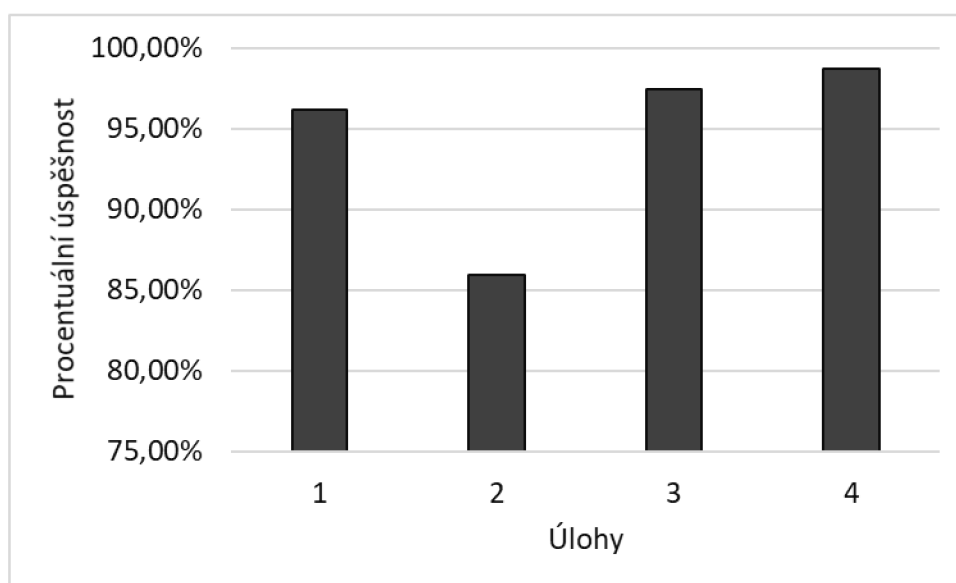
Obr. č. 4: Grafické znázornění úspěšnosti žáků v jednotlivých úlohách v pracovním listu zaměřeném na syndromy s tradičně pojatými úlohami (1 - 4 – úlohy v pracovním listu), N = 34.

V pracovním listu zaměřeném na syndromy s tradičně pojatými úlohami byly úlohy na určování karyotypů (zdravý člověk, Downův, Patauův, Edwardsův syndrom). Úlohy byly vytvořeny na stejném principu, proto jsou i rozdíly v úspěšnosti malé.



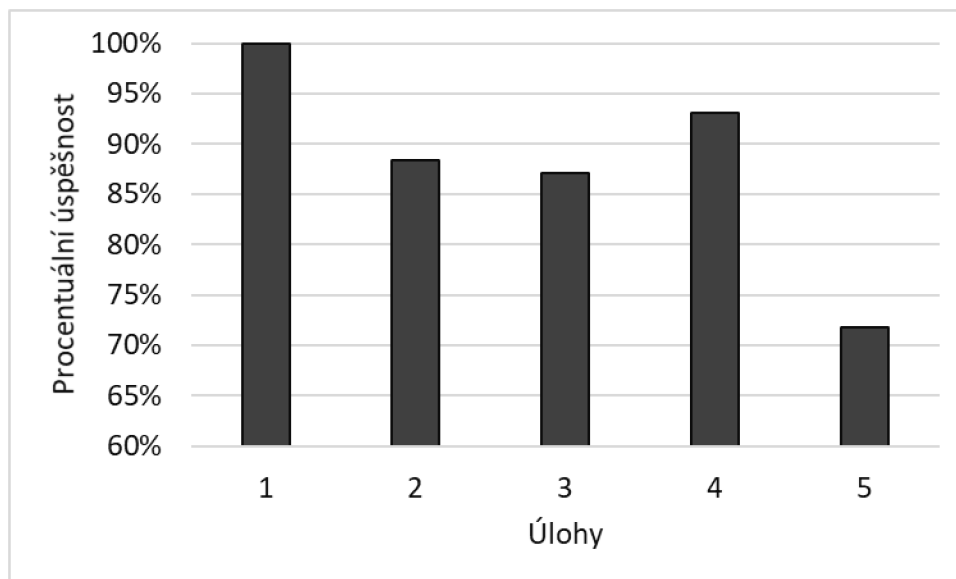
Obr. č. 5: Grafické znázornění úspěšnosti žáků v jednotlivých úlohách v pracovním listu zaměřeném na plešatost s tradičně pojatými úlohami (1 - 3 – úlohy v pracovním listu), N = 34.

Z grafu vyplývá, že žáci nejlépe řešili úlohu číslo 1, poté úlohu číslo 3. Největší problém žákům dělala úloha číslo 2, kde měli za úkol určit, zda je plešatost vázána na autozom nebo gonozom. U úlohy č. 3 dopisovali alely do rodokmenu a kombinace alel zapisovali do Punnetova čtverce. Právě Punnetův čtverec činil žákům největší potíže, často se v pracovním listu ani neobjevil.



Obr. č. 6: Grafické znázornění úspěšnosti žáků v jednotlivých úlohách v pracovním listu zaměřeném na syndromy s badatelsky orientovanými úlohami (1 - 4 – úlohy v pracovním listu), N = 39.

Úlohy číslo 1, 3 a 4 mají podobnou úspěšnost, více jak 95 %. Nejméně bodů žáci získali v úloze č. 2, kde měli za úkol napsat rozdíl mezi karyotypy zdravého člověka a člověka s trisomií. Často pouze popsali rozdíl mezi jednotlivými syndromy, ale chybělo porovnání se zdravým karyotypem.



Obr. č. 7: Grafické znázornění úspěšnosti žáků v jednotlivých úlohách v pracovním listu zaměřeném na plešatost s badatelsky orientovanými úlohami (1 - 5 – úlohy v pracovním listu), N = 39.

U úlohy číslo 1 byla 100% úspěšnost, úlohy 2, 3 a 4 se pohybují v rozmezí 85 a 95 % z maxima možných bodů. Nejproblematictější byla pro žáky úloha č. 5, kde bylo úkolem doplnit alely do rodokmenu a vypsat je do Punnetova čtverce. Stejně jako v pracovním listu s tradičně pojatými úlohami nebyl problém v doplnění alel do rodokmenu, ale s Punnetovým čtvercem, který často chyběl úplně.

7. DISKUZE

Přírodní vědy jsou vnímány žáky jako příliš abstraktní a odtržené od reálného života. Často dochází k mechanickému učení se pojmů bez souvislostí. Žáci ztrácí zájem o přírodovědné předměty, a to hlavně s přibývajícím věkem. Oblíbenost těchto předmětů klesá nejen v ČR, ale v celém světě (Blažek et al., 2019; Čížková, 2006; Koršňáková, 2005; OECD, 2016). Důvodem poklesu zájmu může být vedle výše zmíněných také způsob, jakým se vyučují. Proto je badatelská výuka vnímána jako pozitivní změna (Radvanová et al., 2018). Další důvod pro zapojení bádání do výuky může být například rozvoj kritického i tvořivého myšlení a logického usuzování. Badatelská výuka rozvíjí dovednosti s bádáním spojené, a to kladení otázek, navrhování řešení, formulaci hypotéz, prezentování vlastních závěrů (Bybee, 2010). Dále si díky BOV žáci dokážou lépe plánovat svoji práci, učí se samostatnosti, ale i spolupráci s ostatními žáky, zodpovědnosti. Badatelská výuka nerozvíjí pouze znalosti a dovednosti potřebné pro kariéru vědce, ale i takové, které jsou potřebné pro běžný život (Votápková et al., 2013).

Badatelská výuka poskytuje řadu výhod, jak žákům, tak i učitelům. Je ale možné narazit i na několik překážek. Překážky můžou být vnitřní, souvisí s kompeticemi učitele, nebo vnější. Mezi nejčastější vnitřní překážky patří nedostatek znalostí a dovedností, špatné porozumění principům vědeckého bádání a malá zkušenost s BOV. Proto je potřeba, aby se s badatelskou výukou setkali učitelé již jako studenti na vysoké škole, případně využili možnost postgraduálního studia ve formě workshopů zaměřených na BOV (Sporea et al., 2015; Stuchlíková, 2010). Vnější překážkou může být čas, zdroje, učební plány nebo nedostatečné znalosti a motivace žáků (Edelson et al., 1999).

Hlavním cílem této práce bylo pomocí navržených pracovních listů zjistit, zda je badatelské vyučování oproti tradičnímu efektivnější. Byla stanovena následující hypotéza H1: Žáci, kteří řešili badatelsky zaměřené pracovní listy, dosáhnou v post-testu statisticky průkazně vyššího bodového zisku oproti žákům, kteří v pracovních listech pracovali s tradičně pojatými úlohami. Statistická analýza dat ukázala, že všichni žáci dosáhli po zpracování pracovních listů statisticky významně lepšího bodového zisku. Na zlepšení znalostí a dovedností má tedy výuková aktivita významný vliv.

Ale rozdílný vliv výukových metod na dosažené množství znalostí se nepotvrdil, čímž se naše hypotéza vyvrátila. Ani vliv školy nebyl statisticky průkazný. K podobnému závěru dospěl i Cobern et al. (2010), kdy tým prováděl výzkum na středních amerických školách a došel k závěru, že na osvojené znalosti má stejný vliv badatelské i tradiční vyučování. Důležité je ale získání badatelských dovedností získaných pouze při BOV. Výsledky se také shodují s prací Rokose (2015), jehož výzkum byl prováděn v prostředí vysoké školy. A Rokose a Vomáčkové (2017), kdy testování proběhlo u žáků základních škol a na nižším stupni gymnázia. Oba výzkumy se zabývaly porovnáním výukových metod ve fyziologii člověka. Rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyl signifikantní. To potvrzuje i studie Schneidera et al. (2002), která se zaměřuje na žáky středních škol a porovná skupiny pracující s BOV a s tradiční výukovou metodou. Badatelská výuka se ani zde neukázala jako efektivnější.

Na výsledky našeho výzkumu mohla mít vliv náročnost sestaveného testu nebo nerovnoměrné rozřazení žáků do experimentální a kontrolní skupiny, jak se ukázalo při primární statistické analýze. Vhodné by bylo žáky roztřídit do skupin až podle bodového zisku v pre-testu. Dále mohl mít na výsledky vliv čas na vyplnění pre-testu, který byl vzhledem k distanční výuce zvolen, i celkové vypracovávání materiálů online, jelikož si žáci mohli informace dohledat.

Naopak významný vliv badatelské výuky na získané znalosti a dovednosti v oblasti přírodních věd ukazuje například výzkum Ryplové a Rehákové (2011) prováděný v 7. třídách základních škol. Výzkum Changa a Moea (1999) zaměřený na žáky středních škol nebo Ditricha a Váchy (2016), prováděný na primárním stupni základních škol. Minner et al. (2010) ve své práci analyzoval 138 studií, které srovnávají BOV s jinou výukovou metodou, a tvrdí, že polovina studií potvrdila pozitivní dopad BOV na množství zapamatovaných faktů.

7. ZÁVĚR

V práci jsme se zaměřili na badatelskou výuku a její vliv na získání znalostí a dovedností v oblasti genetiky. Navrhli jsme šest pracovních listů, tři s prvky bádání a zbylé tři na principu tradiční výuky zaměřené na stejné téma jako pracovní listy pro BOV. Zjišťovali jsme efektivitu BOV oproti tradiční výuce pomocí pre-testu a post-testu. Testování probíhalo na třech gymnáziích na Vysočině. Výzkumu se zúčastnilo 73 žáků, ti byli náhodně rozděleni na experimentální a kontrolní skupinu. Data jsme následně vyhodnotili s použitím statistických metod.

Hlavním cílem práce bylo zjistit, zda má badatelsky orientovaná výuka oproti tradiční významně lepší vliv na získání znalostí a dovedností. Ke statisticky významnému zlepšení u žáků, kteří pracovali s badatelsky zaměřenými pracovními listy, oproti těm, kteří pracovali s tradičně zaměřenými, nedošlo. Vliv výukové metody, tedy badatelské nebo tradiční výuky, se nepotvrdil. Neprokázal se ani vliv školy. Zato po vypracování pracovních listů došlo ke statisticky průkaznému bodovému zlepšení u obou skupin.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Alake-Tuenter, E., Biemans, J. A., Tobi, H., Wals, E. J., Oosterheert, I. & Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2609–2640.
- Anderson, Ronald D. (1999). Inquiry in the everyday world of schools. *Focus: a magazine for classroom innovators (special issue)*, roč. 6, č. 2, s. 16–17.
- Blažek, R., Janotová, Z., Potužníková, E., & Basl, J. (2019). *Mezinárodní šetření PISA 2018*. Praha: ČŠI [online]. Dostupné dne 5.3.2020 z: https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%a1ron%ad%20%a1et%599en%ad/PISA_2018_narodni_zprava.pdf.
- Buck, B. L., Bretz, S. L. & Tows, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52 – 58.
- Březina, M. (2010). *Podpora technických a přírodovědných oborů*. Didaktika biologie v České republice, 4-10 [online]. Dostupné dne 10.3.2020, z <https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>.
- Bybee R. (2010) *The Teaching of Science: 21st Century Perspectives*. NTSA Press.
- Coburn, W.W., Schuster, D., Adams, B., Applegate, B., Skjold, B., & Undreiu, A. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research In Science & Technological Education*, 28(1), 81–96.
- Čapek, R. (2014). *Odměny a tresty ve školní praxi*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada. Pedagogika (Grada).
- Činčera, J. (2011). Rozvoj výzkumných kompetencí žáků na základní škole – zkušenosti z evaluace programu o Jizerských horách. *Envigogika: Charles University E-journal for Environmental Education*, 6(3). Retrieved from <http://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/63>
- Činčera, J. (2013). *Badatelé.cz: evaluační zpráva*. Interní dokument. Praha: Sdružení TEREZA.
- Činčera, J. (2014). Význam nezávislých expertních center pro šíření badatelsky orientované výuky v České republice. *Scientia in educatione* 5(1), 74–81.

- Činčera, J. & Mašková, V. (2009). *GLOBE v České republice: evaluace programu*. Interní dokument. Praha: Sdružení TEREZA.
- Činčera, J. & Mašková, V. (2011). GLOBE in the Czech Republic: a program evaluation. *Environmental Education Research*, 17(4), 499–517.
- Čížková, V. (2006). *Experimentální metoda v oborových didaktikách – možnosti a omezení*. V Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu. Plzeň: Katedra pedagogiky FPE ZČU v Plzni a Česká asociace pedagogického výzkum [online]. Dostupné dne 7.3.2020, z <https://docplayer.cz/35230568-Experimentalni-metoda-v-oborovych-didaktikach-moznosti-a-omezeni-vera-cizkova.html>.
- Day, Ch. (2012). *Efektivní učitelé a jejich vášnivé zaujetí kvalitou*. *Orbis scholae*, 6 (3), 9–26.
- Edelson, D.C., Gordin, D. N. & Pea, R.D. (1999): Addressing the Challenges of InquiryBased Learning through technology and curriculum design. *Journal of The Learning Sciences*, 48: 391-450.
- Ernst, D., Hodge, A. & Yoshinobo, S. (2017). *What Is Inquiry-Based Learning?*. *Notices of the American Mathematical Society*. 64. 570-574. 10.1090/noti1536.
- Ewers, T. G. (2001). Teacher-directed versus learning cycles methods: effects on science process skills mastery and teacher efficacy among elementary education students. *Dissertation Abstracts International*, 62(07), 2387A.
- Fazio, X., Melville, W. & Bartley, A. (2010). The Problematic Nature of the Practicum: a Key Determinant of Pre-service Teachers' Emerging Inquiry-Based Science Practices. *Journal of Science Teacher Education*, roč. 21, č. 6, s. 665–681.
- Fučík, P. & Kuchař, V. (2012). *Evaluace pilotního projektu: Vzdělávání učitelů přírodopisu a biologie s tematikou badatelsky orientovaného vyučování*. Praha: MŠMT.
- Vácha, Z., & Ditrich, T. (2016). Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in Education*, 7(1), 65-79. <https://doi.org/10.14712/18047106.293>
- Dorier, J.L. & García, F.J. (2013). Challenges and opportunities for the implementation

- of inquiry-based learning in day-to-day teaching. *ZDM Mathematics Education*, 45, 837–849.
- Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka: kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Havlíková, M. (1998). *Program podpory zdraví ve škole: rukověť projektu Zdravá škola*. Praha: Portál.
- Hroník, F. (2006). *Hodnocení pracovníků*. Praha: Grada.
- Chinn, Ch. & Chia, L-G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707 – 727.
- Johnson, A. D. (2009). *40 inquiry exercises for the College Biology Lab*. Arlington: VA, NSTA Press.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218.
- Ješková, Z., Lukáč, S., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B. & Kirmeš, M. (2016). Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia. *Scientia in educatione*, 7(2), 48–70.
- Jeřábek, J., Krčková S. & Hučínová, L. (2007a). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- Jeřábek, J., Krčková, S. & Hučínová, L. (2007b). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia se sportovní přípravou: RVP GSP* [online]. Praze: Výzkumný ústav pedagogický.
- Jeřábek, J., Krčková S. & Hučínová, L. (2017). *Framework education programme for secondary general education: (grammar schools): FEP SGE* [online]. Prague: Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, E. R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75–86.

- Kong, S. Ch. & Song, Y. (2014). The Impact of a Principle-based Pedagogical Design on Inquiry-based Learning in a Seamless Learning Environment in Hong Kong. *Educational Technology & Society*, 17 (2), 127–141.
- Koršňakova, P. (2015). Prirodovedna gramotnosť slovenských žiakov a študentov. In MATEJOVIČOVA, B.; SANDANUSOVA, A. (ed.). *Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktík prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov*. Nitra: FPV UKF, Prirodovedec, 171, 34–39.
- Krejčová, L. (2001). *Psychologické aspekty vzdelávání dospívajících*. České Budějovice: Grada Publishing.
- Krejčová, V. & Kargerová, J. (2003). *Vzdělávací program Začít spolu: metodický průvodce pro první stupeň základní školy*. Praha: Portál.
- Křeménková, L. & Novotný, S. (2010). *Profil motivační struktury učitele*. Dostupný také z: <http://www.researchgate.net/publication/215826371>.
- Kulič, V. (1980). *Některá kritéria efektivity učení a vyučování a metody jejího zjišťování*. *Pedagogika*, 30(6), 677–698.
- Kvasnička, J. (2012). *Týden pro udržitelný život – vzdělávací program pro žáky ZŠ a SŠ*. Horní Maršov: SEVER.
- Lindner, M. (2014). *Project learning for university students*. Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XII., Praha.
- Lokša, J. & Lokšová, I. (1998). *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha: Portál.
- Mandíková, D. (2009). *Postoje žáků k přírodním vědám–výsledky výzkumu PISA 2006*. *Pedagogika*, 59(4) [online]. Dostupné dne 10.3.2020, z https://pages.pdf.cuni.cz/pedagogika/files/2013/12/P_2009_4_06_Postoje_380_395.pdf.
- Maňák, J. & Švec, J. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido.
- Mareš, J. & Gavora, P. (1999): *Anglicko-český pedagogický slovník*. Portál, Praha.
- Mattheis, F. E. & Nakayama, G. (1988). *Effects of a laboratory-centered inquiry program on laboratory skills, science process skills, and understanding of science knowledge in middle grades students*. Dostupné z <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED307148.pdf>

- Means, B., Coleman, E., Lewis, A., Quellmalz, E., Marder, C. & Valdes, K. (1997). GLOBE Year 2 evaluation: Implementation and progress. Menlo Park, CA: SRI International.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. DOI: 10.1002/tea.20347
- Molnár, J. (2007): Konstruktivismus ve vyučování matematice. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Nakonečný, M. (2014). *Motivace chování*. 3., přeprac. vyd. V Praze: Triton.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- O’Connell, C. (2014). *Inquiry-Based Science Education: Primer to the international AEMASE conference report*. All European Academies, Berlín. Dostupné z: https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/09/AEMASE-conference-report_Primer_digital.pdf
- OECD. (2016). “Students’ attitudes towards science and expectations of science-related careers” in PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education. Paris: OECD Publishing [online]. Dostupné dne 10.3.2020, z <https://doi.org/10.1787/97892264266490-7-en>.
- OECD. (2019). *PISA 2018, Insights and Interpretations*. Paris: OECD Publishing [online].
- Papáček, M. (2010a): Limity a šance badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. s. 145-162. In.: Papáček M. (ed.): *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010)*. Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Jihočeská univerzita, České Budějovice. 165 s. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>.
- Papáček, M. (2010b). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in Education*, 1(1), 33 – 49.
- Pavelková, I. (2002). *Motivace žáků k učení: perspektivy orientace žáků a časový faktor v žákovské motivaci*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

- Pecina, P., Zormanová L. (2009): *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a praxi*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 147 s. Spisy Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity, sv. č. 114.
- Penuel, W.R., M. Bienkowski, L. Gallagher, C. Korbak, W. Sussex, R. Yamaguchi & Fishman, B.J. (2006). *GLOBE Year 10 evaluation: Into the next generation*. Menlo Park, CA: SRI International. <http://www.globe.gov/fsl/evals/y10full.pdf>.
- (2) (PDF) *GLOBE in the Czech Republic: a program evaluation*. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/254251404_GLOBE_in_the_Czech_Republic_a_program_evaluation [accessed Mar 14 2021].
- Petr, J. (2014). *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie: inspirace pro badatelsky orientované vyučování* (1st ed.). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Podroužek, L., & Vágnerová, P. (2016). *Mezipředmětové vztahy a badatelské metody v popularizaci vědy: geografie, biologie* [online]. Dostupné dne 25.1.2020, z <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/29406/1/Mezioborove%20vztahy.pdf>.
- Prawat, R. S. (1977). *Problematizing Dewey's Views on Problem Solving: A Reply to Hiebert et al.* *Educational Researcher*, 26 (2), 19–21.
- Prokop, P., Tuncer, G., & Chudá, J. (2007). *Slovakian students' attitudes toward biology*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4) [online]. Dostupné dne 23.1.2020, z: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30754863/EURASIA_v3n4.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEvaluating_gender_differences_of_attitud.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200303%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200303T123631Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=7ea9ababaac635f135ec40fb85e50dce66cd2d3d0e8f5b8716c6be53cf02e422#page=42.
- Průcha, J., Walterová E. & Mareš, J. (2001). *Pedagogický slovník*. 3., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál.

- Radvanová, S., Čížková, V. & Martinková, P. (2018). Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku? *Scientia in education*, 9(1), 81–103.
- Riga, F., Winterbottom, M., Harris, E. & Newby, L. (2017). " Inquiry-Based Science Education". In *Science Education*. Leiden, The Netherlands: Brill | Sense. Retrieved Feb 16, 2021, from <https://brill.com/view/book/edcoll/9789463007498/BP000020.xml>
- Rokos, L. & Vomáčková, V. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in education*. 8 (1). 32 – 45.
- Rokos, L. (2017). *Hodnocení badatelsky orientované výuky biologie* (Dizertační práce). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- Rokos, L. (2015). *Assessment of inquiry-based science teaching in biology education*. Poster prezentovaný na 11. konferenci European Science Education Research Association, Helsinky.
- Řepka, V. (2015). *Návrh a konstrukce učební pomůcky pro uplatňování badatelsky orientované výuky v rámci technické výchovy* [online]. Olomouc. [cit. 2020-09-25]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/kykd2f/>>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta.
- Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2012). *Effects of a 1- day environmental education intervention on environmental attitudes and connectedness with nature*. *European Journal of Psychology of Education*, 28, 1–10 [online]. Dostupné dne 30.1.2020, z: <http://doi.org/10.1007/s10212-012-0155-0>.
- Schneider, R. M., Krajcik, J., Marx, R. W., & Soloway, E. (2002). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 410–422. DOI: 10.1002/tea.10029.
- Schwarz, R. S. & Crawford, B. A. (2014). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success. In FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (ed.). *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic. Publisher.

- Skalková, J. (2005). Rámcové vzdělávací programy – dlouhodobý úkol. *Pedagogika*, 55 (1), 4–19.
- Sporea D., Sporea A., Iacob C. (2015). Inquiry-Based Science Education In Dimensional Measurement Teaching. *Romanian Reports in Physics* 67, 1206-1217.
- Starý, J. & Chvál, M. (2009). Kvalita a efektivita výuky: metodologické přístupy. In M. Janíková & K. Vlčková (Eds.), *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*. Brno: Paido
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In: *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010: sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010*. Editor Miroslav Papáček. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Sýkora, F. (2003). *Pedagogická psychologie v učitelské praxi*. Brno: Institut mezioborových studií.
- Škoda, J. & Doulik, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19 (3), 24–44.
- Škoda, J. & Doulik, P. *Několik poznámek k popularizaci výuky přírodovědných obsahů vzdělávání*. [online] Dostupné z: http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/bilekma1/moznosti/text/IV_11_Nekolik_pozname_k_popularizaci_vyuky.pdf
- Špok, D. (2014). *Povolání, zaměstnání, pracovní pozice nebo profese?* Dostupné na: <http://www.etlabora.cz/povolani-zamestneni-pracovni-pozice-profese/>,
- Tomášek, V., Basl, J. & Janoušková, S. (2016). *Národní zpráva TIMSS 2015*. Česká školní inspekce [online]. Dostupné dne 34.3.2021 z https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%3a1ron%3ad%20c5a1et%5%99en%3ad/timss_.pdf
- Tomášek, V., Boudová, S., Klement, L., Basl, J. Zatloukal, T., Pražáková, D. & Janoušková, S. (2020). *Národní zpráva TIMSS 2019*. Česká školní inspekce [online]. Dostupné dne 34.3.2021 z https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%3a1ron%3ad%20c5a1et%5%99en%3ad/TIMSS_2020_e-verze.pdf
- Veteška, J. & Tureckiová, M. (2008). *Kompetence ve vzdělávání*. Praha: Grada.
- Vermeersch, J. (2005). *Začněme s ODL*. Apeldoorn: Garant.

- Vlčková, J., & Kubiátko, M. (2014). *Přírodopis v očích žáků 2. stupně základních škol*. ePedagogium, 14(1) [online]. Dostupné dne 10.3.2020, z <https://epedagogium.upol.cz/pdfs/epd/2014/01/03.pdf>.
- Votápková, D., Vašíčková, R., Svobodová, H. & Semerádová, B. (2013). ed. *Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním* [online]. 2013. Sdružení TEREZA, [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: https://globe-czech.cz/_files/userfiles/01_Pruvodce_pro_ucitele.pdf.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of Competence: a Conceptual Clarification. In: *Defining and Selecting Key Competencies*. Editor Dominique Rychen, Laura Salganic. Göttingen: H and H Publishers.
- White Wolf Consulting. (2009). *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory* [online]. Dostupné dne 10.3.2020, z http://vzdelavani.unas.cz/duvody_nezajmu_obory.pdf.

9. PŘÍLOHY

Příloha 1: pre-test a post-test

Jméno a příjmení:

Třída:

1. Vysvětlete pojmy:

Genotyp –

Fenotyp –

Karyotyp –

2. Rozhodněte o správnosti tvrzení.

- | | | |
|--|-----|----|
| A. Heterozygot je jedinec, který má pro daný gen dvě dominantní alely. | ANO | NE |
| B. Homozygot je jedinec, který zdědil dvě stejné alely pro sledovaný znak. | ANO | NE |
| C. Autozom je nepohlavní chromozom. | ANO | NE |
| D. Homozygot je vždy sameček. | ANO | NE |

3. Některé nemoci jsou způsobené trisomií chromozomu. Spojte následující syndromy s chromozomem, jehož trisomie ho způsobuje.

Downův	21. chromozom
Edwardsův	13. chromozom
Patauův	18. chromozom

4. Kolik chromozomů má zdravý člověk?

Vysvětli pojem gonozom a napiš, jakou kombinaci gonozomů má žena a jakou muž.

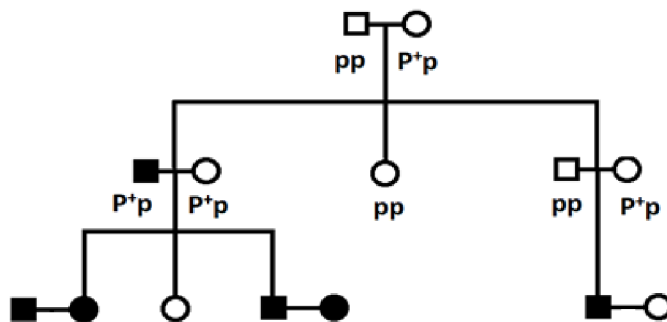
- počet chromozomů zdravý člověk
- gonozom a jeho kombinace

5. Vytvořte všechny možné kombinace alel, pokud rodiče mají následující alely:

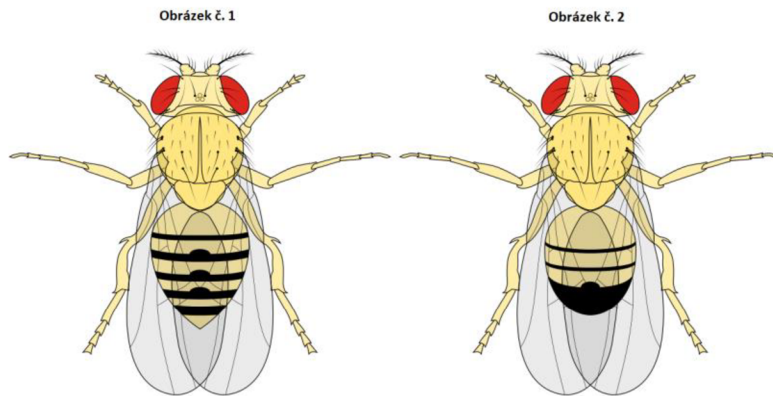
- $pP^+ \times pp$
- $P^+P^+ \times pp$

6. Doplněte chybějící alely do rodokmenu. Jedná se o znak pohlavím ovlivněný.

(Využijte informace z předchozího úkolu)



7. Najdete rozdíly mezi obrázkem č. 1 (samičkou) a obrázkem č.2 (samečkem)? Rozdíly zakroužkujte a запиšte.



Může se jednat o geneticky podmíněné rozdíly? (ANO/NE)

8. Je možné, aby se jedinec s Patauovým a Edwardsovým syndromem dožil dospělosti?

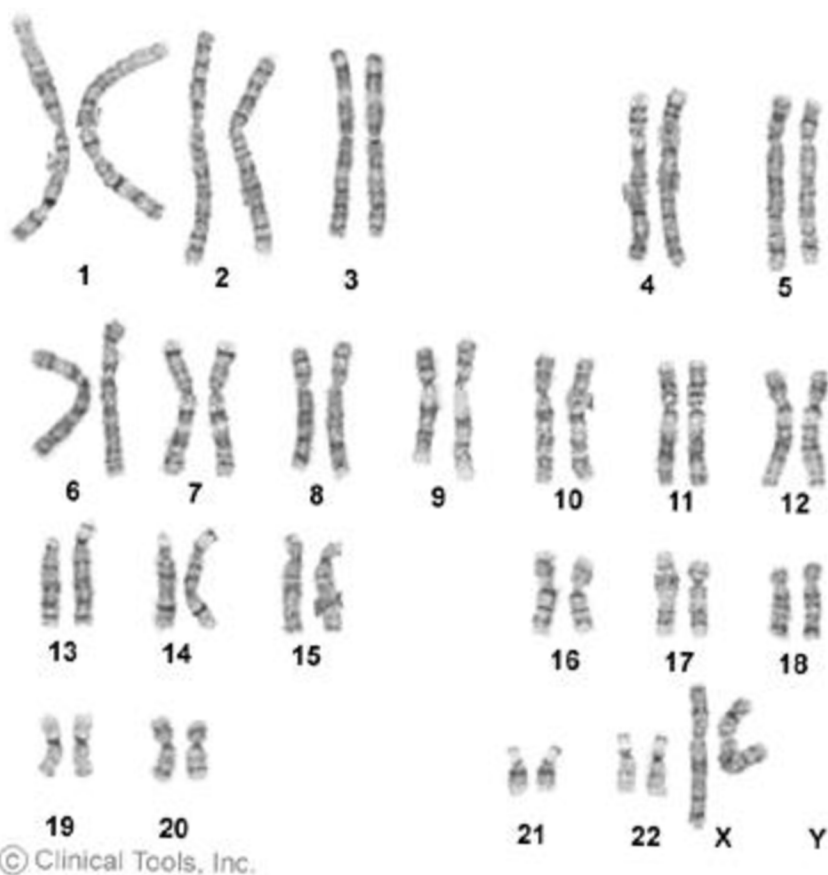
9. Znáš nějaký syndrom, který je způsobený změnou počtu chromozomů a jeho jedinec se běžně dožívá dospělosti? Napiš, jak se syndromu říká.

10. Co znamená termín "dědičnost pohlavím ovlivněná"? Zkus ho stručně vysvětlit.

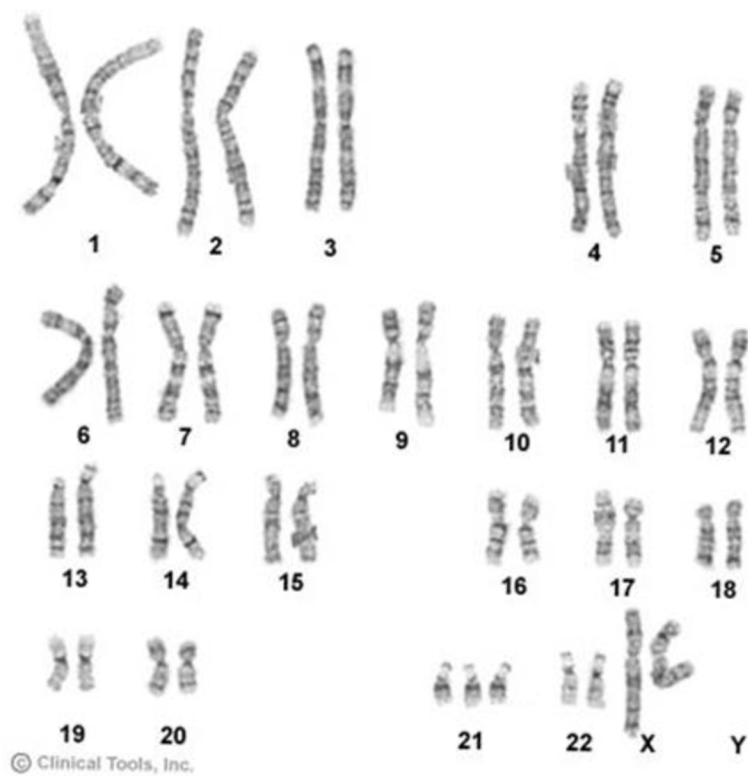
3. Zkuste podle obrázků zjistit, jaký je rozdíl mezi jednotlivými syndromy – Downovým, Edwardsovým a Patauovým (pracujte s karyotypy na konci protokolu)?

4. Určitě už jste někdy slyšeli o Downově syndromu. Patauův a Edwardsův syndrom vznikají stejně jako Downův. Zkuste se zamyslet, proč není žádný dospělý člověk s onemocněním Edwardsovým nebo Patauovým syndromem, zatímco lidi s Downovým syndromem, i dospělé, můžeme potkat poměrně často. Svoji hypotézu napiš.

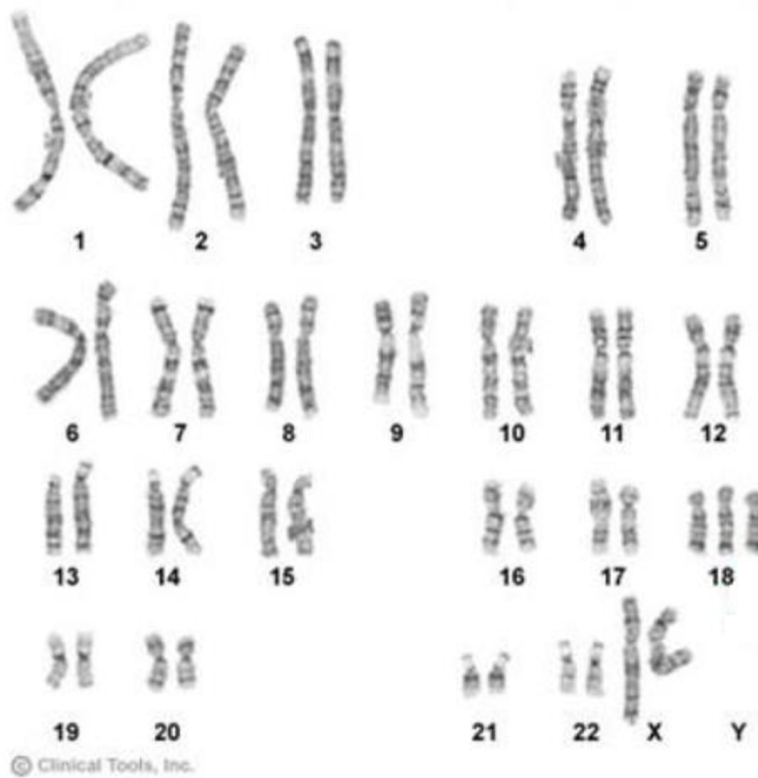
1 – Karyotyp zdravého člověka



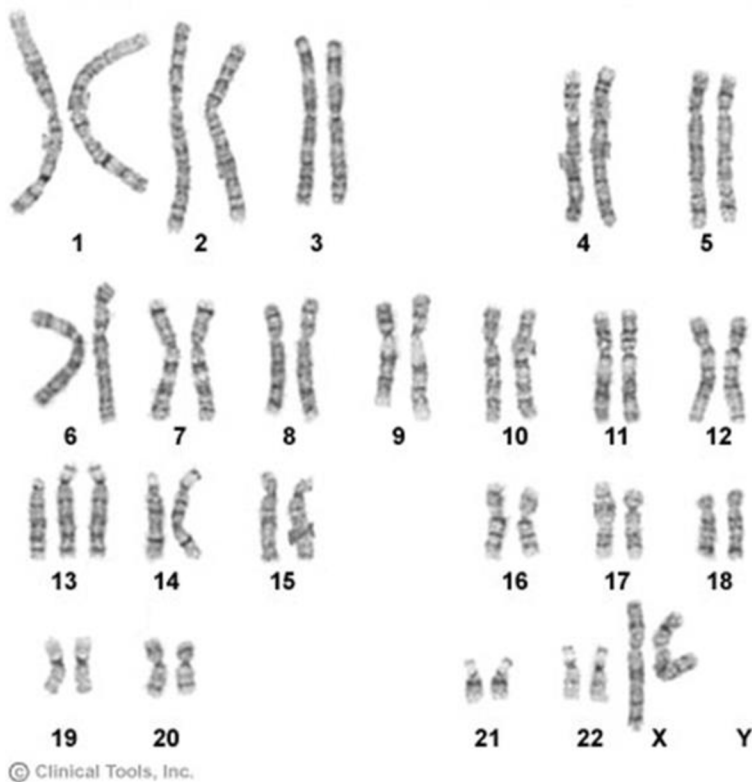
2 – Karyotyp nemocného Downovým syndromem



3 – Karyotyp nemocného Edwardsovým syndromem



4 – Karyotyp nemocného Patauovým syndromem



Obrázky jsou převzaty z prezentace dostupné na: <https://slideplayer.cz/slide/3010704/>

Jméno a příjmení:

Třída:

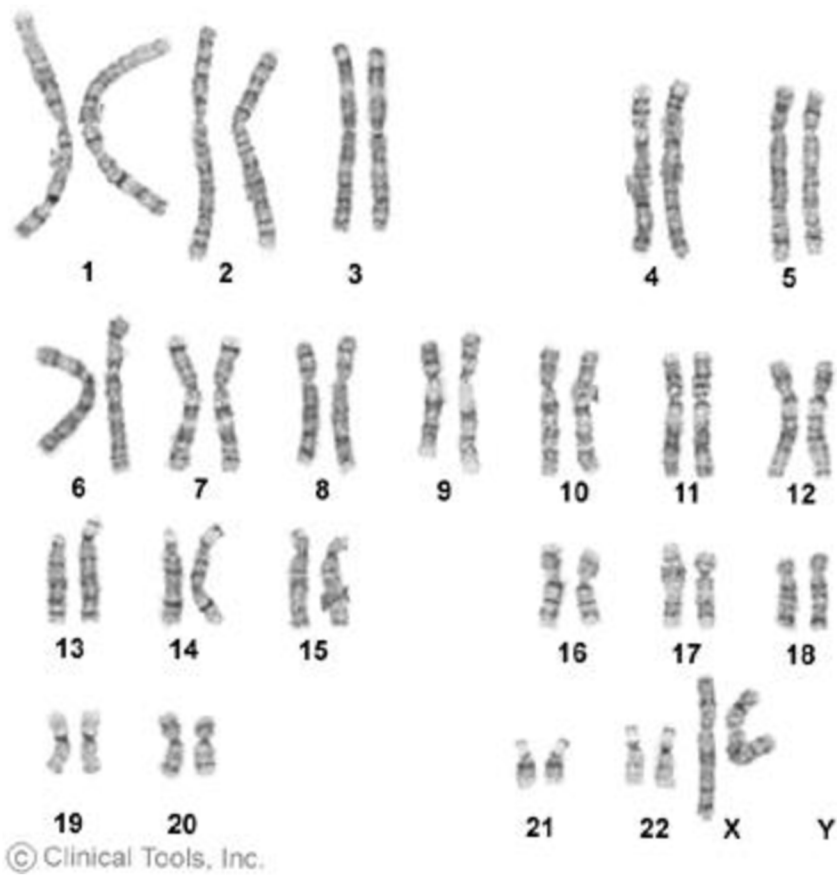
Syndromy

Na obrázcích 1 – 4 vidíte karyotypy (soubor všech chromozomů člověka) člověka s Patauovým, Downovým, Edwardsovým syndromem a karyotyp zdravého člověka.

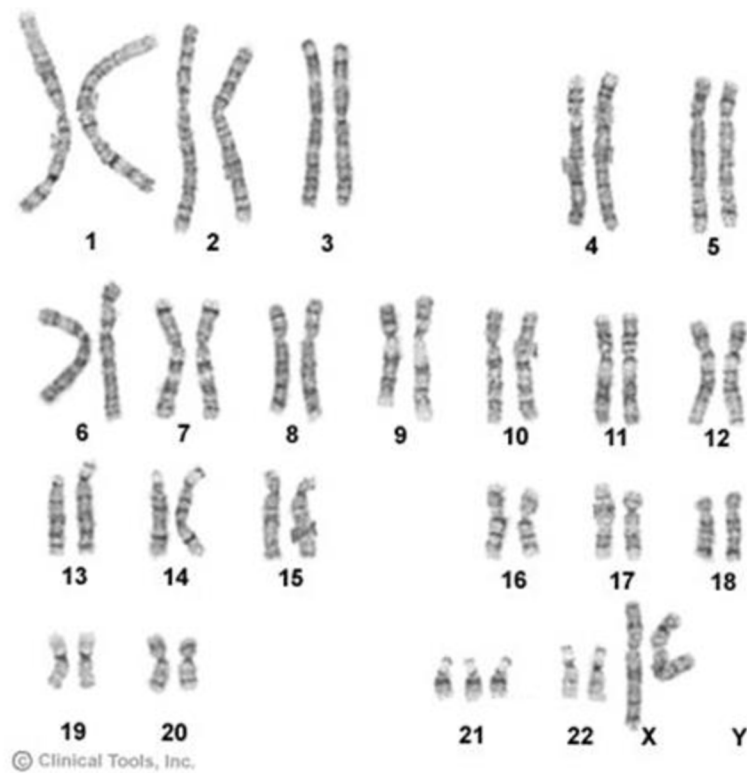
Zdravý člověk má 2 sady všech chromozomů. Uvedené syndromy jsou způsobené trisomií – ztrojením některého z chromozomů. U Downova syndromu se jedná o ztrojený chromozom 21, u Edwardsova o ztrojený chromozom 18 a u Patauova syndromu o trisomii chromozomu 13.

Napiš k následujícím karyotypům, o jakou z výše uvedených možností se jedná (zdravý člověk, Downův, Patauův, Edwardsův syndrom).

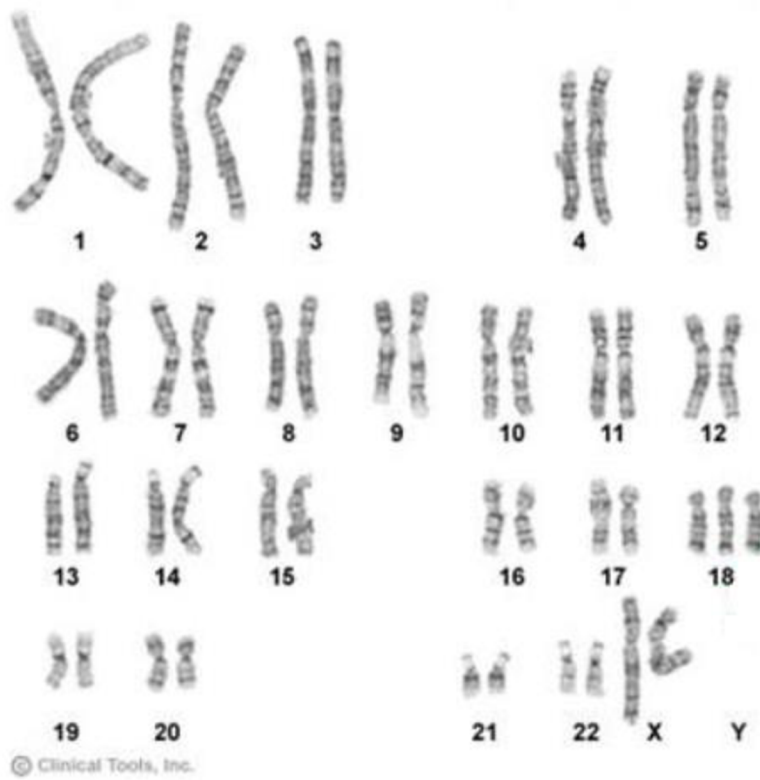
Obrázek č. 1 -



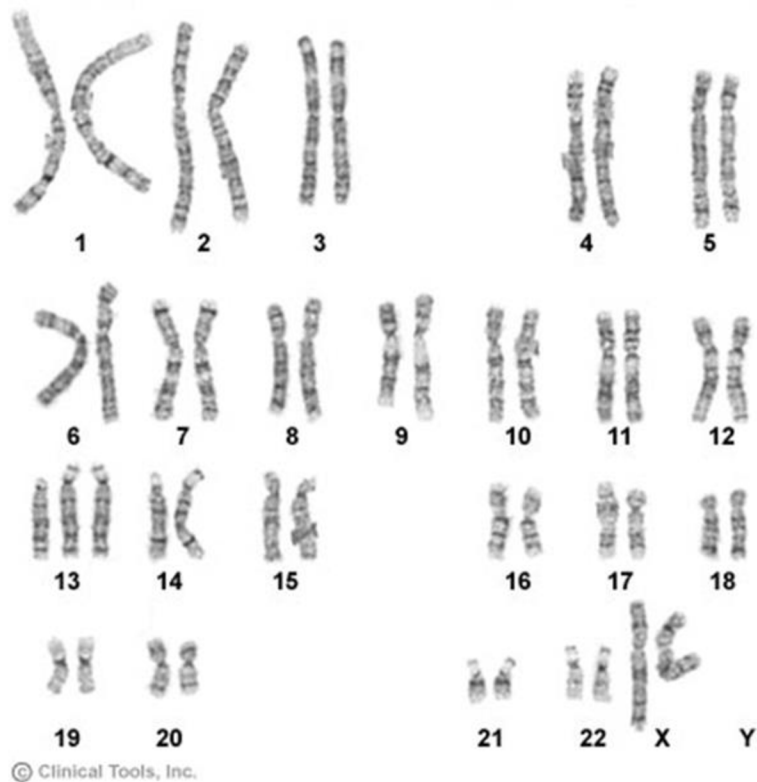
Obrázek č. 2 -



Obrázek č. 3 -



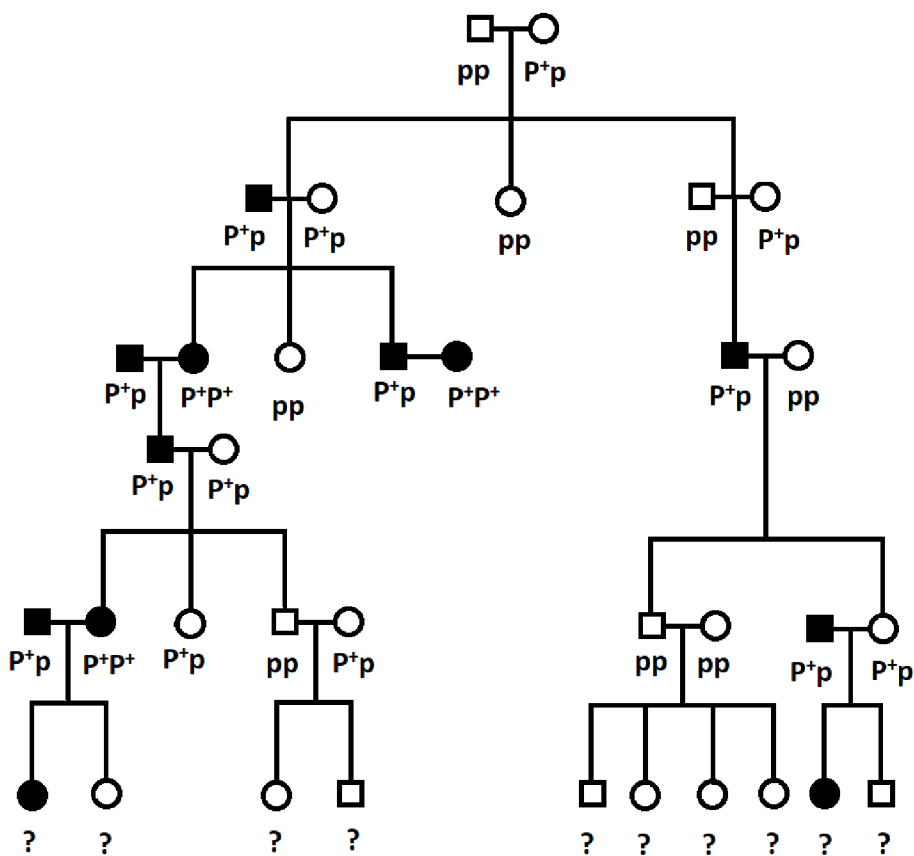
Obrázek č.4 -



Obrázky jsou převzaty z prezentace dostupné na: <https://slideplayer.cz/slide/3010704/>

- Co je autozom a co gonozom? Je plešatost vázaná na autozom nebo gonozom?

- Dále doplň alely k jednotlivcům, kde jsou otazníky, a všechny možné kombinace alel jejich rodičů zapiš do čtverce.



- ... muž s vlasy
- ... žena s vlasy
- ... plešatý muž
- ... plešatá žena

Jméno a příjmení:

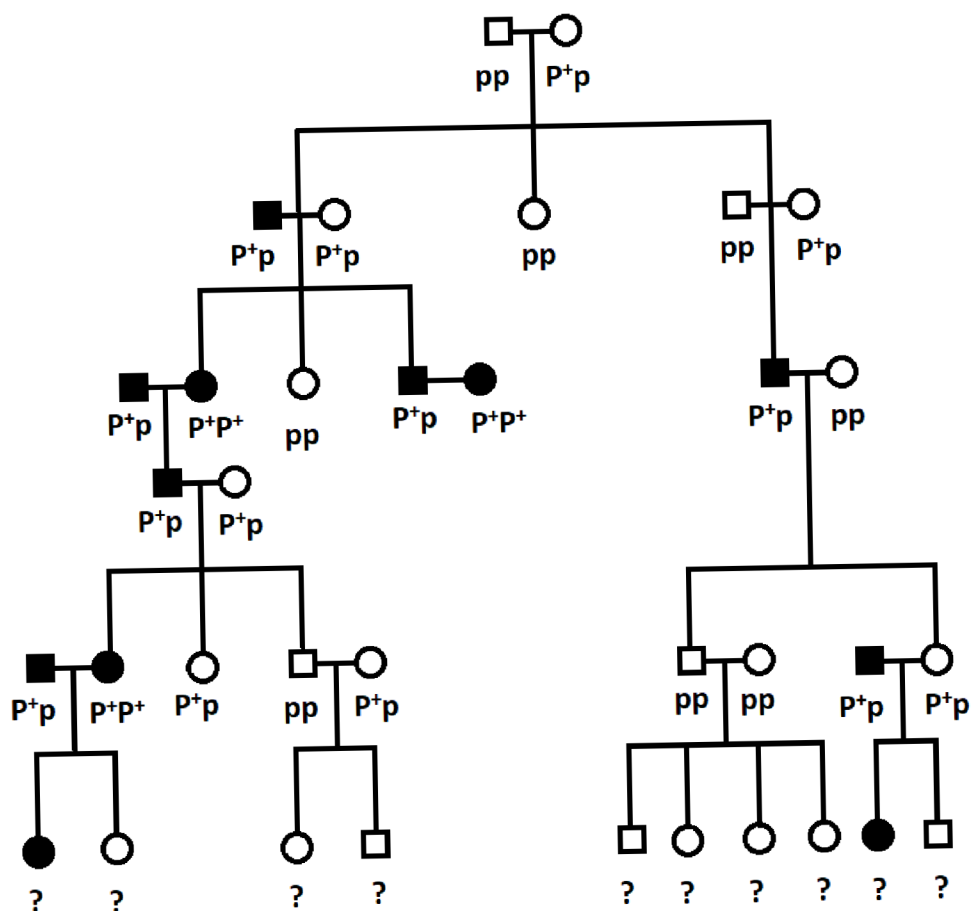
Třída:

Dědičnost plešatosti

Plešatost se dědí jako spousta dalších genů – 1 alela od matky, 1 alela od otce. A fungují zde Mendlovy zákony pro přenos alel. Její projev je však ovlivněn i pohlavím, u mužů je heterozygót plešatý, zatím co heterozygotní žena vlasy má. Jedná se o znak pohlavím ovlivněné.

Otázky zkus zodpovědět s použitím následujícího rodokmenu.

- Projev plešatosti u heterozygota je závislý i na pohlaví. Jak bude vypadat dominantní a jak recesivní homozygóz?
- Gonozom je pohlavní chromozom, u člověka XX nebo XY. Autozom je nepohlavní chromozom. Je plešatost vázána na autozom nebo gonozom?
- Dále doplň alely k jednotlivcům, kde jsou otazníky (podle alel rodičů a projevu plešatosti), a všechny možné kombinace alel jejich rodičů zapiš do čtverce.



- ... muž s vlasy
- ... žena s vlasy
- ... plešatý muž
- ... plešatá žena

Jméno a příjmení:

Třída:

Octomilka

Kdo by neznal malé mušky, které se často objeví i v domácnosti, například u ovoce nebo u odpadků. Říká se jim všelijak, vinná, banánová, octová či ovocná muška – to vše je octomilka. V domácnosti se octomilky snažíme zbavit, naopak v genetice byla a stále je velmi využívána. Proto s ní dnes budeme pracovat i my. Pro zjednodušení a urychlení použijeme octomilky pouze na kartičkách.

Dostali jste 2 obálky, rozložte si je a roztřídte podle P (parentální generace), F1 (první filiální generace – potomci P) a F2 (druhá filiální generace – potomci F1 generace). Pořádně si je prohlédněte a zkuste se zamyslet nad následujícími úkoly.

1. Vysvětlete pojmy fenotyp a genotyp.

2. Dokážete podle rozložených obrázků určit, jaký je rozdíl ve vzhledu mezi samečkem a samičkou octomilky? Uveďte některé z hlavních rozdílů.

3. Na obrázku č. 3 vidíte octomilku, jak běžně vypadá. Na obrázku č. 4 proběhla mutace. Jak se mutace projeví na fenotypu i genotypu (jako nápovědu použijte kartičky z obálek)?

Obrázek č. 3



Obrázek č. 4



4. Zapište do tabulek počet octomilek, které mají stejný fenotypový projev.

Příklad 1A

	P generace		F1 generace		F2 generace	
	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel
samička						
sameček						

Příklad 1B

	P generace		F1 generace		F2 generace	
	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel
samička						
sameček						

5. Dokážete určit kombinace alel pro octomilku s křídly a bez křídel? Vypište je.

- S křídly:

- Bez křídel:

Jaká alela (dominantní nebo recesivní) určuje výsledný fenotypový projev?

6. V tabulce vidíte kombinaci alel rodičů, P generace, z příkladu 1A.

	w	w
W⁺	W⁺w	W⁺w
W⁺	W⁺w	W⁺w

- Zjistěte z tabulky, jakou kombinaci budou mít potomci F1 v příkladu 1A?

- Jaký znak řešíme? Bude znak přítomen u potomků z F1 generace?

- Zkuste udělat stejnou tabulku pro P2 generaci (rodiče těchto octomilek jsou z P1 generace).

Jméno a příjmení:

Třída:

Octomilka

Kdo by neznal malé mušky, které se často objeví i v domácnosti, například u ovoce nebo u odpadků. Říká se jim všelijak, vinná, banánová, octová či ovocná muška – to vše je octomilka. V domácnosti se octomilky snažíme zbavit, naopak v genetice byla a stále je velmi využívána. Proto s ní dnes budeme pracovat i my. Pro zjednodušení a urychlení použijeme octomilky pouze na kartičkách.

Dostali jste 2 obálky, rozložte si je a roztřídte podle P (parentální generace), F1 (první filiální generace – potomci P) a F2 (druhá filiální generace – potomci F1 generace).

Pořádně si je prohlédněte a zkuste se zamyslet nad následujícími úkoly.

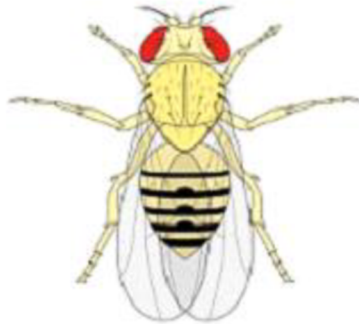
1. Vysvětlete pojmy:

genotyp –

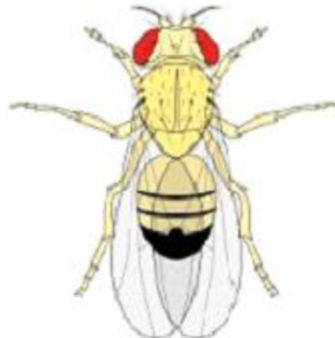
fenotyp -

2. Sameček a samička octomilky se liší vzhledem. Sameček má černý zakulacený zadeček, samička špičatý a celý proužkovaný. Na kterém obrázku je samička a na kterém je sameček?

Obrázek č. 1



Obrázek č. 2



3. Na obrázku č. 3 vidíte octomilku, jak běžně vypadá. Na obrázku č. 4 proběhla mutace. Jak se mutace projeví na fenotypu i genotypu (jako nápovědu použijte kartičky z obálek)?

Obrázek č. 3



Obrázek č. 4



4. Zapište do tabulek počet octomilek, které mají stejný fenotypový projev.

Příklad 1A

	P generace		F1 generace		F2 generace	
	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel
samička						
sameček						

Příklad 1B

	P generace		F1 generace		F2 generace	
	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel	s křídly	bez křídel
samička						
sameček						

5. Vypište kombinace alel pro octomilku s křídly a bez křídel, jestliže víte, že ztráta křídel je autozomálně recesivní dědičnost.

- S křídly:

- Bez křídel:

6. V tabulce vidíte kombinaci alel rodičů P generace, z příkladu 1A.

	w	w
W⁺	W⁺w	W⁺w
W⁺	W⁺w	W⁺w

- Zjistěte z tabulky, jakou kombinaci budou mít potomci F1 v příkladu 1A?

- Jaký znak řešíme? Bude znak přítomen u potomků z F1 generace?

- Zkuste udělat stejnou tabulku pro P2 generaci (rodiče těchto octomilek jsou z P1 generace).

	W⁺	w
W⁺		
w		