

# Miskoncepce v genetice: přehledová studie

**Jana Vlčková**

## **Abstrakt**

Studie se zabývá rešerší výzkumů týkajících se miskoncepce v genetice. Genetika je mladý a rychle se rozvíjející obor, avšak na druhou stranu je to obor plný abstraktních témat, která jsou těžká na pochopení. Miskoncepce jsou takové vysvětlení jevů a procesů, jenž nebývá vždy v souladu se současným vědeckým poznáním reality. Studie si klade za cíl podat přehledný text, který umožní orientaci v tomto tématu. Nalezené studie jsou porovnávány z hlediska cílů, výzkumných otázek, výzkumných nástrojů a používaných metod. Výsledky ukazují, že studie se často zaměřují na pochopení základních pojmů z genetiky. Cíle ve studiích jsou často nekonkrétní a nebývá uvedená zvolená analýza dat. Výsledky studií ukazují nekonzistentní chápání pojmů z genetiky, přeceňování možností, které genetika nabízí. Projevili se i vlivy místních tradic na porozumění genetice.

**Klíčová slova:** Miskoncepce, genetika, porozumění genetice, výuka genetiky, přehledová studie.

## **Misconceptions in Genetics: Review Study**

### **Abstract**

The presented text is a review study of researches dealing with misconceptions in genetics. Genetics is a new and developing field of science. On the other hand, it is a field full of abstract concepts that are difficult to understand. Misconceptions are such

explanations of phenomena and processes that are different from the current scientific knowledge. The examined studies are compared from the perspective of aims, research questions, research tools and methods. The results show that researches quite often focus on understanding of the basic genetic concepts. The aims of the researches are not concrete, and the data analyses are not described. The results of the researches show inconsistent understanding of genetics concepts and overestimating of possibilities offered by genetics. The influence of local culture is an important factor too.

**Key words:** Misconceptions, genetics, understanding of genetics, review study.

## Úvod

Jedním z rychle se vyvíjejících vědních oborů je genetika. Tato poměrně mladá disciplína biologie zažívá velký rozmach, dochází k rychlému rozvoji poznatků a rozšiřují se možnosti využití. O mnohých nových poznatcích z genetiky a jejich využití lidé slyší z různých zdrojů, jsou to hlavně masmédia, různé populární časopisy a podobně. Je však zřejmé, že takto získané poznatky nestačí pro orientaci v problematice. Genetika a s ní souvisejícími tématy jsou v různé míře součástí kurikul na různých stupních vzdělávání. Mezi nejobtížnější témata z oblasti biologie patří ta, která pracující s abstraktními pojmy (Cimer, 2012). V biologii se jedná o fyziologii rostlin živočichů, mikrobiologii a samozřejmě i genetiku. Někteří autoři poukazují na to, že genetika je jedním z nejobtížnějších témat jak pro studenty, tak pro učitele (Finley, Stewart, & Yarroch, 1982; Bahar, Johnstone & Hansell, 1999) a je výzvou nejen pro ně nýbrž i pro vědce.

Následující studie se zaměřuje na empirické studie v oblasti miskoncepce v genetice. Analýza je zaměřená na komparaci cílů empirických studií, používaných metod a srovnání dosavadních zjištění. Cílem studie je přispět k systematizaci a kategorizaci v oblasti miskoncepce se zaměřením na genetiku. Dále studie poukazuje na dosud málo prozkoumané oblasti tématu a ukazuje tak prostor pro další empirické studie.

## Teoretická východiska

Nosným pojmem pro tuto studii je termín miskoncepce (nebo též mylná představa). Termín „misconception“ je často užíván i v zahraničí. S tímto pojmem se spojuje řada dalších termínů, například dětské pojetí, prekoncept, naivní teorie dítěte a další. Terminologie je v této oblasti nejednotná, situaci komplikuje i překládání ze zahraničních zdrojů. Vzhledem k zaměření studie je nutné vysvětlit pojem miskoncepce. Toto pojmenování se vyskytuje jednak samostatně v souvislosti s chybnými žákovými představami a chybným pojetím učiva (Marmaroti & Galanopoulou, 2006), nebo je posuzováno

jako jedna z forem pojetí učiva žáky (Schneider & Ohadi, 1998). Miskoncepce jsou dle Průchy (2005) dětské vysvětlení jevů a procesů, jenž nebývá vždy v souladu se současným vědeckým poznáním reality, ale umožňují dětem orientovat se v realitě, která je obklopuje.

Termín miskoncepce se používá jako zastřešující pojem vyjadřující, že žáci (resp. studenti) mají představy, které jsou špatně chápány a často ustálené, široce rozšířené, odolné vůči odstranění a zasahují do procesu učení. Přirozenou perspektivou, která se zde nabízí, je myšlenka, že tyto nesprávné pojmy mohou být odstraněny (Gardner, 1991). Výzkum miskonceptů probíhá přes roky 1980 a 1990 stále dál a podává široké spektrum informací o podstatě porozumění studentů (Driver et al., 1985, 1994; Wandersee et al., 1994). Mnoho těchto realizovaných výzkumů se zabývalo podstatou rozdílů mezi chápáním pojmů u studentů a expertů.

Autoři Kubiátko a Prokop (2009) zdůrazňují, že miskoncepce jsou vytvářeny již v předškolním věku. Chyby vznikají z obrázků v knihách, z vyprávěných pohádek a dalších zdrojů, které dítě obklopují a jsou plné nesprávných informací. Podle Bahara (2003) mohou být miskoncepce získané před zahájením formálního vzdělávání ale mohou se začít objevovat až při jeho započítání. Bahar (2003) definuje miskoncepce jako specifickou interpretaci a význam studenta o dané věci, které není vědecky správná. Autor také uvádí důvody, proč používat právě termín miskoncepce. Jednak proto, že je to termín stále používaný mnoha autory, také je to stále termín populární pro veřejnost a v neposlední řadě tento pojem jasně vyjadřuje rozporuplnost se současným vědeckým poznáním.

## Metodika

### Cíle přehledové studie

Cílem této studie je nabídnout českému čtenáři strukturovaný pohled a kritické pojednání o problematice miskonceptů v genetice. Byly stanoveny následující výzkumné otázky:

1. Jaké cíle a výzkumné otázky si kladou empirické studie zaměřující se na miskoncepce v genetice?
2. Jaké výzkumné nástroje používají empirické studie zaměřující se na miskoncepce v genetice?
3. Jaké výsledky vyplývají z empirických studií?

### Postup výběru studií do přehledové studie

Pro tuto rešerši byl zvolen postup navržený Mongan-Rallis (2006). Tématem studie je přehled a srovnání výzkumných studií zaměřujících se na miskoncepce v genetice. Nejprve byla provedena identifikace studií k analýze. Tento krok zahrnoval volbu vhodných

databází a časopisů a zvolení klíčových slov pro vyhledávání v nich. Pro vyhledávání zahraničních relevantních empirických studií byla zvolena databáze Web of Science. Pro zmapování výzkumného pole v našich podmínkách byly zahrnuty časopisy *Orbis scholae*, *Pedagogická orientace*, *Pedagogika*, *Studia paedagogica* a *E-pedagogium*, které patří mezi pět významných pedagogických českých časopisů (Šedová, 2010). Při vyhledávání v databázi Web of Science byla zvolena následující kritéria:

- český nebo anglický jazyk
- vydání roku 1990 – 2016
- oblast vyhledávání: pedagogický výzkum
- vyhledávaná slova (viz níže).

Pro vyhledávání v databázi Web of Science byly zvoleny výrazy „misconception genetics education“ (nalezeno celkem 58 položek), „misconception genetics teaching“ (nalezeno celkem 51 položek) a „misconception genetics learning“ (nalezeno celkem 52 položek). Pro vyhledávání studií v českých časopisech byla použita následující klíčová slova: „miskoncepce genetika výuka“, „miskoncepce genetika vzdělávání“ a „miskoncepce genetika učení“. Také byl použit při vyhledávání vhodných položek alternativní termín mylné představy místo termínu miskoncepce. Bylo tak učiněno z důvodu rozdílnosti terminologie v českém prostředí a zahraniční literatury.

Pod klíčovými slovy pro české prostředí nebyly nalezeny žádné odpovídající položky. Dále byla provedena analýza těchto časopisů dle jednotlivých ročníků. Touto cestou však shodně s předchozím zjištěním nebyly nalezeny žádné vhodné položky.

Z celkových 161 nalezených položek vyhledaných v databázi Web of Science bylo na základě kontroly duplicity vyřazeno 85 položek. U zbylých 76 položek byla kontrolována následující kritéria:

- název studie odpovídá tématu
- abstrakt studie odpovídá tématu
- dostupnost studie

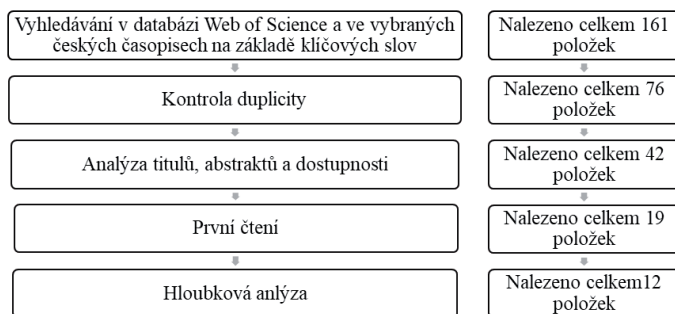
Po aplikaci výše zmíněných kritérií bylo vyřazeno 34 nalezených položek. U zbylých 42 textů proběhlo první čtení celých textů a byly dále podrobněji analyzovány s ohledem na následující kritéria:

- časopisecké studie empirického charakteru
- studie explicitně se zabývající miskoncepce v genetice

V tomto kroku bylo vyřazeno 23 nalezených výsledků. Dalším krokem byla analýza 19 vybraných textů. Na základě této analýzy byl počet studií vhodných pro rešerši snížen na konečný počet 12 studií. Proces výběru studií je znázorněn na obr. 1.

Obr. 1

Proces výběru konečného počtu studií do přehledové studie



Po získání konečného počtu studií k zařazení do této práce, byla provedena hloubková analýza nalezených studií dle stanovených výzkumných otázek. Během této fáze byla znovu ověřována správnost zařazení výzkumné studie do přehledové studie. S ohledem na výše položené výzkumné otázky byly u všech třinácti nalezených výzkumných studií sledovány jejich cíle a výzkumné otázky (1), výzkumné nástroje (2) a výsledky (3).

Studie v příloze č. 1 obsahuje tabulkové zpracování základních informací o vybraných studiích. Galvan (2006) zpracování do tabulek doporučuje především pro zpřehlednění základních termínů a pojmů, výzkumných metod a technik a výsledků výzkumů. Výše zmíněný autor doporučuje vytvořené tabulky použít jako hlavní podklad pro vytvoření samotné přehledové studie.

## Výsledky

Výsledková část obsahuje odpovědi na výzkumné otázky položené výše. Dále kapitola zahrnuje rozšiřující výsledky, které se zaměřují na další oblasti tohoto tématu a přispívají tak k lepší orientaci v dané problematice a ucelují obraz, který si čtenáři o tomto tématu vytvářejí.

### Jaké cíle a výzkumné otázky jsou sledovány?

Při zkoumání cílů a výzkumných otázek je možné najít několik trendů. Především je možné rozlišit studie, které explicitně a zcela konkrétně uvádějí cíle a výzkumné otázky (např. Karagöz a Çakir 2011; Kibuka-Sebitosi, 2007; Smith, Knight, 2012). Druhá skupina studií má sice stanovený cíl účel avšak nekonkrétně, nejasně a v obecné rovině (např. Kim, 2010; Klitzman, 2010; Lewis, Kattmann, 2004, Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas, 2006, Shaw, Horne, Zhang a Boughman, 2013; Smith, Williams, 2007, Smith, Wood a Knight,

2008). U poslední skupiny studií čtenář musí cíle a výzkumné otázky vyvozovat z různých částí textu, protože cíl ani výzkumné otázky nejsou nikde explicitně zmíněny. Zde může být pro čtenáře problematické zařadit studii a jsou možné různé interpretace cílů těchto studií podle konkrétního čtenáře. O ověřování naplnění cílů nebo o hledání odpovědí na výzkumné otázky pak nelze ani hovořit (např. Abraham, Perez a Price, 2014; Lewis, Leach a Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad, Stavy, 2000).

Svým záměrem se většina studií věnuje porozumění genetickým pojmům (např. Karagöz a Çakir 2011; Kibuka-Sebitosi, 2007; Kim, 2010; Klitzman, 2010; Lewis, Kattmann, 2004, Lewis, Leach a Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad, Stavy, 2000, Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas, 2006, Smith, Williams, 2007). Existují však studie, které mají sice jiný cíl, avšak jako vedlejší kroky zjišťují miskoncepce v genetice stejně tak, jako studie uvedené výše. Jedná se o studii Abraham, Perez a Price (2014), kde autoři vytvářeli výzkumný nástroj na zjišťování porozumění pojmu dominance a s ním spojeným termínům. Při procesu tvorby výzkumného nástroje autoři zkoumali miskoncepce v této oblasti. Také Smith, Wood a Knight (2008) tvořili výzkumný nástroj na zjišťování pochopení základních genetických pojmů. Ve své studii při ověřování výzkumného nástroje zjišťovali miskoncepce v genetice. Dále Shaw, Horne, Zhang a Boughman (2013) vytvářeli celé kategorie miskoncepce, přičemž zjišťovali konkrétní dílčí miskoncepce.

### **Jaké výzkumné nástroje používají empirické studie?**

Jako nejčastější metoda používaná při zjišťování miskoncepce v genetice se ukázal dotazník. Dotazníky jsou používány jak s otevřenými otázkami (např. Kibuka-Sebitosi, 2007; Marbach-Ad, Stavy, 2000), tak s otázkami s výběrem možností (např. Smith, Knight, 2012, Smith, Wood a Knight, 2008). Byly použity i dotazníky s kombinací otevřených otázek a otázek s více možnostmi odpovědí (např. Lewis, Leach a Wood-Robinson, 2000, Abraham, Perez a Price, 2014). Dotazník je častou a oblíbenou metodou pro výzkum vzhledem k dostupnosti velkého množství respondentů a tím i dat. Výhodou je i snazší administrace výzkumného nástroje. Některé studie k dotazníku přidávají i rozhovory (konkrétně Karagöz a Çakir 2011; Kibuka-Sebitosi, 2007; Kim, 2010; Lewis, Kattmann, 2004, Lewis, Leach a Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad, Stavy, 2000; Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas, 2006 a Smith, Williams, 2007). Tento přístup se jeví jako vhodný vzhledem k tomu, že rozhovory upřesňují a doplňují informace získané z dotazníků. Výzkumníci tak mohou pracovat s vyšším počtem respondentů a získat větší množství dat. Na druhou stranu mohou získaná data z dotazníkového šetření prohloubit pomocí rozhovorů a nezůstávat tak pouze na povrchu při vyslovování svých zjištění.

Spíše ojediněle jsou jako výzkumný nástroj zařazovány jiné výzkumné nástroje nežli dotazník nebo rozhovor. Shaw, Horne, Zhang a Boughman (2013) publikovali výzkum používající eseje jako zdroj informací o porozumění a pochopení genetických pojmů. Tato metoda je však velmi náročná na analýzu získaných dat a tím i na personální zajištění výzkumu. Data, která však nabízí, jsou podrobná a jdou do hloubky podstaty věci.

## Jaké výsledky vyplývají z empirických studií?

Výzkumy zabývající se zjišťováním miskoncepce v genetice ukazují, že žáci a studenti mají nekonzistentní znalosti v této problematice. Jejich vědomosti tvoří především definice či vysvětlení pojmů a porozumění vztahům či souvislostem mezi nimi je velmi slabé (Abraham, Perez a Price, 2014; Lewis, Kattmann 2000a; Lewis, Leach a Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad a Stavy, 2000; Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas, 2006; Shaw, Horne, Zhang a Boughman, 2013). Výsledky Kimovi práce (2010) práce ukazují, že i učebnice prezentují pojmy jednotlivě bez vzájemných vazeb, což může být jedním z faktorů ovlivňující chápání genetických pojmů. Problematické je podle dosavadních výzkumů i porozumění základním pojmům týkající se genetiky (např. alela, DNA, gen, chromozom) (Abraham, Perez a Price, 2014; Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas, 2006).

Velmi časté je špatné porozumění genetické informaci. Studenti se domnívají, že buňky v jednom jedinci mají různou genetickou informaci podle typu nebo funkce (Kim, 2010; Lewis, Leach, Wood-Robinson, 2000a; Smith, Knight, 2012). Výzkum Shaw, Horne, Zhang a Boughman (2013) dokonce ukázal, že studenti si mysleli, že nižší organismy jako bakterie nebo houby nemají genetickou informaci. Nejednoznačné je i chápání genetických aspektů pohlavních buněk (Kim, 2010; Lewis, Leach, Wood-Robinson, 2000a). Mezi důvody pro tyto miskoncepce může patřit i fakt, že studentům je nejpodrobněji předkládána mendelovská genetika, která však platí v běžném životě jen velmi málo. Shaw, Horne, Zhang a Boughman (2013) doporučuje se zaměřovat na téma nemendelovské dědičnosti a polygenetickou dědičnost. Dalšími důvody může být i to, že gen je často vnímán jako pasivní jednotka, která se předává z rodičů na dítě a ovlivňuje pouze fyzické znaky nikoliv osobnostní vlastnosti či nemoci (Smith, Williams, 2007). Tato nepřesná a mlhavá porozumění základním pojmům, pak neumožňují žákům a studentům plně pochopit genetiku v celé její šíři.

Objevují se také neadekvátní očekávání vzhledem k současným možnostem využití genetiky a přemrštěná očekávání od výzkumu v genetice. Někteří studenti popsovali genetické technologie jako schopné zabránit přenosu genetického onemocnění (Shaw, Horne, Zhang a Boughman, 2013). Podobně Klitzam (2010) zjistil, že studenti u genetických testů věří ve větší schopnost předpovídat, než ve skutečnosti mají nebo mylně domnívali, že genetika může nalézt jasné vysvětlení pro nějaký komplex chování (např. drogová závislost, alkoholismus).

Pro zlepšení této situace se v analyzovaných studiích objevuje řada doporučení. Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas (2006) doporučují zvýšit aktivitu studentů během výuky například používáním různých technických pomůcek, modelů a pracovních listů, pojmových map ukazujících vztahy mezi pojmy, aktivit založených na manuální práci rukama a kreslení. Kim (2010) navrhuje větší množství praktických cvičení, modelů, animací a více času na výuku (a tedy i pochopení) genetiky. Důležité je podle tohoto autora i zjišťování prekoncepce a osobních zkušeností (a z nich vyvozených koncepcí) ještě před zahájením výuky genetiky.

Vznik a zachovávání mylných představ naopak podporuje vliv lokálního smýšlení a místních tradic, kterým jsou studenti vystaveni od útlého věku a které ztěžují pochopení vědeckých představ (Kubu). Vzdělávání, které se snaží bojovat proti vzniku a přetrvávání mylných představ, ale může být zastíráno iracionálními faktory (přáními apod.) nebo emocionalitou (zde se projevuje vliv popření, naděje a vyplývá i z kulturního a sociálního a celospolečenského přesvědčení). Významný vliv má i role sociálního kontextu (Klitzman, 2010).

### Další rozšiřující výsledky

Jednou z dalších oblastí, která byla v rámci této studie zkoumána, byly použité metody a analýza dat. Dle tohoto kritéria můžeme studie rozdělit do několika skupin. První skupina zahrnuje studie, které jasně a podrobně popisují použité metody a analýzu dat. Mezi ně patří následující studie. Klitzman (2010), který použil prvky zakotvené teorie, které adaptoval pro svou studii. Autor podrobně popisuje ve své studii, jakým způsobem byla data analyzována a jak při tom bylo postupováno. Smith a Williams (2007) pro analýzu svých polostrukturovaných dotazníků a rozhovorů použili obsahovou analýzu k vytvoření kódujícího schéma. Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas (2006) písemné odpovědi ve svém výzkumném nástroji pomocí pětistupňové škály od zcela nerozumí, až po rozumí plně. Část, kde respondenti kreslili, autoři analyzovali pomocí další, tentokrát osmistupňové škály (od nenamalovalo nic až po tři kresby jsou v pořádku). Zjištěné odpovědi poté byly kategorizovány. Marbach-Ad, Stavy (2000) popisuje analýzu dat pomocí tvorby kategorií miskoncepce a jejich rozřazování do nich. Další skupina studií popisuje především postup při výzkumu, ale chybí podrobný popis analýzy dat. Mezi tyto studie patří následující. Shaw, Horne, Zhang a Boughman (2013) analyzovaly eseje, které nejprve kontrolovali, zda splňují všechna kritéria pro zařazení do hlubší analýzy a poté vždy minimálně tři hodnotitelé hloubkově četli vybrané eseje a vyhledávali v nich miskoncepce, které poté zatřídili. Smith, Wood a Knight (2008) vytvořili tzv. GCA (Genetics Concept Assessment), což je test obsahující 25 otázek s možností více odpovědí a je vytvořený tak, aby byl co nejvíce srozumitelný. Tento test byl poté ověřován. Karagöz a Çakir (2011) v první části výzkumu používali test, který vyhodnocovali jako špatná nebo vynechaná odpověď kód nula a správná odpověď kód 1. Kim (2010) pro analýzu polootevřených otázek použil pětistupňovou škálu od plně rozumí, až po bez porozumění. Poslední skupina zahrnuje studie, které popisují postup výzkumu, ale analýza dat je popsána minimálně. Sem je zahrnuta studie Kibuka-Sebitosi (2007), kteří ve svém výzkumu používá celkem 5 výzkumných metod. Ve studii jsou tyto metody popsány, není však zcela zřejmé, jakým způsobem byla získaná data analyzována. Lewis, Leach a Wood-Robinson (2000) také nepopisují analýzu dat příliš podrobně a práce obsahuje pouze postup výzkumu. Studie Lewis, Kattmann (2004) používá řadu výzkumných metod a zřejmě tím vznikla situace, že jejich analýza není dostatečně podrobně popsána.



## Shrnutí poznatků a diskuze

Téma miskoncepce má v pedagogickém výzkumu své nedílné místo. V užším záběru se zaměřením na genetiku však v České republice takovéto výzkumy nenacházíme. V zahraničí je již téma více prozkoumané. Svými cíli, výzkumnými nástroji, metodami a výsledky se jednotlivé studie liší.

Při rešerši byly nalezeny studie, kterým chybí explicitně definované cíle nebo výzkumné otázky. Poté je problematictější pro čtenáře orientovat se v zaměření studie a jejím celkovém účelu a je těžké určit, zda byl cíl naplněn. U vágně stanoveného cíle není možné jasně ověřit, zda byl naplněn či nebyl. Podobně pak, pokud nejsou stanoveny výzkumné otázky, není jasné směřování výzkumu a komplikuje se i prezentace výsledků a závěrů výzkumu.

Obecně lze z výzkumů vyzorovat snahu o nalezení konkrétních problémů při porozumění genetickým pojmům a nalézt způsoby, jak je eliminovat nebo zabráňovat jejich vzniku. Nejčastěji je zkoumáno pochopení základních genetických pojmů (např. DNA, gen, chromozom). Chápání dalších složitějších a navazujících pojmů je spíše výjimečné. Pravděpodobně z toho důvodu, že pokud ani základní genetické pojmy nejsou chápány správně, pak zkoumání těch problematictějších se jeví jako zatím nevhodné.

Publikované studie jen zřídka obsahují v příloze celý výzkumný nástroj. O to je potom těžší pro čtenáře udělat si přesný obrázek o výzkumu. Některé studie obsahují části svých výzkumných nástrojů, což naopak alespoň částečně pomáhá vykreslit představu o daném výzkumu. Sem patří například studie Kibuka-Sebitosi, 2007, kde autoři uvádějí případové studie, ale již ve studii chybí dotazník nebo otázky k rozhovoru. Jiné však neobsahují ani ukázky z výzkumného nástroje (např. Abraham, Perez a Price, 2014; Karagöz a Çakir 2011; Kim, 2010; Klitzman, 2010; Lewis, Kattmann, 2004). Naopak Lewis, Leach & Wood-Robinson (2000) v příloze studie nechybí celý výzkumný nástroj, což vede k jasné představě, jak byl výzkum realizován a jak vznikaly výsledky a další závěry.

Významné jsou studie, které nejen prezentují zjištěné výsledky, ale na jejich základě vyvozují konkrétní doporučení pro praxi a výuku. Propojení teorie do praxe však není jednoduché, cesty k tomuto mohou být dlouhé a nemusí dojít do kýženého cíle. I tak se někteří autoři pokoušejí s doporučeními přijít. Jsou jimi například Saka, Cerrah, Akdeniz a Ayas (2006) a Kim (2010).

## Závěr

Výzkum miskoncepce v genetice je problematický vzhledem k rozsáhlosti tématu. Významným aspektem genetiky je i provázanost jednotlivých pojmů a další provázanost s jinými obory, čímž se pochopení celého mechanismu fungování procesů v genetice a chápání jednotlivých pojmů velmi ztěžuje. Studie jsou nuceny se zabývat jen úzkou

částí z této složité problematiky, což vede k dílčím zjištěním. Ověření celkového porozumění je nemyslitelné.

Další výzkumy zaměřující se na dílčí části genetiky mohou postupně dohromady přispět k porozumění tomu, co je při studiu genetiky tak náročné a těžko pochopitelné. Znalost tohoto pak může vést ke hledání lepších cest při výuce genetiky. Také učitelé mohou čerpat z výzkumných studií, které hledají miskoncepce žáků a studentů. Pokud učitelé budou znát miskoncepce, které se nejčastji vyskytují u žáků a studentů, mohou pak tomuto přizpůsobit svou výuku (a přípravu na výuku). Což může potažmo vést i k vyšší efektivitě výuky.

## Literatura

- Abraham, J. K., Perez, K. E., & Price, R. M. (2014). The Dominance Concept Inventory: A Tool for Assessing Undergraduate Student Alternative Conceptions about Dominance in Mendelian and Population Genetics. *CBE- Life Sciences Education*, 13(2), 349–358.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in Biology Education and Conceptual Change Strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55–64.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84–86.
- Cimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71.
- Driver, R., Guesnes, E. & Tiberghien, A. (eds.) (1985). *Childrens' Ideas in Science*, Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*, vol. 4, London: Routledge.
- Finley, F. N., Stewart, J. & Yaroch, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66(4), 531–538.
- Galvan, J. (2006). Writing literature reviews: a guide for students of the behavioral science. In Mongan-Rallis, H. *Guidelines for writing a literature review*. Duluth: University of Minnesota. Dostupné z <http://www.duluth.umn.edu/~hrallis/guides/researching/litreview.html>
- Gardner H., G. (1991). *The Unschooled Mind*, New York: Basic.
- Karagöz, M. & Çakır, M. (2011). Problem Solving in Genetics: Conceptual and Procedural Difficulties. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 11(3), 1668–1674.
- Kibuka-Sebitosi E. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 4(2), 56–61.
- Kim, D. R. (2010). High School Students' Understanding of Genetics Concepts and Their Difficulties in Learning Genetics. *Korean Journal of Teacher Education*, 26(5), 17–42.
- Klitzman, R. L. (2010). Misunderstandings Concerning Genetics Among Patients Confronting Genetic Disease. *Journal of Genetics Counseling*, 19(5), 430–446.
- Kubiakto, M. & Prokop, P. (2009). Pupils' Understanding of Mammals: an Investigation of the Cognitive Dimension of Misconceptions. *Orbis Scholae*, 3(2), 97–112.
- Lewis, J. & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195–206.
- Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? — young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74–79.

- Marbach-Ad, G. & Stavy, R. (2000). Student's cellular and molecular explanations of genetic phenomena, *Journal of Biological Education*, 34(4), 200–205.
- Marmaroti, P. & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' Understanding of Photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383–403.
- Mills-Shaw, K. R., Van Horne, K., Zhang, H. & Boughman, J. (2008). Essay Contest Reveals Misconceptions of High School Students in Genetics Content. *Genetics*, 178(3), 1157–1168.
- Mongan-Rallis, H. (2006). Guidelines for writing a literature review. Duluth: University of Minnesota. Dostupné z <http://www.duluth.umn.edu/~hrallis/guides/researching/litreview.html>
- Průcha, J. (2005). *Moderní pedagogika*. Praha: Portál.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, R. & Ayas, A. (2006). A Cross-Age Study of the Understanding of Three Genetic Concepts: How Do They Image the Gene, DNA and Chromosome? *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 192–202.
- Schneider, I. & Ohadi, M. M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity. *Science Education*, 82(2), 265–284.
- Smith, L. A. & Williams, J. M. (2007). "It's the X and Y Thing": Cross-sectional and Longitudinal Changes in Children's Understanding of Genes. *Research in Science Education*, 37(4), 407–422.
- Smith, M. Ch., Wood, W. B. & Knight, J. K. (2008). The Genetics Concept Assessment: A New Concept Inventory for Gauging Student Understanding of Genetics. *Life Sciences Education*, 7, 422–430.
- Smith, M. K. & Knight, J. K. (2012). Using the Genetics Concept Assessment to Document Persistent Conceptual Difficulties in Undergraduate Genetics Courses. *Genetic*, 191(1), 21–32.
- Šedlová, K. (2010). Jaký je současný stav českých pedagogických časopisů? *Pedagogika.sk*, 1(3), 239–243.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In: *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, ed. DL Gabel, New York: MacMillan, 177–210.

**Kontakt:**

Mgr. Jana Vlčková  
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity  
Poříčí 7, 603 00 Brno  
E-mail: 252511@mail.muni.cz

**Příloha č. 1:****Shrnující tabulka**

Autor/autoři	Rok vydání	Země	Stupeň vzdělávání	Počet respondentů	Výzkumný nástroj	Specifikum výzkumu
Mills-Shaw, Horne, Zhang a Boughman	2013	USA	Střední škola	2443 žáků	2443 esejí, 500 hloubkově čteno	kategorie miskoncepí v genetice
Saka, Cerrah, Akdeniz, Ayas,	2006	Turecko	Střední škola, vysoká škola (ve věkových skupinách 14–15, 16–17, 18–19)	175 žáků a studentů z různých ročníků a budoucí učitelé biologie a přírodních věd	dotazník	porozumění základním genetickým pojmům a jejich propojení
Smith, Wood a Knight	2008	USA	Vysoká škola	přibližně 600 studentů test, rozhovor s 33 studenty	test s otázkami s výběrem odpovědí (pre a post test), rozhovor	vytvoření výzkumného nástroje na zjišťování pochopení základních genetických pojmů
Karagöz a Çakir	2011	Turecko	Vysoká škola	70 budoucích učitelů, rozhovor s 6 respondenty	případová studie, test, polostrukturovaný rozhovor	problémové učení v genetice
Smith a Knight	2012	USA	Vysoká škola	751 studentů	test s otázkami s výběrem odpovědí (pre a post test)	identifikace problematických pojmů v genetice
Ester Kibuka-Sebitosi	2007	Severní Afrika	Střední škola	15 učitelů, 100 jejich žáků	Dotazník s otevřenými otázkami, případové studie z genetiky, konceptuální mapy, rozhovor a skupinové diskuze	Zjistit představy a názory na mendelovskou dědičnost a genetické pojmy (chromosom, DNA, gen), Jakým mýtům o mendelovské dědičnosti jsou žáci vystaveni? Jaké jsou zdroje studentských představ studentů?
Robert L. Klitzman	2010	USA	Pacienti	64 lidí trpících genetickým onemocněním	Interview podle zakotvené teorie	Zjistit možné nepochopení týkající se genetiky u pacientů a zjistit proč mohou přetrvávat.
Kim, dong ryeul	2010	Korea	Střední škola	152 žáků (chlapců)	Dotazník s otevřenými otázkami, polostrukturovaný rozhovor	Porozumění studentů středních škol základním genetickým pojmům? Jaké

Autor/autoři	Rok vydání	Země	Stupeň vzdělávání	Počet respondentů	Výzkumný nástroj	Specifikum výzkumu
Lesley A. Smith, Joanne M. Williams	2007	Velká Británie	4 věkové kohorty (4–5 let, 7–8 let, 10–11 let, 14–15 let)	Longitudinální studie, 182 respondentů na začátku, 164 na konci	Dotazník s 15 uzavřenými otázkami, polostrukturovaný rozhovor	Porozumění základním genetickým pojmům
Lewis, Leach, Robinson	2000	Velká Británie	14–16 let	482 studentů	Dotazník, rozhovor	Chápání a porozumění pojmu gen
Marbach-Ad, Stavy	2000	Izrael	Střední škola, vysoká škola	264 žáků, 41 studentů a 26 budoucích učitelů biologie	Dotazník, rozhovor	Porozumění základním genetickým pojmům
Lewis, Kattmann	2004	Německo, Velká Británie	Střední škola	10 žáků na rozhovor, 482 žáků na dotazník	Na problém zaměřený rozhovor, dotazník, rozhovory v malých skupinách	Porozumění základním genetickým pojmům

*Tento text byl zpracován v rámci projektu MUNI/A/0985/2015 Školní vzdělávání: Výzkum učebních podmínek, výukových metod, didaktických prostředků a kurikula*