

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra experimentální biologie rostlin**

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Učitelství biologie a chemie pro střední školy



**Bc. Julie Andrová**

## **TRANSGENNÍ PLODINY A TŘETÍ SVĚT - AKTUALIZACE STŘEDOŠKOLSKÉHO STUDIA BIOLOGIE**

**TRANSGENIC CROPS AND THE THIRD WORLD - UPDATING THE BIOLOGY  
CURRICULUM IN SECONDARY EDUCATION**

**Diplomová práce**

Školitel: Prof. RNDr. Zdeněk Opatrný, CSc.  
Konzultantka: Doc. RNDr. Věra Čížková, CSc.

Praha, 2013

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 15. 8. 2013

Podpis:

**Poděkování:**

Srdečně děkuji svému školiteli prof. RNDr. Zdeňkovi Opatrnému, CSc. za odborné vedení a trpělivost a také své konzultantce doc. RNDr. Věře Čížkové, CSc. za cenné rady a velkou pomoc při psaní své diplomové práce.

## Abstrakt

Problematika transgenních plodin a jejich využití v zeních třetího světa je ve středoškolské výuce většinou opomíjena. Jelikož se jedná o zajímavé téma, které získává celosvětově stále větší význam, své místo ve středoškolské výuce by si zasloužilo. Informace týkající se tohoto tématu však není nutné předkládat žákům pouze v textové podobě, lze využít takové metody výuky, v rámci kterých žáci samostatně aktivně získávají informace a jsou nuceni nad nimi přemýšlet.

V rámci diplomové práce byl vytvořen text pro učitele, který by mohl sloužit jako zdroj informací při přípravě na vyučovací jednotku týkající se tohoto tématu a didaktický test pro žáky, jehož součástí jsou úlohy inspirované projektem PISA. K jejich správnému vyřešení je třeba, aby žák aktivně získával informace z textů, které jsou součástí úloh, a zároveň nad nimi přemýšlel.

Test sestával ze třech tematických okruhů (Transgenní rostliny, Zlatá rýže, Očkování a jedlé vakcíny) a celkem 16 otázek (31 včetně podotázek). Byl ověřován na vzorku 82 žáků ve věku 16 až 19 let, kteří byli celkem ze čtyř tříd na čtyřech různých gymnáziích. Žáci zaznamenávali své odpovědi do záznamového listu, jehož součástí byly i doplňující otázky, prostřednictvím kterých byly zjišťovány názory a postoje žáků vůči textům a otázkám, které byly součástí testu. Vyučujícím byl zadán dotazník zjišťující předpokládanou průměrnou úspěšnost jejich žáků při řešení jednotlivých otázek.

Výsledky žáků v testu byly statisticky zpracovány a určena tak celková průměrná úspěšnost žáků v testu i průměrná úspěšnost žáků při řešení jednotlivých otázek, kterou vyučující na jednotlivých školách správně odhadly ani ne u poloviny otázek (včetně podotázek). Závislost mezi průměrnou úspěšností žáků při řešení jednotlivých otázek a jejich subjektivním hodnocením obtížnosti otázek nebyla prokázána. Při řešení otázek museli žáci uplatňovat specifické dovednosti. S nejvyšší průměrnou úspěšností řešili žáci otázky, kde uplatňovali dovednost „shromažďovat informace z textových materiálů“. Informace obsažené v textech jednotlivých souborů úloh byly pro žáky nové a zároveň jim připadaly zajímavé.

**Klíčová slova:** transgenní plodiny, třetí svět, středoškolská výuka, test, PISA, zlatá rýže, jedlé vakcíny, průměrná úspěšnost, dovednosti

## Abstract

The issue of transgenic crops and the third world is mostly neglected in secondary education. In view of the fact that it is an interesting topic that gains greater importance worldwide, it would deserve the place in secondary education. It is not necessary to submit information about this topic only in the text form to students but teaching methods that force the students to gain information actively, can be used.

Text for teachers was created in diploma thesis. The text could serve as a source of information for teachers in preparing for the lesson about this topic. Then test for students was created. The test consists of tasks that are inspired by the PISA. Students have to gain information actively from the texts in the tasks to solve the tasks correctly.

The test consists of three thematic areas (transgenic crops, golden rice, vaccination and edible vaccines) and 16 questions (31 including the sub-questions). The test was verified on a sample of 82 grammar school students at the age of 16 to 19 years. The students were of the four classes in four grammar schools. The students recorded their answers in a data sheet. The data sheet included additional questions that sought the views and attitudes of students towards texts and questions in the test. The teachers completed the questionnaire. The teachers filled in the questionnaire the average success rate that they expected for each question.

The results of students in the test were statistically processed. The total average success rate of students in the test was calculated. The average success rate of students was calculated for each question too. The teachers correctly estimated average success rate at less than half of the questions (including the sub-questions). The dependence wasn't demonstrated between average success rate for each question and subjective evaluation of difficulty for each question. The students had to use specific skills when answering the questions in the test. The highest average success rate was in questions with skill "collect information from text materials". Information in texts contained in the test was new and interesting for students.

**Key words:** transgenic crops, third world, secondary education, test, PISA, golden rice, edible vaccines, average success rate, skills

# Obsah

Abstrakt.....	4
Abstract.....	5
Obsah .....	6
Seznam použitých zkratk .....	8
1. Úvod.....	9
2. Teoretická východiska .....	11
2.1. Transgenní plodiny .....	11
2.1.1. Historie.....	11
2.1.2. Příprava transgenních rostlin .....	12
2.1.3. Transgenní rostliny tolerantní vůči herbicidům (HT).....	14
2.1.4. Transgenní rostliny rezistentní vůči hmyzím škůdcům (IR) .....	14
2.1.5. Problémy rozvojových zemí .....	14
2.1.6. Transgenní plodiny ve světě .....	17
2.1.7. Transgenní plodiny v rozvojových zemích.....	18
2.1.8. Zlatá rýže .....	20
2.1.9. Jedlé vakcíny.....	21
2.1.10. Opozice vůči transgenním plodinám .....	22
2.2. Tematika transgenních plodin v kurikulárních dokumentech.....	24
2.3. Mezinárodní výzkum PISA .....	25
2.3.1. Oblast přírodních věd.....	28
3. Metodika .....	35
3.1. Text pro učitele .....	35
3.2. Příprava materiálů pro výzkum.....	35
3.2.1. Test.....	35
3.2.2. Záznamový list.....	36
3.2.3. Dotazník pro učitele.....	36
3.3. Ověřování materiálů .....	36
3.4. Hodnocení testu .....	37
3.5. Statistická analýza.....	37
3.6. Zpracování výsledků.....	40
4. Výsledky .....	42
4.1. Text pro učitele .....	42
4.2. Vlastnosti testu.....	42
4.3. Položková analýza testu.....	46
4.4. Postoje žáků .....	55
5. Diskuze .....	56

5.1. Diskuze metodiky .....	56
5.2. Diskuze výsledků testu .....	56
5.3. Možnost využití materiálů v praxi .....	58
6. Závěr .....	59
7. Seznam použité literatury .....	60
8. Přílohy.....	64
8.1. Příloha 1 - Test.....	65
8.2. Příloha 2 - Záznamový list.....	74
8.3. Příloha 3 - Dotazník pro učitele .....	76

## Seznam použitých zkratek

AIDS	syndrom získané imunodeficiencie
Bt	obsahující gen pro tvorbu Bt-toxinu z <i>Bacillus thuringiensis</i>
CERMAT	Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání
<i>crtI</i>	karoten desaturáza
ČR	Česká republika
DNA	deoxyribonukleová kyselina
EPSPS	enzym 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntéza
FAO	Organizace OSN pro výživu a zemědělství
GA ČR	Grantová agentura České republiky
GChD	gymnázium Christiana Dopplera
GGPP	geranylgeranyl difosfát
GJN	gymnázium Jana Nerudy
GZWR	gymnázium Zikmunda Wintra Rakovník
HIV	virus lidské imunodeficiencie
HT	tolerantní vůči herbicidům
IR	rezistentní vůči hmyzím škůdcům
ISAAA	Mezinárodní služba pro získávání informací o agro-biotechnologických aplikacích
MalGym	Malostranské gymnázium
<i>lcy</i>	lykopen beta-cykláza
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OSN	Organizace spojených národů
PISA	Program pro mezinárodní hodnocení žáků
<i>psy</i>	fytoen syntéza
RVP	Rámcový vzdělávací program
SŠ	střední škola
T-DNA	tumor indukující deoxyribonukleová kyselina
Ti	tumor indukující
TIMSS	Třetí mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání
ULI	upper-lower-index
USA	Spojené státy americké
WHO	Světová zdravotnická organizace



# 1. Úvod

Transgenní plodiny jsou geneticky modifikované rostliny, do jejichž buněk byl prostřednictvím metod genového inženýrství vnesen cizorodý genetický materiál. To se provádí za účelem získání nových vlastností. Pěstování transgenních plodin s potenciálem vyšších výnosů, vyšší nutriční hodnoty, odolných vůči nepříznivým faktorům prostředí (sucho, zasolení, extrémní klima) by mohlo obyvatelům rozvojových zemí pomoci v boji s jejich problémy, jako jsou hlad, chudoba a nemocnost.

Problematika transgenních plodin získává rok od roku celosvětově stále větší a větší význam, a proto je dle mého názoru třeba, aby jí byla věnována alespoň základní pozornost ve středoškolské výuce. Prostor pro zařazení tematiky transgenních plodin se nenabízí pouze v rámci výuky biologie, ale vzhledem k jejich využití nejen v rozvojových zemích i ve výuce geografie.

Pravda je však taková, že na řadě gymnázií výuka biologie potažmo geografie nepokračuje až do posledního ročníku studia. Při velkém množství učiva ve vzdělávacích programech tedy není pro zařazení tematiky transgenních plodin do výuky příliš mnoho prostoru. Přesto si myslím, že problematika transgenních plodin by mohla představovat pro žáky zajímavé téma, a tak by jí mohlo být věnováno v rámci výuky více pozornosti. Na přírodovědně zaměřených středních odborných školách se nabízí větší prostor pro zařazení tématu transgenních plodin do výuky vzhledem k vyššímu počtu týdenních vyučovacích hodin v jednotlivých ročnících u biologicky či ekologicky zaměřených vyučovacích předmětů.

Jelikož je tematika transgenních plodin ve středoškolské výuce ve většině případů zatím opomíjena, rozhodla jsem se vytvořit text pro učitele, který by mohl sloužit jako zdroj informací pro jejich přípravu na výuku, dále didaktický test obsahující netradiční úlohy sloužící především jako zdroj nových informací o tématu.

Byly stanoveny následující dva hlavní cíle diplomové práce:

- 1) Zpracovat v teoretické rovině problematiku transgenních plodin a třetího světa tak, aby text mohl sloužit vyučujícím na střední škole jako výchozí materiál pro jejich přípravu na výuku tohoto tématu.
- 2) Vytvořit didaktický test k danému tématu, který bude složen z netradičních úloh opírajících se o dovednosti žáků a nikoli o znalosti a který bude pro žáky zdrojem nových informací o tématu. Z hlediska typu úloh se bude jednat především o úlohy problémové inspirované projektem PISA.

V souvislosti s druhým cílem byly formulovány tyto dílčí cíle:

- 3) Navržený test ověřit ve školních podmínkách.
- 4) Určit průměrnou úspěšnost žáků v testu jako celku i úspěšnost řešení jednotlivých otázek.
- 5) Ověřit, zda existuje souvislost mezi průměrnou úspěšností žáků v jednotlivých otázkách v testu a jejich subjektivním hodnocením obtížnosti otázek.
- 6) Určit průměrnou úspěšnost žáků při řešení otázek rozdělených do skupin podle uplatňované dovednosti.
- 7) Porovnat učitelský odhad průměrné úspěšnosti žáků při řešení jednotlivých otázek v testu se skutečnou průměrnou úspěšností žáků.
- 8) Zjistit, názory žáků na vytvořené úlohy, zejména, zda informace obsažené v textech jednotlivých souborů úloh byly pro žáky nové a zajímavé.

Pro splnění cílů byl proveden kvantitativně orientovaný výzkum. Jako výzkumný nástroj byl použit test pro žáky sestávající z informativních textů a otázek zaměřených na práci s texty, grafy a tabulkami, při jejich řešení museli žáci uplatňovat specifické dovednosti. Dále test obsahoval doplňující otázky pro žáky, které zjišťovaly jejich názory a postoje k jednotlivým textům a otázkám. Součástí výzkumu byl také dotazník pro učitele.

Před započítáním testování žáků byly stanoveny tyto hypotézy:

- 1) Celkově je test pro žáky středně těžký, průměrná úspěšnost žáků v testu se bude pohybovat v intervalu 45 až 55 %.
- 2) Čím obtížnější žákům jednotlivé otázky připadají, tím nižších hodnot průměrné úspěšnosti v nich dosahují.
- 3) Žáci s nejvyšší průměrnou úspěšností řeší otázky, ve kterých uplatňují dovednost „propojit biologický problém s předchozími vědomostmi“.
- 4) Učitelé správně odhadnou průměrnou úspěšnost svých žáků při řešení jednotlivých otázek v testu.
- 5) Informace v textech jsou pro žáky nové (u tvrzení „Informace v textech byly pro mě nové.“ bude v případě všech třech souborů úloh převažovat odpověď „souhlasím“).
- 6) Informace v textech jsou pro žáky zajímavé (u tvrzení „Informace v textech mi připadaly zajímavé.“ bude v případě všech třech souborů úloh převažovat odpověď „souhlasím“).

## 2. Teoretická východiska

Záměrem první části této kapitoly bylo vytvořit text, který by mohl sloužit učitelům jako zdroj informací k přípravě na výuku tématu transgenních plodin a třetího světa.

### 2.1. Transgenní plodiny

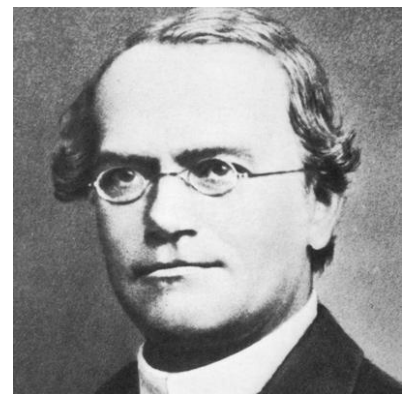
Transgenní plodiny jsou geneticky modifikované rostliny, do jejichž buněk byla prostřednictvím metod genového inženýrství vnesena DNA z jiného druhu organismu.

*„Genové inženýrství je soubor poznatků, metod a strategií sloužících k získání, úpravě a přenosu genetického materiálu do buněk za účelem jejich genetické modifikace, včetně metod analýzy získaného, upraveného a přenášeného genetického materiálu a modifikovaných organismů.“* (Vondrejs, 2010)

#### 2.1.1. Historie

Počátek šlechtění rostlin, jehož cílem je snaha zlepšovat genetický základ rostlin, což má vést ke zvyšování jejich ekonomické i hospodářské hodnoty, spadá do období přibližně před 10 tisíci lety, kdy člověk opustil kočovný život a začal se usazovat na určitých místech. S touto změnou souvisí i změna ve způsobu získávání potravy. Lov a sběr postupně vystřídal zemědělský způsob života. Člověk začal chovat zvířata a pěstovat rostliny (Rod a kol., 1982; Vondrejs, 2010).

S přibývajícimi zkušenostmi člověk vybíral a sázel semena rostlin, které byly vzrostlejší, odolnější nebo vykazovaly výhodný znak či vlastnost oproti ostatním rostlinám stejného druhu. Kromě toho docházelo k náhodnému křížení rostlin, které probíhá v přírodě neustále. Základem neuvědomělých genetických modifikací člověka byly pozorování a selekce neboli výběr (Vondrejs, 2010).



Obr. 1: Gregor J. Mendel (Biography.com, 2013).

Počátek uvědomělých genetických modifikací spadá až do druhé poloviny 19. století. Tehdy Gregor J. Mendel (viz obr. 1), který je považován za zakladatele genetiky jako vědního oboru, dokázal zákonitosti dědičnosti pomocí křížení hrachu (Rod a kol., 1982).

Ve 20. století se jako metoda šlechtění začala využívat tzv. indukovaná mutageneze, kdy dochází k vyvolávání mutací například působením ionizujícího záření nebo chemických látek. Jelikož se jedná o metodu přinášející nejistý výsledek, protože geny jsou

mutovány zcela náhodně, nejedná se o nejvhodnější způsob k získávání nových odrůd (Halford, 2006).

Genové inženýrství, jehož počátek jako disciplíny odvětvené od molekulární genetiky spadá do let 1972 až 1973, umožňuje takové modifikace, kdy dochází k přenosu cizorodého genetického materiálu včetně materiálu syntetizovaného chemicky, cíleně modifikovaného *in vitro* nebo jen jeho krátkých částí. Jakýkoliv organismus může být dárce stejně tak jako příjemcem genetického materiálu (Halford, 2006; Vondrejs, 2010).

„Genovým inženýrstvím tedy genetické modifikace nezačaly. Metody genového inženýrství představují pouze podstatné zdokonalení lidských schopností utvářet své okolí a případně i sebe sama pomocí genetických modifikací organismů.“ (Vondrejs, 2010)

### 2.1.2. Příprava transgenních rostlin

Přenos cizorodého genetického materiálu do rostlinných buněk se uskutečňuje prostřednictvím různých metod, které lze rozdělit do dvou skupin:

- a) Nepřímé metody genového přenosu.
- b) Přímé metody genového přenosu.

#### Nepřímé metody genového přenosu

V rámci nepřímých metod se k přenosu cizorodého genetického materiálu do rostlinných buněk využívají tzv. vektory, což mohou být některé viry (např. virus mozaiky sveřepu) nebo plazmidy řady bakterií z čeledi *Rhizobiaceae* (např. rod *Agrobacterium*) (Sági, 2010).

Nejčastěji používaná metoda přenosu cizorodé DNA do rostlinných buněk využívá půdní bakterii *Agrobacterium tumefaciens*, která má přirozenou schopnost vnášet vlastní geny lokalizované na Ti-plazmidu do rostlinných buněk. Součástí Ti-plazmidu je část nazývaná T-DNA, která nese geny pro rostlinné hormony auxiny a cytokininy a dále pro rostlinné metabolity, tzv. opiny sloužící jako zdroj energie pro bakterii. Díky přítomnosti auxinů a cytokininů dochází k proliferaci rostlinných buněk vedoucí k tvorbě nádoru (viz obr. 2), ve kterém se bakterie množí (Slater a kol., 2003; Watson a kol., 2007).



Obr. 2: Nádor (Keefer, 2013).

Při přípravě transgenních rostlin jsou zmíněné geny pro rostlinné hormony a metabolity nahrazeny geny našeho zájmu, které jsou pomocí bakterie následně přeneseny do rostlinné buňky (Sági, 2010; Watson a kol., 2007).

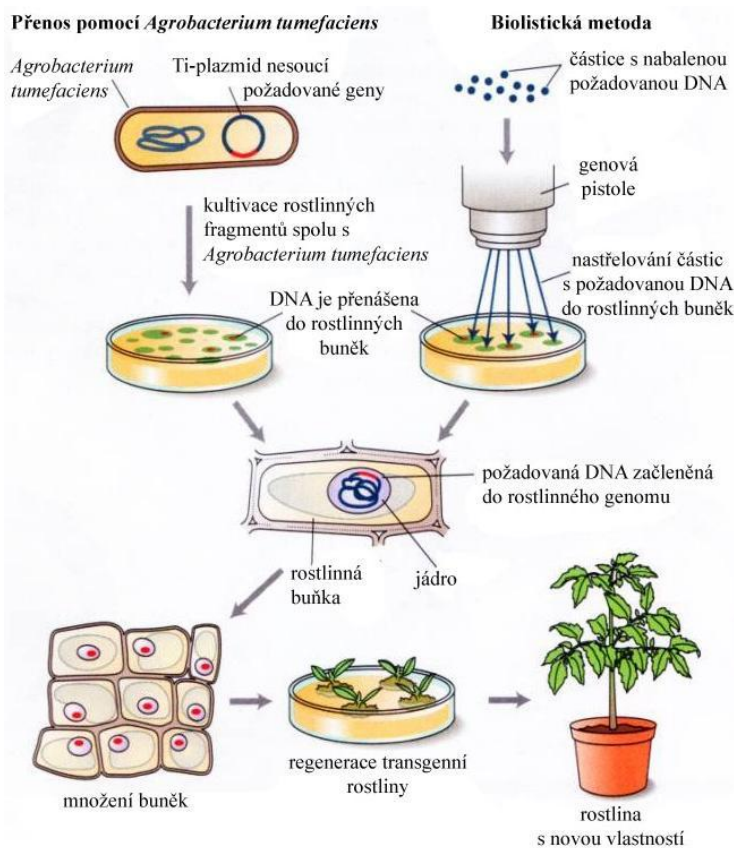
## Přímé metody genového přenosu

V rámci přímých metod genového přenosu se cizorodá DNA přenáší do rostlinných buněk pomocí fyzikálních nebo chemických metod. Příkladem je přenos elektroporací či mikroinjekcí (Sági, 2010).

Nejčastěji se využívá biolistická metoda, kdy se nejprve na malé zlaté nebo wolframové částice nabalí požadovaná DNA. Tyto částice jsou následně pod vysokým tlakem inertního plynu nastřelovány do rostlinných buněk, kde se při nahodilém zásahu jader požadovaná DNA začlení do genomu rostliny (Dale a von Schantz, 2007; Sági, 2010).

Na obr. 3 jsou zobrazeny obě dvě zmíněné metody přenosu cizorodého genetického materiálu do rostlinných buněk spolu s následnou regenerací transgenní rostliny, kde se využívá schopnosti totipotence rostlinných buněk, kdy z jedné modifikované buňky postupně vyroste celá transgenní rostlina (Stewart, 2008).

Mezi nejčastěji pěstované transgenní rostliny patří rostliny s vlastností tolerance vůči herbicidům, Bt-plodiny rezistentní vůči hmyzím škůdcům a rostliny vykazující obě dvě zmíněné vlastnosti (James, 2012).



Obr. 3: Příprava transgenních rostlin (upraveno podle Viewzone.com, 2013).

### **2.1.3. Transgenní rostliny tolerantní vůči herbicidům (HT)**

Plevelé jsou pro farmáře stálým problémem. Pro pěstované rostliny totiž představují konkurenta v boji o vodu, živiny, sluneční světlo a prostor. K ničení plevelů jsou používány herbicidy. Tzv. širokospektrální herbicidy jsou účinné v boji proti širokému spektru plevelů. Problém je v tom, že jsou schopné stejně dobře zničit i pěstovanou rostlinu. Příkladem takového herbicidu je glyfosát (ISAAA, 2012; Mishra, 2006).

Glyfosát způsobuje úhyn rostlin tím, že blokuje enzym 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfát syntázu (EPSPS), což je enzym zapojený do biosyntézy aromatických aminokyselin, vitaminů a mnoha sekundárních rostlinných metabolitů. Existuje několik způsobů, kterými lze připravit transgenní rostliny tolerantní vůči glyfosátu. Jeden ze způsobů spočívá v tom, že se do rostlinného genomu začlení gen pocházející z půdní bakterie, který je zodpovědný za produkci formy EPSPS tolerantní vůči glyfosátu. Další způsob spočívá v tom, že se do genomu rostliny začlení jiný gen z půdní bakterie, který je zodpovědný za produkci enzymu degradující glyfosát (Chawla, 2009; ISAAA, 2012).

Existují také transgenní rostliny tolerantní vůči jiným herbicidům, kterými jsou například glufosinát, či bromoxynil.

### **2.1.4. Transgenní rostliny rezistentní vůči hmyzím škůdcům (IR)**

Hmyzí škůdci rostlin způsobují farmářům velké problémy v podobě snížení výnosů. Možností, jak s hmyzími škůdci bojovat je používání insekticidů. Postřiky však snadno smývá déšť a ničí sluneční záření. Navíc pro obyvatele chudých rozvojových zemí představuje nechráněná aplikace insekticidů riziko vážných zdravotních problémů (Halford, 2003; ISAAA, 2011).

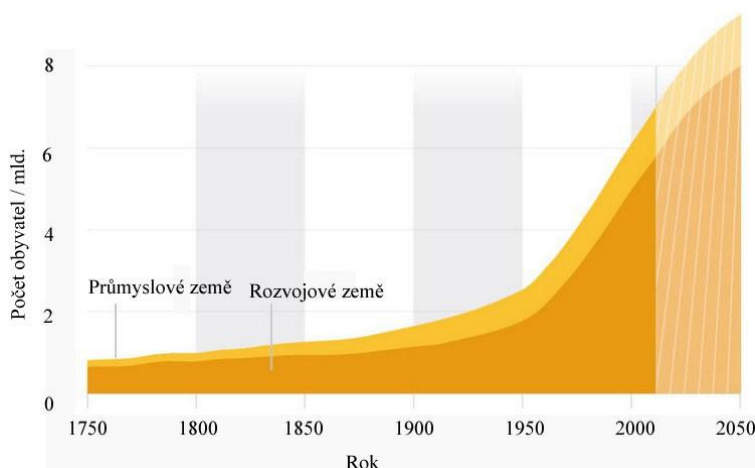
Vědci připravili tzv. Bt-plodiny, do jejichž genomu byl začleněn gen zodpovědný za tvorbu Bt-toxinu pocházející z půdní bakterie *Bacillus thuringiensis*. Bt-toxin není toxický pro člověka a hospodářská zvířata. Podle svého typu způsobuje Bt-toxin úhyn určité skupiny hmyzu tak, že dochází k poškození zažívacího traktu, které vede k úhynu. Bt-toxin takto produkováný rostlinami nesmyje déšť, ani nezničí sluneční záření. Navíc pěstování Bt-plodin přináší snížení postřiků insekticidy (Hughes, 1996; Watson a kol., 2007).

### **2.1.5. Problémy rozvojových zemí**

Mezi rozvojové země se řadí státy v oblasti Afriky, Střední a Jižní Ameriky, Asie s výjimkou Japonska a Oceánie s výjimkou Austrálie a Nového Zélandu (United Nations Statistics Divison, 2013).

## Populační exploze

Téměř 7,2 miliard obyvatel žije v současnosti na naší planetě (Worldometers, 2013). Tento počet se bude v následujících letech dále zvyšovat (viz graf 1). Podle střední varianty bude v roce 2025 žít na naší planetě



Graf 1: Růst lidské populace (upraveno podle Novák JA, 2011).

8,1 miliard obyvatel, v roce 2050 9,6 miliard obyvatel a do roku 2100 10,9 miliard obyvatel. Předpokládá se, že 3,7 miliardy obyvatel, což je rozdíl mezi současnou velikostí populace a odhadem do roku 2100, budou v naprosté většině tvořit obyvatelé rozvojových zemí. Podle předpokladů vzroste velikost populace v rozvojových zemích z 5,9 miliard v roce 2013 na 8,2 miliard v roce 2050 a 9,6 miliard v roce 2100 (United Nations, 2013b).

## Chudoba

Ukazatelem chudoby je příjem nižší než 1,25 amerického dolaru denně. V roce 2010 žilo v chudobě celkem 22 % obyvatel rozvojových zemí. Nejtíživější situace je v oblasti subsaharské Afriky<sup>1</sup>, kde v roce 2010 žilo v chudobě 48 % obyvatel. Za zmínku stojí i 30 % obyvatel jižní Asie, kteří zde žili pod hranicí chudoby v roce 2010 (United Nations, 2013a).

## Hlad

V letech 2010 až 2012 trpělo hladem celkem 852 milionů obyvatel rozvojových zemí, což představuje 15 % z celkového počtu obyvatel rozvojových zemí. Nejtíživější situace je v oblasti subsaharské Afriky, kde v letech 2010 až 2012 trpělo hladem 27 % obyvatel (United Nations, 2013a).

Navíc strava obyvatel rozvojových zemí se často vyznačuje nedostatkem základních živin, tedy sacharidů, proteinů a lipidů a nedostatkem vitaminů a minerálních látek. Příčinou významných zdravotních problémů obyvatel rozvojových zemí je zvláště nedostatek železa, jodu, zinku a vitamínu A (Müller a Krawinkel, 2005).

Hlad a chudoba spolu souvisí. Chudé domácnosti totiž obecně značnou část svých příjmů využívají ke koupi potravin. Drobní farmáři obecně potraviny nekupují, konzumují

<sup>1</sup> Jako subsaharská Afrika se obvykle označuje území kontinentu bez severní Afriky.

to, co si sami vypěstují. V případě konzumace nedostatečného množství potravin je ovlivněna produktivita práce, což se může projevit ve vytváření menšího množství příjmů, což vede k prohlubování chudoby (United Nations, 2013a).

Navíc je třeba si uvědomit, že lidé trpící hladem i ti, kteří trpí nedostatkem některé z důležitých složek potravy, jsou náchylnější k nemocem a lze u nich očekávat i těžší průběh onemocnění.

## **Nemocnost**

V rozvojových zemích lze pozorovat vyšší výskyt některých onemocnění, kterým je například AIDS. Nejtěživější situace je opět v oblasti subsaharské Afriky, kde téměř 1 z každých 20 dospělých obyvatel ve věku 15 až 49 let je infikován virem HIV. Počet obyvatel nakažených virem HIV v oblasti subsaharské Afriky představuje 69 procent ze všech obyvatel nakažených virem HIV na celém světě.

Malárie je nemocí související s chudobou. Výskyt onemocnění u dětí mladších pět let je nejvyšší mezi chudými lidmi a těmi, kteří žijí ve venkovských oblastech. Malé děti jsou nejčastějšími oběťmi malárie. V roce 2010 z přibližně 219 milionů případů malárie vedlo k úmrtí přibližně 660 tisíc z nich. Přes 80 procent z celkového počtu obětí malárie tvořily děti mladší pět let. Na Demokratickou republiku Kongo a Nigérii dohromady připadlo více než 40 procent z odhadovaného počtu obětí malárie na celém světě.

Za zmínku stojí také tuberkulóza. V roce 2011 bylo odhadováno, že je na světě 12 milionů lidí nakažených tuberkulózou a že v roce 2011 zemřelo na tuberkulózu 1,4 milionu lidí, mezi kterými bylo 430 tisíc nakažených virem HIV (United Nations, 2013a).

## **Rozvojové cíle tisíciletí**

Rozvojové cíle tisíciletí (Millennium Development Goals) představují osm základních cílů, které mají být dosaženy do roku 2015. Jedná se o program, jenž má vést k odstranění největších problémů rozvojových zemí. V roce 2000 přijalo všech tehdejších 189 členů Organizace spojených národů (OSN) Miléniovou deklaraci (The United Nations Millennium Declaration), čímž tyto státy přislíbily spolupracovat na dosažení Rozvojových cílů tisíciletí:

1. Odstranit extrémní chudobu a hlad.
  - Mezi roky 1990 a 2015 snížit na polovinu počet lidí, kteří mají příjem nižší než 1 americký dolar denně.
  - Mezi roky 1990 a 2015 snížit na polovinu počet lidí, kteří trpí hladem.

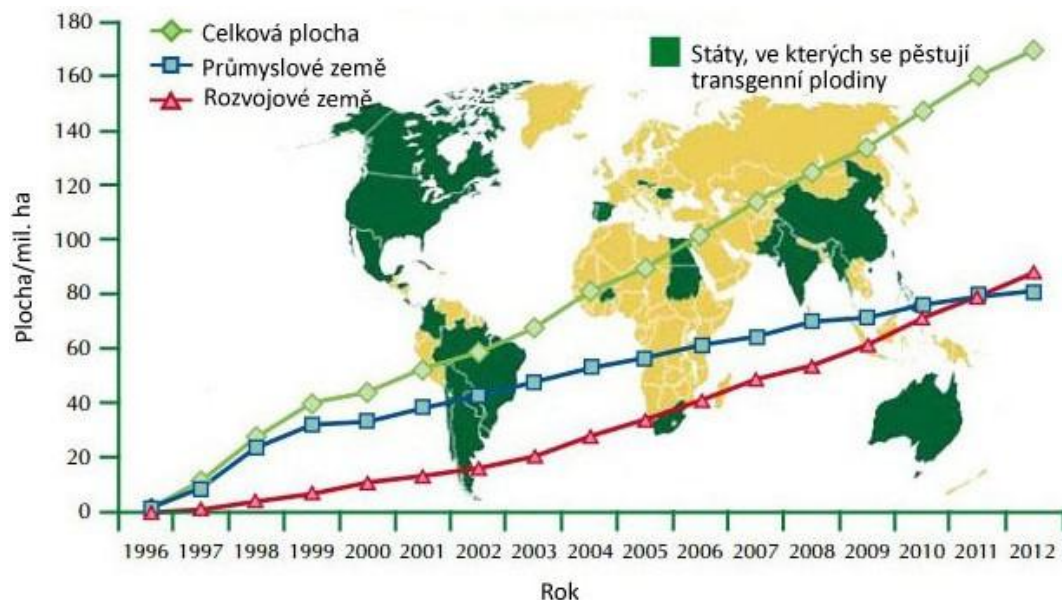


2. Dosáhnout základního vzdělání pro všechny.
3. Prosazovat rovnoprávnost mužů a žen a posílit roli žen ve společnosti.
4. Snížit dětskou úmrtnost.
5. Zlepšit zdravotní péči o nastávající matky.
6. Bojovat s HIV/AIDS, malárií a dalšími nemocemi.
7. Zajistit udržitelný rozvoj životního prostředí.
8. Vytvořit celosvětové partnerství pro rozvoj (United Nations Millennium Development Goals, 2013).

Jednou z cest, jak dosáhnout zvláště prvního z Rozvojových cílů tisíciletí je zvýšit produktivitu zemědělství, k čemuž by mohlo pomoci pěstování transgenních rostlin.

### 2.1.6. Transgenní plodiny ve světě

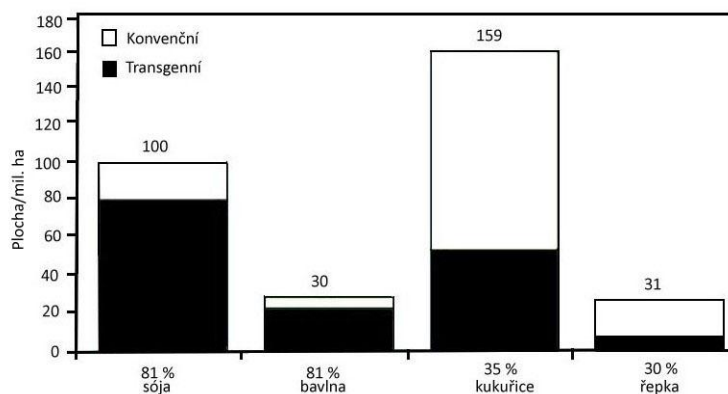
Transgenní plodiny byly v roce 2012 celosvětově komerčně pěstovány na ploše 170,3 milionů hektarů. Graf 2 zobrazuje vývoj velikosti plochy osázené transgenními plodinami od roku 1996, kdy se začaly tyto plodiny komerčně pěstovat, do roku 2012. Je zde vyznačeno také 28 zemí, ve kterých se v roce 2012 transgenní plodiny komerčně pěstovaly. Největším pěstitelem jsou Spojené státy americké (USA), kde byly v roce 2012 transgenní plodiny pěstovány na ploše 69,5 milionů hektarů.



Graf 2: Plocha osázená transgenními plodinami (upraveno podle James, 2012).

Mezi čtyři hlavní transgenní plodiny patří sója, bavlna, kukuřice a řepka. Graf 3 zobrazuje velikost plochy, na které jsou tyto plodiny celosvětově pěstovány spolu

s procentuálním vyjádřením podílu plochy osázené danou transgenní plodinou a celkové plochy osázené danou plodinou (James, 2012).



Graf 3: Stav hlavních transgenních plodin (upraveno podle James, 2012).

### 2.1.7. Transgenní plodiny v rozvojových zemích

Z grafu 2 je patrné, že poprvé v roce 2012 předstihly rozvojové země průmyslové ve velikosti plochy osázené transgenními plodinami. Plocha osázená transgenními plodinami v rozvojových zemích v roce 2012 činila 88,5 milionů hektarů, což představovalo 52 % z celkové plochy osázené transgenními plodinami na světě (James, 2012).

Vlastnosti, jako jsou zvýšená nutriční hodnota, tolerance vůči suchu, salinitě, či rezistence k chorobám i škůdcům, jsou zajímavé pro rozvojové země. V rozvojových zemích je z těchto vlastností nejvíce zastoupena poslední z nich, jsou zde pěstovány transgenní plodiny rezistentní vůči hmyzím škůdcům. Co se týká transgenních plodin s ostatními zmíněnými vlastnostmi, ty jsou zatím většinou ve fázi polních pokusů.

Ve většině případů se v rozvojových zemích komerčně pěstují Bt-plodiny odolné vůči hmyzím škůdcům, HT plodiny tolerantní vůči herbicidům nebo plodiny, které vykazují obě dvě zmíněné vlastnosti. Výjimku představuje Čína. Zde se komerčně pěstují i jiné transgenní plodiny, jako jsou papája rezistentní vůči viru kroužkovitosti papáje, papriky odolné vůči virovým chorobám a rajčata s odolností vůči virovým i jiným chorobám (James, 2010).

V roce 2012 pěstovalo transgenní plodiny 17,3 milionů farmářů, z toho přes 15 milionů (více než 90 %) byli drobní farmáři z rozvojových zemí. To, že je pěstování transgenních plodin pro farmáře prospěšné, ukazuje například to, že pěstování Bt-bavlny přineslo zvýšení příjmu farmářů až o 250 amerických dolarů na hektar. Pro Indii znamenalo komerční pěstování Bt-bavlny od jeho počátku v roce 2002 do roku 2011 ekonomický přínos ve výši 12,6 miliard amerických dolarů a v samotném roce 2011 přínos

ve výši 3,2 miliardy amerických dolarů. Pěstování Bt-bavlny však přináší také redukci postřiků insekticidy na polovinu, což znamená pro farmáře, že se v menší míře vystavují působení pro ně škodlivých insekticidů (James, 2012). Snížení postřiků insekticidy znamená přínos i pro životní prostředí v podobě menšího množství insekticidů v půdě a v podzemní vodě (Choudhary a Gaur, 2008).

Z celkového počtu 28 zemí, ve kterých se v roce 2012 komerčně pěstovaly transgenní plodiny, bylo 20 rozvojových. V tab. 1 jsou tyto rozvojové země uvedeny spolu s velikostí plochy, na které jsou v uvedených zemích transgenní plodiny pěstovány.

Tab. 1: Stav transgenních plodin v rozvojových zemích (vytvořeno podle James, 2012).

Země	Plocha/mil. ha	Transgenní plodiny
Brazílie	36,6	sója, kukuřice, bavlna
Argentina	23,9	sója, kukuřice, bavlna
Indie	10,8	bavlna
Čína	4,0	bavlna, papája, topol, rajče, paprika
Paraguay	3,4	sója, kukuřice, bavlna
Jihoafrická republika	2,9	kukuřice, sója, bavlna
Pákistán	2,8	bavlna
Uruguay	1,4	sója, kukuřice
Bolívie	1,0	sója
Filipíny	0,8	kukuřice
Burkina Faso	0,3	bavlna
Myanmar	0,3	bavlna
Mexiko	0,2	bavlna, sója
Chile	<0,1	kukuřice, sója, řepka
Kolumbie	<0,1	bavlna
Honduras	<0,1	kukuřice
Súdán	<0,1	bavlna
Kuba	<0,1	kukuřice
Egypt	<0,1	kukuřice
Kostarika	<0,1	bavlna, sója

Počet afrických zemí, ve kterých se komerčně pěstují transgenní plodiny, se v roce 2012 zvýšil ze tří na čtyři. Jihoafrická republika, Burkina Faso a Egypt byly doplněny Súdánem. V Jihoafrické republice došlo k významnému nárůstu plochy osázené transgenními plodinami z 2,3 milionů hektarů v roce 2011 na 2,9 milionů hektarů v roce 2012. Navíc v pěti afrických zemích, kterými jsou Kamerun, Keňa, Malawi, Nigérie a Uganda, se provádějí polní pokusy s transgenními plodinami, což představuje předposlední krok před schválením pro komerční pěstování.

Nedostatek vhodných regulačních systémů, které by byly vědecky podložené a efektivní z hlediska nákladů a času, představuje významnou překážku v přijetí transgenních plodin. Odpovědná, přísná, ale neomezující regulace je potřeba zejména pro malé a chudé rozvojové země (James, 2012).

Je třeba si uvědomit, že pěstování transgenních plodin nepředstavuje pro obyvatele rozvojových zemí všelék. Může však pomoci v boji s jejich problémy, jako jsou hlad, chudoba a nemocnost.

### 2.1.8. Zlatá rýže

Rýže a pšenice jsou nejzákladnějšími zdroji výživy na zemi. Pro mnoho obyvatel rozvojových zemí je však rýže prakticky jedinou potravinou.

Zlatá rýže je rýže modifikovaná metodami genového inženýrství tak, aby se i v endospermu, což je část semen, kterou jíme, tvořil beta-karoten (provitamin A). Beta-karoten se v lidském těle přetváří na životně důležitý vitamin A (Drobník, 2011). Díky obsahu beta-karotenu lze zlatou rýži na první pohled odlišit od klasické rýže (viz obr. 4).

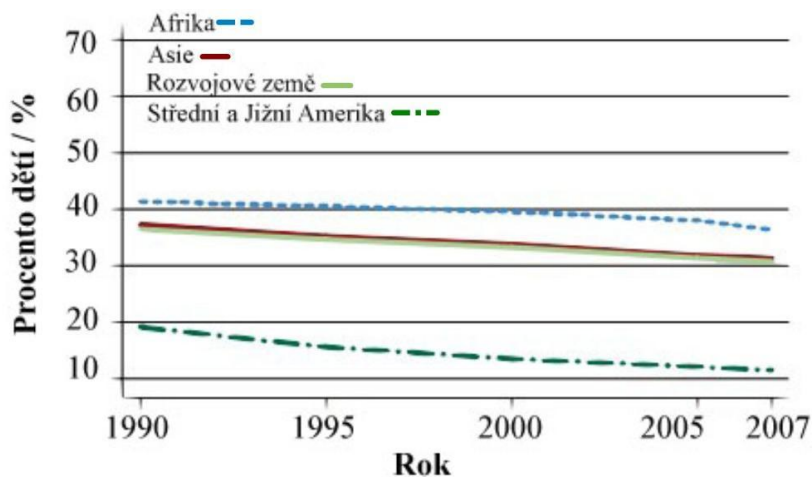


Obr. 4: Porovnání klasické a zlaté rýže (Pazdera, 2005).

Vitamin A představuje obecný termín pro velké množství příbuzných látek, mezi které se řadí také retinol, retinal a kyselina retinová (Higdon, 2003).

Vitamin A je důležitý pro správnou funkci zraku, růst a vývoj, imunitní systém a reprodukci. U dětí

mladších pět let je nedostatek vitamínu A hlavní příčinou slepoty. O nedostatku vitamínu A u těchto dětí hovoříme v případě, že mají koncentraci retinolu v séru nižší než 0,70  $\mu\text{mol/l}$ . Procento dětí mladších pět let



Graf 4: Vývoj procenta dětí mladších pět let trpících nedostatkem vitamínu A (upraveno podle FAO, 2013).

trpících nedostatkem vitamínu A v rozvojových zemích činí 34 %, v Africe 41,9 %, v Asii (s výjimkou Japonska) 33,9 %, ve Střední a Jižní Americe 15,7 %. Graf 4 uvádí vývoj procenta dětí mladších pět let trpících nedostatkem vitamínu A v uvedených oblastech světa od roku 1990 do roku 2007 (FAO, 2013).

Poprvé byla zlatá rýže vyvinuta v roce 1999 vědci ze Švýcarska a Německa. V jejich čele byli Ingo Potrykus ze Švýcarského federálního technologického institutu v Curychu a Peter Beyer z Freiburské univerzity v Německu (Potrykus, 2003). Provedli to tak, že do genomu rýže vnesli tři geny. Byl to gen pro fytoen syntázu (*psy*) z narcisu, gen pro karoten desaturázu (*crtI*) z bakterie *Erwinia uredovora* a gen pro lykopen beta-cyklázu (*lcy*) z narcisu. Díky tomu došlo k dokončení biosyntézy beta-karotenu vycházející z geranylgeranyl difosfátu (GGPP) přítomného v endospermu rýže (Ye a kol., 2000).

V následujících letech vědci vyvinuli tzv. zlatou rýži 2, kdy byl tentokrát místo genu pro fytoen syntázu z narcisu použit ekvivalentní gen z kukuřice, což přineslo zvýšení množství beta-karotenu. Tato zlatá rýže obsahuje až 31 mikrogramů beta-karotenu na gram suché rýže, což je množství, které je až 23 krát vyšší ve srovnání s původní zlatou rýží (Paine a kol., 2005).

V oblastech, kde si lidé z důvodu chudoby nemohou dovolit pestřejší stravu a jejich výživa je závislá na rýži, je velikost porce dětí ve věku 4 až 8 let přibližně 50 gramů nevařené rýže. S ohledem na doporučenou denní dávku vitamínu A, která pro děti tohoto věku činí 400 mikrogramů, by tato dávka zlaté rýže mohla těmto dětem poskytnout více než 60 procent z doporučené denní dávky vitamínu A. Navíc musíme předpokládat, že děti sní obvykle více takovýchto porcí za den (Higdon, 2003; Tang a kol., 2009).

Projekt zabývající se vývojem zlaté rýže byl od počátku chápán jako humanitární projekt určený pro chudé obyvatele rozvojových zemí trpící nedostatkem vitamínu A. K tomuto přispěly společnosti, které se vzdaly patentových poplatků v případě využití zlaté rýže pro humanitární účely (Potrykus, 2003; Sautter a kol., 2006).

Zlatá rýže by mohla být v letech 2013 až 2014 uvedena na trh na Filipínách (James, 2012).

### **2.1.9. Jedlé vakcíny**

Očkování představuje nejúčinnější nástroj v boji proti rozvoji řadě infekčních onemocnění. Tradičně se uskutečňuje buď prostřednictvím tzv. „mrtvé“ vakcíny, kdy dochází k podání usmrceného patogenu nebo prostřednictvím tzv. „živé“ vakcíny, kdy se podává oslabený patogen. Tyto vakcíny však mají zvláště pro obyvatele chudých rozvojových zemí řadu nevýhod, mezi které například patří potřeba uchovávat vakcíny v chladu, což mimo jiné značně komplikuje dopravu vakcín až k chudým obyvatelům rozvojových zemí. Dalším problémem je cena, kdy náklady na výrobu vakcín jsou pro

rozvojové země tak vysoké, že je hromadné očkování pro velkou část populace v rozvojových zemích finančně nedostupné (Drobník, 2009; Gómez a kol., 2009).

Tyto i jiné problémy jsou příčinou toho, že proočkovanost proti dětským infekčním nemocem je v rozvojových zemích ve srovnání s většinou průmyslových zemí nízká. Například na spalničky v roce 2010 zemřelo 139 300 osob, většina z těchto úmrtí byla v chudých rozvojových zemích (WHO, 2012).

Řešením pro obyvatele chudých rozvojových zemí by mohly být tzv. jedlé vakcíny. Jejich příprava spočívá v tom, že se do určité plodiny, kterou chudí obyvatelé rozvojových zemí běžně konzumují, vnese gen pro antigen sloužící jako vakcína.

Další možnost přípravy jedlých vakcín spočívá v tom, že se požadovaný gen nejprve vloží do viru, který určitou rostlinu infikuje (Drobník, 2009; Tonks, 2007).

Vědci již připravili například hlávkový salát s vakcínou proti spalničkám, banán s vakcínou proti virové hepatitidě B nebo rajče s vakcínou proti vzteklině. Všechny jedlé vakcíny jsou zatím ve fázi testování, během kterého však již bylo prokázáno, že antigeny obsažené v rostlinách jsou schopny vyvolat imunitní odpověď u testovaných zvířat i lidí (Gómez a kol., 2009).

Jedlé vakcíny představují velký příslib pro chudé obyvatele rozvojových zemí. Před jejich uvedením na trh je však třeba vyřešit některé problémy, jako například to, jak kontrolovat optimální dávkování (Drobník, 2009).

### 2.1.10. Opozice vůči transgenním plodinám

Tak jako všechno, i transgenní plodiny představují určitá potenciální rizika. V tab. 2 je uveden přehled potenciálních rizik nejčastěji pěstovaných transgenních plodin.

Tab. 2: Potenciální rizika HT a Bt-plodin (vytvořeno podle Kirakosyan a Kaufman, 2009).

Transgenní plodiny	Rizika
Bt-plodiny	působení Bt-toxinu na necílové organismy vznik rezistentních populací hmyzu
HT plodiny	vznik „superlevelů“ snížení biodiverzity

Podle svého typu Bt-toxin, který obsahují Bt-plodiny, specificky působí pouze na určitou skupinu hmyzu. Nebylo prokázáno působení Bt-toxinu na necílové organismy. To dokládá například studie (Habuštová a kol., 2012), kde nebyl prokázán negativní vliv Bt-kukuřice na společenstva členovců.

U Bt-insekticidů, stejně tak jako u jiných insekticidů, se setkáváme s hrozbou vzniku rezistentních populací hmyzu. K tomu stačí mutace v genu, který řídí specifickou

receptoru na membránách buněk sliznice střeva. Aby nevznikaly Bt-rezistentní populace hmyzu, používá se systém tzv. refugií spočívající v tom, že se poblíž plochy s Bt-plodinou oseje část plochy příslušnou geneticky nemodifikovanou plodinou. Zde se daný škůdce může množit a následně se může křížit s případně vzniklým Bt-rezistentním mutantem. A protože je tato mutace většinou recesivní, potomci jsou opět citliví vůči Bt-toxinu (Drobník, 2008).

„Superplevel“ obecně vzniká dvěma způsoby, kterými jsou přirozená mutace nebo přenos transgenů pro HT pylem. První způsob je obecným způsobem vzniku „superplevelů“, který souvisí s nadužíváním herbicidů, ale nikterak s transgenními plodinami. Takovým způsobem vznikly současné „hyperplevely“, které jsou rezistentní až vůči pěti herbicidům. Prostřednictvím druhého způsobu může vzniknout plevel rezistentní proti jednomu herbicidu (Drobník, 2008). Pravděpodobnost, že dojde k přenosu transgenů pro HT na příbuzné plevelné druhy přirozeným sprašováním je extrémně nízká. V případě, že by přece jen došlo ke vzniku plevelu rezistentního proti určitému druhu herbicidu, bylo by třeba použít jiný herbicid (Ondřej a Drobník, 2002), kterých je k dispozici velké množství.

Každá rostlina je spolu s býložravcem a dalšími predátory součástí potravního řetězce. V případě velké plochy pouze s jednou plodinou zůstává v podstatě jen jeden potravní řetězec. Pokud se HT plodiny správně používají, je možné dosáhnout prakticky čistého porostu plodiny vedoucí ke snížení rozmanitosti druhů (biodiverzity). To však není dílem technologie genetické modifikace, nýbrž s ní spojeného způsobu potlačení plevelů (Drobník, 2008). Snížení biodiverzity je totiž problémem jakýchkoliv monokultur.

Transgenní plodiny, které jsou schváleny dle příslušných právních předpisů, nepředstavují větší nebezpečí pro životní prostředí oproti konvenčním plodinám. V případě pěstování Bt-plodin dokonce přineslo pěstování transgenních plodin snížení negativního dopadu na životní prostředí v podobě snížení postřiků insekticidy.

Potraviny vyrobené z transgenních plodin jsou podrobovány rozsáhlejšímu testování oproti jakýmkoli jiným potravinám. Tvzení, že potraviny vyrobené z transgenních plodin jsou stejně bezpečné nebo občas dokonce i bezpečnější než potraviny, které jsou vyrobeny z příslušných konvenčních plodin, podporuje přes deset let lidské spotřeby a testování potravin vyrobených z transgenních plodin. Žádný vědecký, případně lékařský důkaz neprokazuje, že u potravin vyrobených z transgenních plodin jsou vyšší potenciální rizika pro lidské zdraví než u potravin vyrobených z konvenčních plodin (Heldt, 2010).

## 2.2. Tematika transgenních plodin v kurikulárních dokumentech

V Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia není o transgenních plodinách, potažmo o geneticky modifikovaných organismech zmínka (RVP pro gymnázia, 2007). Stejně tak je tomu i v Rámcovém vzdělávacím programu pro obor středního odborného vzdělávání Technologie potravin (RVP pro obor vzdělání Technologie potravin, 2008). U oborů středního odborného vzdělávání Přírodovědné lyceum, Agropodnikání, Průmyslová ekologie a Ekologie a životní prostředí je v Rámcových vzdělávacích programech zmínka o geneticky modifikovaných organismech v konkrétních obsahových okruzích, které mají prohloubit a doplnit učivo vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání a jsou uvedeny v tab. 3 (RVP pro obor vzdělání Přírodovědné lyceum, 2009; RVP pro obor vzdělání Agropodnikání, 2007; RVP pro obor vzdělání Průmyslová ekologie, 2009; RVP pro obor vzdělání Ekologie a životní prostředí, 2008).

Tab. 3: Přehled vybraných oborů středního odborného vzdělávání (vytvořeno podle výše uvedených Rámcových vzdělávacích programů).

Obor	Obsahový okruh	Učivo	Výsledek vzdělávání
Přírodovědné lyceum	Aplikovaná biologie	genové inženýrství, geneticky modifikované organismy	žák vyhodnotí etické aspekty používání biotechnologií založených na manipulaci s genetickým materiálem
Agropodnikání	Aplikovaná biologie	genové inženýrství, geneticky modifikované organismy	žák vyhodnotí etické aspekty používání biotechnologií založených na genetických informacích organismů
Ekologie a životní prostředí	Environmentální příprava	-	žák se orientuje v problematice geneticky modifikovaných organismů a klonování
Průmyslová ekologie	Environmentální příprava	-	žák charakterizuje klonování a geneticky modifikované organismy

V rámci gymnaziálního vzdělávání by bylo možné se tematice transgenních plodin věnovat ve vzdělávacích oblastech Člověk a příroda, Člověk a společnost a Člověk a zdraví a v průřezových tématech Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Environmentální výchova a Mediální výchova. Největší prostor pro zařazení tematiky transgenních plodin se nabízí v rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda, jejíž součástí je vzdělávací obor Biologie. Zde by bylo možné se věnovat přípravě, vlastnostem, využití nebo potenciálním rizikům transgenních plodin. Vzdělávací oblast Člověk a společnost nabízí možnost věnovat se postoji veřejnosti vůči transgenním plodinám a vzdělávací oblast Člověk a zdraví potenciálním rizikům transgenních plodin pro zdraví člověka (RVP pro gymnázia, 2007).



V rámci výše zmíněných oborů středního odborného vzdělávání by bylo možné se tematicce transgenních plodin věnovat v rámci Biologického a ekologického vzdělávání, které spadá do vzdělávací oblasti Přírodovědné vzdělávání. Potenciálním rizikům transgenních plodin pro lidské zdraví by bylo možné se věnovat ve vzdělávací oblasti Vzdělávání pro zdraví. Transgenním plodinám by bylo možné se věnovat i v rámci průřezového tématu Člověk a životní prostředí (RVP pro obor vzdělání Technologie potravin, 2008; RVP pro obor vzdělání Přírodovědné lyceum, 2009; RVP pro obor vzdělání Agropodnikání, 2007; RVP pro obor vzdělání Průmyslová ekologie, 2009; RVP pro obor vzdělání Ekologie a životní prostředí, 2008).

Ve své bakalářské práci „Transgenní plodiny a třetí svět – aktualizace gymnaziálního učiva biologie“ jsem se věnovala analýze středoškolských učebnic, v rámci které bylo zjištěno, že pouze v jedné analyzované učebnici (**Genetika**, Kočárek, 2004) byla zmínka o možném uplatnění transgenních plodin v rozvojových zemích. Vzhledem k tomu, že pěstování transgenních plodin už v některých rozvojových zemích jako např. v Indii pomohlo ke zmírnění tamějších problémů a s ohledem na skutečnost, jaký potenciál transgenní plodiny pro rozvojové země ještě představují, by si rozsáhlejší zmínka týkající se samotných transgenních plodin i jejich využití v zemích třetího světa zasloužila být součástí středoškolských učebnic.

Problematiku transgenních rostlin není třeba žákům předávat pouze v hotové textové podobě, naopak je žádoucí, aby žáci samostatně aktivně získávali informace a byli nuceni nad nimi přemýšlet. Jednou z forem, jak aktivní myšlení u žáků podpořit, je využívání problémových učebních úloh. V tomto směru se inspirací pro tuto práci stal mezinárodní výzkum PISA.

### **2.3. Mezinárodní výzkum PISA**

Program pro mezinárodní hodnocení žáků PISA (*Programme for International Student Assessment*) byl zahájen Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) v roce 1997, první testování se uskutečnilo v roce 2000. Výzkum PISA je považován za nejdůležitější a největší mezinárodní výzkum v oblasti vzdělávání probíhající v současné době ve světě. Počet zúčastněných zemí se od počátků výzkumu výrazně zvýšil. Poslední testování proběhlo v roce 2012. Účastnilo se ho všech 34 členských zemí OECD a řada dalších zemí (viz tab. 4) (PISA, 2013).

Tab. 4: Účastníci výzkumu PISA v roce 2012  
(vytvořeno podle PISA, 2013).

<u>Členské země OECD</u>	<u>Ostatní účastníci</u>
Austrálie	Albánie
Belgie	Argentina
Česká republika	Brazílie
Dánsko	Bulharsko
Estonsko	Černá Hora
Finsko	Hongkong (Čína)
Francie	Chorvatsko
Chile	Indonésie
Irsko	Jordánsko
Island	Katar
Itálie	Kazachstán
Izrael	Kolumbie
Japonsko	Kostarika
Kanada	Lichtenštejnsko
Korejská republika	Litva
Lucembursko	Lotyšsko
Maďarsko	Macao (Čína)
Mexiko	Malajsie
Německo	Peru
Nizozemsko	Rumunsko
Norsko	Rusko
Nový Zéland	Singapur
Polsko	Spojené arabské emiráty
Portugalsko	Srbsko
Rakousko	Šanghaj (Čína)
Řecko	Thajsko
Slovensko	Tchaj-pej (Čína)
Slovinsko	Tunisko
Španělsko	Uruguay
Švédsko	Vietnam
Švýcarsko	
Turecko	
USA	
Velká Británie	

Výzkum PISA spočívá v opakovaném testování patnáctiletých žáků, kteří zhruba v tomto věku končí ve většině zemí zapojených do programu PISA svoji povinnou školní docházkou. Výzkum je prvotně zaměřen na tři oblasti, kterými jsou čtení, matematika a přírodní vědy. Záměrem tohoto programu není zjišťovat, do jaké míry žáci dokážou reprodukovat nabyté vědomosti, ale to, zda dovedou tyto vědomosti využít v různorodých situacích běžného života. Cílem tohoto programu je tedy zjistit, zda si patnáctiletí žáci různých zemí osvojili vědomosti a dovednosti, které jsou důležité pro úspěšné uplatnění ve společnosti (Palečková a kol., 2010).

Výzkum PISA umožňuje nejen mezinárodní porovnání výsledků patnáctiletých žáků, ale je koncipován tak, aby umožňoval také porovnávání výsledků jednotlivých škol, případně jednotlivých typů škol nebo regionů. Program má poskytovat tvůrcům školské politiky v zúčastněných zemích důležité informace týkající se úspěšnosti a efektivity jejich vzdělávacích systémů. Vzhledem k tomu, že testování probíhá ve tříletých cyklech, lze mapovat jak aktuální situaci v dané

zemi, tak i její vývoj v čase.

Sběr dat tedy probíhá každé tři roky, přičemž pokaždé je výzkum detailněji zaměřen na jednu z uvedených oblastí. První testování proběhlo v roce 2000 a byl při něm věnován větší prostor oblasti čtení, v rámci druhého testování v roce 2003 byl kladen důraz na matematiku, v roce 2006 byl výzkum zaměřen na oblast přírodních věd, v roce 2009 opět na oblast čtení a v roce 2012 se soustředil zejména na matematiku. Hlavnímu sběru dat

vždy předchází pilotní šetření, v rámci kterého je ověřena funkčnost všech postupů souvisejících se sběrem dat a testových nástrojů určených pro hlavní šetření (Mezinárodní šetření PISA, 2012).

### **Testy a testové úlohy**

Každý žák zapojený do výzkumu PISA obdrží testový sešit s úlohami, na jejichž vypracování má 120 minut. Součástí testu jsou úlohy s výběrem odpovědi, kdy žák volí odpověď ano či ne nebo úlohy, kdy žák vybírá jednu správnou odpověď z více uvedených možností. Dalším typem úloh zastoupených v testu jsou úlohy s tvorbou odpovědi, ve kterých žák formuluje vlastní odpověď. V rámci posledního testování v roce 2012 žáci kromě dvouhodinového písemného testu vyplňovali také počítačový test, na jehož vypracování měli 40 minut. Součástí počítačového testu byly úlohy z oblasti řešení problémů (Mezinárodní šetření PISA, 2012).

### **Dotazníky**

Každý testovaný žák navíc vyplňuje ještě dotazník, ve kterém poskytne informace o svém rodinném zázemí, o svých názorech a postojích, o své škole a vyučovacích metodách a o prostředí, v němž žije. V rámci výzkumu je totiž také sledován například vliv rodinného zázemí či vliv školy na konkrétní výsledky žáků. Vyplnění dotazníku trvá zhruba 30 minut.

Jiný dotazník vyplňují ředitelé škol nebo jejich zástupci. Tento dotazník slouží ke zjištění doplňujících informací o zúčastněné škole (Kramplová, 2011).

### **Prezentace výsledků**

Výsledky zúčastněných zemí jsou v rámci výzkumu PISA prezentovány dvěma způsoby:

- 1) pomocí počtu bodů (skórů) na škálách výsledků, které vyjadřují úspěšnost žáků při řešení jednotlivých úloh.

Jsou uváděny průměrné výsledky zúčastněných zemí na třech celkových škálách pro tři zkoumané oblasti – čtení, matematika a přírodní vědy. Dále se uvádí výsledky v různých dílčích aspektech v rámci jednotlivých oblastí, pro něž jsou vytvořeny příslušné dílčí škály.

- 2) pomocí úrovní způsobilosti, na kterých se žáci nachází.

Podle dosaženého počtu bodů v testu je žákovi přiřazena jedna ze šesti úrovní způsobilosti. Nejnižších bodových zisků dosahují žáci na první úrovni způsobilosti, naopak nejvyšších žáci na šesté úrovni. Jako základní úroveň byla

ve výzkumu PISA stanovena druhá úroveň způsobilosti. Žáci, kteří nedosáhnou této úrovně způsobilosti, mohou mít problémy v rámci dalšího studia nebo s uplatněním na pracovním trhu (Palečková a kol., 2010).

## **Gramotnost**

V každé oblasti výzkumu PISA se zkoumá tzv. gramotnost žáků, která je zaměřena na tři základní aspekty: dovednosti, obsah a situace.

Dovednostmi se rozumí určité postupy, respektive činnosti, které žák musí uplatnit pro úspěšné vyřešení úlohy. Ve výzkumu PISA je hlavní důraz kladen právě na zkoumání dovedností žáka.

Obsah představuje vědomosti, tedy tradiční prvky školních osnov, které žák potřebuje pro zdárné vyřešení úlohy. Ve výzkumu PISA je obsah reprezentován dvěma základními typy textů:

- 1) souvislé texty, které jsou tvořeny větami uspořádanými do odstavců.

Mezi souvislé texty patří např. výklad, vyprávění, popis či instrukce.

- 2) nesouvislé texty, které mohou mít různou podobu.

Mezi nesouvislé texty patří např. grafy, tabulky, obrázky, mapy či reklamy.

Úlohy pochopitelně obsahují i tzv. smíšené texty, v nichž jsou zastoupeny oba základní typy textů.

Situacemi se rozumí kontext, do něhož je daná úloha zasazena. Výzkum PISA umožňuje žákům uplatnit své vědomosti a dovednosti v situacích blízkých běžnému životu.

V každé úloze se uplatňují všechny tři uvedené aspekty. Jednotlivé aspekty nejsou testovány odděleně. V centru pozornosti stojí dovednosti, které však nemohou existovat samostatně. Dovednosti vycházejí z obsahu a jsou aplikovány v konkrétní situaci (Kramplová, 2011).

### **2.3.1. Oblast přírodních věd**

V rámci oblasti přírodních věd se zkoumá tzv. přírodovědná gramotnost, která se pro potřeby výzkumu definuje následovně:

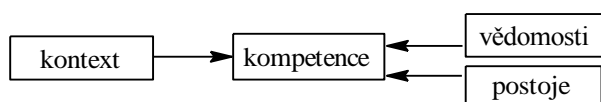
*„Přírodovědná gramotnost je schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností.“* (Frýzková a Palečková, 2007)

Rozlišují se čtyři hlavní složky přírodovědné gramotnosti:

- 1) vědomosti, mezi něž se řadí vědomosti o světě přírody (z přírodních věd) i vědomosti o přírodních vědách (o samotné vědě)
- 2) kompetence, mezi které patří rozpoznávání přírodovědných otázek, vysvětlování jevů pomocí přírodních věd a používání vědeckých důkazů
- 3) kontext, tedy rozpoznávání situací obsahujících prvky přírodních věd a techniky
- 4) postoje, které zahrnují vyjádření zájmu žáků o přírodní vědy či jejich vztahu k problematice životního prostředí i uznání hodnoty vědeckého výzkumu.

Na obr. 5 jsou znázorněny pomocí šipek vztahy mezi čtyřmi hlavními složkami přírodovědné gramotnosti.

Obr. 5: Vztahy mezi složkami přírodovědné gramotnosti (vytvořeno podle Frýzková a Palečková, 2007).



Vědomosti o světě přírody (z přírodních věd) jsou rozděleny do následujících oblastí:

- 1) neživé systémy (struktura, vlastnosti a chemické změny hmoty, pohyb a síla, energie a její přeměna, vzájemné působení energie a hmoty)
- 2) živé systémy (buňka, člověk, populace, ekosystémy, biosféra)
- 3) systémy Země a vesmíru (struktura systémů Země, energie a změny v systémech, Země ve vesmíru, historie Země)
- 4) technické systémy (role techniky, vztah mezi vědou a technikou, pojmy, důležité principy).

Rozlišují se dvě kategorie vědomostí o přírodních vědách:

- 1) vědecký výzkum (původ, účel, experiment, typ dat, měření, povaha výsledků výzkumu)
- 2) vědecká vysvětlení (druhy, vytváření, pravidla, výsledky).

Přírodovědné kompetence se dělí do následujících blíže popsanych skupin:

- 1) rozpoznávání přírodovědných otázek
  - rozpoznání otázek, na které je možné odpovědět pomocí přírodních věd
  - určení klíčových slov, což umožňuje vyhledání potřebných přírodovědných informací
  - rozpoznání důležitých rysů vědeckého výzkumu
- 2) vysvětlování jevů pomocí přírodních věd

- uplatnění vhodných vědomostí o světě přírody (z přírodních věd) v dané situaci
- popis nebo interpretace přírodovědných jevů a předpovídání změn
- rozpoznání vhodných vysvětlení, popisů, předpovědí

### 3) používání vědeckých důkazů

- interpretace vědeckých důkazů, vyvozování a sdělování závěrů
- určení úvah, předpokladů nebo důkazů, o které se opírá určitý závěr
- úvaha nad možnými důsledky vědeckého a technického rozvoje pro společnost (Frýzková a Palečková, 2007).

Podle skóru dosaženého v testu je každému žákovi přiřazena jedna ze šesti úrovní způsobilosti. V tab. 5 je uveden podrobný popis jednotlivých úrovní způsobilosti na celkové škále přírodovědné gramotnosti (Palečková a kol., 2007).

Tab. 5: Úrovně způsobilosti pro oblast přírodních věd (Palečková a kol., 2007).

Úroveň	Zastoupení žáků	Co umějí žáci na dané úrovni
6	1,3 % průměr OECD 1,8 % Česká republika	Žáci využívají znalosti z přírodních věd a znalosti o přírodních vědách v mnoha rozmanitých situacích denního života. Propojují různá vysvětlení a různé informační zdroje a k podpoře svých rozhodnutí používají podklady z těchto zdrojů. Jasně a důsledně prokazují své pokročilé vědecké myšlení a schopnost argumentovat a jsou ochotni zapojit se do řešení neobvyklých přírodovědných či technických situací. Na základě svých přírodovědných vědomostí vhodně argumentují pro konkrétní doporučení a rozhodnutí v osobních, sociálních i globálních situacích.
5	9,1 % průměr OECD 11,6 % Česká republika	Žáci rozpoznávají přírodovědné aspekty mnoha situací běžného života a používají v nich jak znalosti z přírodních věd, tak znalosti o přírodních vědách. Přitom porovnávají, vybírají a hodnotí důkazy, týkající se takových situací. Žáci důkladně zkoumají problematiku, vhodně propojují své vědomosti, používají pro podporu svých názorů důkazy a na dané situace se dívají kriticky. Vysvětlení formulují na základě předkladů a argumentů získaných vlastní analýzou problému.
4	29,4 % průměr OECD 33,3 % Česká republika	Žáci efektivně pracují v situacích, které po nich vyžadují vytvářet závěry o významu přírodních věd a techniky. Žáci vybírají a propojují vhodná vysvětlení z různých oborů přírodních věd nebo techniky, a dále tato vysvětlení spojují s aspekty denního života. S využitím svých přírodovědných vědomostí a dalších podkladů hodnotí svou činnost a sdělují svá rozhodnutí.
3	56,8 % průměr OECD 61,1 % Česká republika	Žáci rozpoznávají v různých situacích přírodovědné problémy od jiných druhů problémů. Pro vysvětlení daného jevu vybírají důležitá fakta a používají jednoduché modely nebo jednoduché vědecké metody. Používají, interpretují a aplikují vědecké poznatky a teorie z různých oborů. S využitím daných faktů vytvoří krátké sdělení. Při rozhodování využívají své přírodovědné vědomosti.
2	80,9 % průměr OECD 84,5 % Česká republika	Žáci mají přírodovědné vědomosti potřebné k vysvětlování běžných problémů nebo k vyvození závěrů z jednoduchých pokusů, pozorování apod. Na základní úrovni zdůvodňují a interpretují jednoduché výsledky vědeckého zkoumání nebo řešení technického problému.
1	94,9 % průměr OECD 96,6 % Česká republika	Žáci na úrovni 1 mají pouze omezené přírodovědné vědomosti, které mohou použít pouze při řešení malého počtu běžných situací. Předkládají vědecká vysvětlení, která jsou zřejmá a jasně plynou z daných podkladů.

## Výsledky v letech 2000 – 2009

Přírodovědná gramotnost žáků byla zkoumána ve výzkumu PISA v rámci pěti testování (2000, 2003, 2006, 2009, 2012). Výsledky z roku 2012 nejsou zatím k dispozici. První výsledky z tohoto testování budou zveřejněny na mezinárodní tiskové konferenci v Paříži 3. prosince 2013. Přírodovědná gramotnost byla hlavní testovanou oblastí pouze

v roce 2006, v ostatních uvedených letech byl výzkum zaměřen na jinou oblast (Mezinárodní šetření PISA, 2012).

Česká republika se zúčastnila všech pěti zmiňovaných cyklů výzkumu. V tab. 6 je uveden počet škol a počet žáků v České republice zapojených do jednotlivých cyklů výzkumu PISA. Mezi školami byly vždy zastoupeny různé druhy škol - základní školy, gymnázia víceletá, gymnázia čtyřletá, střední odborné studium ukončené maturitní

Tab. 6: Jednotlivé cykly výzkumu PISA (vytvořeno podle Palečková a kol., 2010).

Rok	Počet škol v ČR	Počet žáků v ČR
2000	253	9400
2003	260	9900
2006	246	9000
2009	290	7500

zkouškou, střední odborné studium neukončené maturitní zkouškou a speciální školy. Vzorek je vždy vybírán podle mezinárodně daných pravidel, aby byla zaručena jeho reprezentativnost ve všech zemích zapojených do výzkumu PISA (Palečková a kol., 2010).

V tab. 7 je uveden přehled výsledků výzkumu PISA v letech 2000 – 2009. V rámci prvních třech cyklů testování (2000, 2003, 2006) dosáhli v průměru čeští žáci v přírodovědném testu nadprůměrného výsledku. V roce 2009 byl pozorován významný propad ve výsledcích českých žáků. Z 56 zemí, které se zúčastnily výzkumu PISA v roce 2006 i v roce 2009, zaznamenala Česká republika dokonce největší propad. V roce 2009 odpovídal průměrný výsledek českých žáků průměrnému výsledku žáků zemí OECD.

Tab. 7: Přehled výsledků výzkumu PISA v letech 2000 - 2009 (vytvořeno podle Mandíková a kol., 2012).

Rok	Průměrný počet bodů ČR	Průměrný počet bodů OECD	Počet zemí/z toho počet zemí OECD	Pořadí ČR	Počet zemí s významně lepším výsledkem	Počet zemí se srovnatelným výsledkem
2000	511	500	32/28	11	7	7
2003	523	496	41/30	9	2	10
2006	513	500	57/30	15	9	10
2009	500	501	65/34	24	19	12

Spolu s poklesem průměrného počtu bodů českých žáků mezi lety 2006 a 2009, došlo také v tomto období ke zvětšení podílu žáků nacházejících se pod druhou – základní – úrovní způsobilosti z 15,5 % v roce 2006 na 17,3 % v roce 2009 a zároveň také k poklesu podílu žáků na dvou nejvyšších úrovních způsobilosti (z 11,6 % na 8,4 %) (Mandíková a kol., 2012).

### Podrobnější pohled na výsledky z roku 2009

Do výzkumu PISA v roce 2009 se zapojilo celkem 65 zemí včetně všech 34 členských zemí OECD. V tab. 8 jsou uvedeny země OECD účastníci se výzkumu PISA v roce 2009 a jejich průměrné výsledky v přírodovědném testu, který obsahoval celkem

18 úloh, jejichž součástí bylo 53 otázek (Palečková a kol., 2010). Vůbec nejvyššího průměrného bodového zisku 575 dosáhli žáci ze Šanghaje (Čína). Z výsledků mimo země OECD stojí za zmínku ještě průměrný výsledek 549 žáků z Hongkongu (Čína) a žáků ze Singapuru (542) (Mandíková a kol., 2012).

Tab. 8: Průměrné výsledky (vytvořeno podle Palečková a kol., 2010).

Země	Průměr
Finsko	554
Japonsko	539
Korejská republika	538
Nový Zéland	532
Kanada	529
Estonsko	528
Austrálie	527
Nizozemsko	522
Německo	520
Lichtenštejnsko	520
Švýcarsko	517
Velká Británie	514
Slovinsko	512
Polsko	508
Irsko	508
Belgie	507
Maďarsko	503
USA	502
<b>Česká republika</b>	500
Norsko	500
Dánsko	499
Francie	498
Island	496
Švédsko	495
Rakousko	494
Portugalsko	493
Slovensko	490
Itálie	489
Španělsko	488
Lucembursko	484
Řecko	470
Turecko	454
Chile	447
Mexiko	416

Průměrná úspěšnost v přírodovědných úlohách byla 54,4 % u českých žáků. Rozdíl ve výsledcích chlapců a dívek byl podobně jako v zemích OECD nevýznamný, přičemž dívky dosáhly nepatrně lepšího výsledku (54,8 %) než chlapci (54,1 %).

Žáci v České republice byli úspěšnější při řešení otázek s výběrem odpovědi než při řešení otázek s tvorbou vlastní odpovědi, avšak rozdíl v úspěšnosti řešení otázek s výběrem a tvorbou odpovědi je v porovnání se žáky ze zemí OECD s nejlepšími výsledky v přírodovědném testu (Finsko, Japonsko) větší.

Graf 5 zobrazuje průměrnou úspěšnost žáků zemí OECD i českých, finských, japonských, německých, polských a maďarských žáků v otázkách zaměřených na vědomosti z přírodních věd a vědomosti o přírodních vědách. Je patrné, že žáci z ČR jsou významně úspěšnější v otázkách zaměřených na vědomosti z přírodních věd, tedy na znalosti obsahu. Hůře řeší čeští žáci otázky zaměřené na vědomosti o přírodních vědách, tedy otázky metodické, které jsou zaměřeny například na tvorbu hypotéz, využívání různých výzkumných metod, experimentování, zisk a interpretaci dat, posuzování výsledků výzkumu, formulaci a dokazování závěrů. Horšímu výsledku českých žáků v otázkách zaměřených na vědomosti o přírodních vědách se nelze příliš divit, neboť čeští žáci se s úlohami a otázkami podobného typu ve škole, v učebnicích nebo ve sbírkách úloh příliš nesetkávají. Dále je z grafu 5 patrné, že rozdíl v úspěšnosti mezi oběma typy otázek je u českých žáků



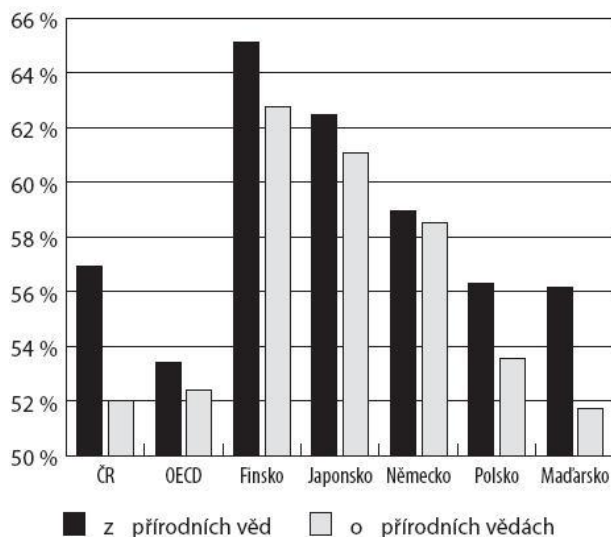
v porovnání se žáky ze zemí OECD s význameně lepším výsledkem v testu přírodovědné gramotnosti (Finsko, Japonsko, Německo, Polsko) větší.

Co se týká sledovaných kompetencí, rozdíl průměrné úspěšnosti v otázkách zaměřených na rozpoznávání přírodovědných otázek a otázkách zaměřených na vysvětlování jevů pomocí přírodních věd je u českých žáků nevýznamný. Zato v otázkách zaměřených na používání vědeckých důkazů si žáci v České republice vedli význameně hůře. Zajímavé je srovnání průměrné úspěšnosti českých žáků podle sledované kompetence s žáky ze zemí OECD, kteří dosáhli v přírodovědném testu význameně lepšího výsledku než čeští žáci. Konkrétně se jedná o žáky z Finska, Německa a Polska, kteří si vedli význameně lépe v otázkách zaměřených na používání vědeckých důkazů v porovnání s otázkami zaměřenými na sledování zbylých dvou kompetencí. Průměrnou úspěšnost podle kompetencí pro žáky z ČR, Finska, Německa, Polska, Maďarska a zemí OECD zachycuje graf 6 (Mandíková a kol., 2012).

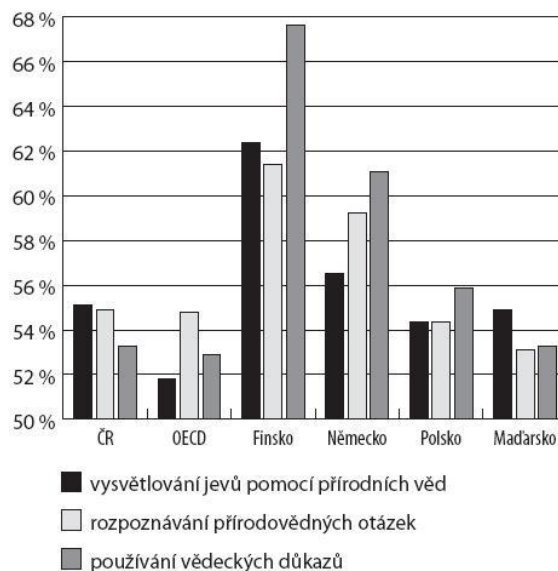
### Biologie v rámci šetření PISA 2009

Součástí testu v rámci výzkumu PISA v roce 2009 bylo devět úloh s biologickou tematikou, které obsahovaly celkem 26 otázek, z nichž pět spadalo zároveň do chemie a jedna do zeměpisu.

Z grafu 7, který zobrazuje průměrnou úspěšnost českých žáků podle školních předmětů (navíc je kategorie Technika), je patrné, že průměrná úspěšnost českých žáků



Graf 5: Průměrná úspěšnost podle vědomostí (Mandíková a kol., 2012).



Graf 6: Průměrná úspěšnost podle sledované kompetence (Mandíková a kol., 2012).

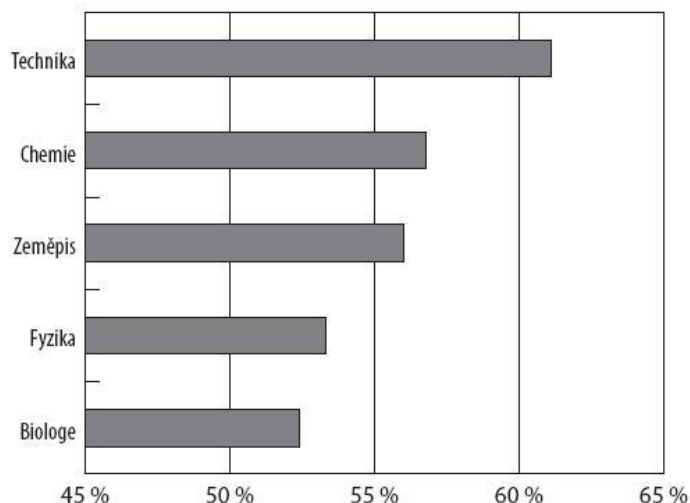
v biologických otázkách (52,4 %) byla nejmenší ze všech uvedených kategorií. Žáci zemí OECD dosáhli v průměru úspěšnosti 51,7 %.

Průměrná úspěšnost žáků v ČR byla lepší v řešení otázek o přírodních vědách (51,8 %) než v řešení otázek z přírodních věd (49,1 %). U žáků zemí OECD byl rozdíl mezi oběma typy otázek větší (9,2 %), v otázkách o přírodních vědách dosáhli lepšího průměru

(55,4 %) než čeští žáci naopak v otázkách z přírodních věd horšího průměru (46,2 %) než čeští žáci. V ČR má biologické učivo spíše akademický a encyklopedický charakter, tudíž by se dalo předpokládat, že celkově budou metodicky zaměřené otázky o přírodních vědách řešeny hůře než na obsah zaměřené otázky z přírodních věd. Z uvedených výsledků je ale zřejmé, že u biologických otázek se tento předpoklad nepotvrdil.

V ČR byly dívky o 5,5 % úspěšnější než chlapci v řešení úloh z biologie. Dívky dosáhly průměrné úspěšnosti 56,1 %, chlapci 50,6 % (Mandíková a kol., 2012).

„V souboru analyzovaných otázek se nepotvrdilo, že by biologické téma mělo vliv na úspěšnost řešení otázek českými žáky. Roli hraje typ otázky, její charakter a požadovaná kompetence.“ (Mandíková a kol., 2012)



Graf 7: Průměrná úspěšnost žáků ČR podle školních předmětů (Mandíková a kol., 2012).

## **3. Metodika**

### **3.1. Text pro učitele**

Součástí diplomové práce je i v teoretické rovině zpracovaná tematika transgenních plodin a třetího světa. Tento text má délku 13 stran, je rozdělen celkem do deseti kapitol a doplněn grafy, tabulkami a obrázky. Text byl vytvořen na základě analýzy odborně biologických materiálů týkajících se problematiky transgenních plodin a problémů rozvojových zemí. Vzhledem k tomu, že ve středoškolských učebnicích je tato tematika většinou opomíjena, byl vytvořen s cílem sloužit středoškolským vyučujícím jako zdroj informací k jejich přípravě na výuku tohoto tématu. Text pro učitele je obsahem kapitoly 2.1.

### **3.2. Příprava materiálů pro výzkum**

#### **3.2.1. Test**

Při přípravě testu typu PISA (viz Příloha 1) byly nejprve stanoveny tři tematické okruhy – Transgenní rostliny, Zlatá rýže, Očkování a jedlé vakcíny. K jednotlivým tematickým okruhům bylo následně vytvořeno vždy pět až šest otázek, před kterými se nachází nebo je doprovází určitý materiál (text, graf, obrázek, tabulka). Test obsahuje celkem 16 otázek a 12 textů. Za každým textem tedy následuje buď jedna, nebo dvě otázky, na které by měli žáci s pomocí textů správně odpovědět. Součástí testu jsou celkem čtyři typy otázek:

- 1) komplexní otázky s výběrem odpovědi, kdy žák volí jednu z odpovědí ano/ne v souboru čtyř otázek
- 2) otázky s výběrem odpovědi, v rámci kterých žák vybírá jedinou správnou odpověď ze čtyř nabízených možností
- 3) otevřené otázky s tvorbou krátké odpovědi, kde žák formuluje vlastní odpověď, která je vyjádřena jen jedním či několika slovy
- 4) otevřené otázky s tvorbou delší odpovědi, v rámci kterých žáci formulují vlastními slovy rozsáhlejší odpověď.

První tři z uvedených typů otázek jsou v testu zastoupeny rovnoměrně. Test obsahuje pět komplexních otázek s výběrem odpovědi ano/ne, pět otázek s výběrem jediné správné odpovědi ze čtyř možností, pět otevřených otázek s tvorbou krátké odpovědi a jednu otevřenou otázku s tvorbou delší odpovědi. Při řešení jednotlivých testových otázek museli

žáci uplatňovat určité dovednosti, které jsou uvedeny u jednotlivých otázek ve výsledkové části. Dovednosti byly stanoveny s pomocí strukturace dovedností (Čudová a kol., 2013). Při tvorbě testu byly využity odborné publikace, časopisy a především internetové stránky. Z nich byly čerpány odborné texty, grafy a obrázky.

### **3.2.2. Záznamový list**

Žáci zaznamenávali své odpovědi do záznamového listu (viz Příloha 2), jehož součástí jsou také doplňující otázky, které měly zjišťovat názory a postoje žáků k jednotlivým textům a otázkám. Doplňující otázky byly vytvořeny s pomocí Dotazníku pro žáky použitého při projektu GA ČR (P407/10/0514) (GA ČR, 2010-2013). Poslední skupina otázek (Jak často se v hodinách biologie setkáváte s následujícími situacemi?) byla z Dotazníku pro žáky zadaného v rámci projektu GA ČR převzata, pro vytvoření ostatních doplňujících otázek byl dotazník použitý při projektu GA ČR pouze inspirativní.

### **3.2.3. Dotazník pro učitele**

Dotazník pro učitele (viz Příloha 3) byl vytvořen s pomocí Dotazníku pro učitele SŠ, který byl použit v rámci projektu GA ČR (P407/10/0514) (GA ČR, 2010-2013). Poslední skupina otázek v Dotazníku pro učitele (Jak často zařazujete do hodin biologie následující situace?) byla z Dotazníku pro učitele SŠ využitého v rámci projektu GA ČR plně převzata, pro tvorbu ostatních otázek, které jsou součástí Dotazníku pro učitele, byl Dotazník pro učitele SŠ použitý při projektu GA ČR pouze inspirativní.

## **3.3. Ověřování materiálů**

Před samotným hlavním výzkumem byl proveden předvýzkum, v rámci něhož byl test a záznamový list s doplňujícími otázkami zadán pěti žákům 7. ročníku osmiletého studia rakovnického gymnázia. V rámci předvýzkumu bylo zjištěno, že stanovený čas k vypracování testu je dostatečný a že test a doplňující otázky produkují takové údaje, které se od nich očekávaly.

Následně byly test s doplňujícími otázkami a dotazník pro učitele ověřovány na čtyřech gymnáziích: na rakovnickém gymnáziu Zikmunda Wintra (vyučující Mgr. Mánková) a třech pražských gymnáziích: gymnáziu Jana Nerudy (PaedDr. Pipková), gymnáziu Christiana Dopplera (Mgr. Straková) a Malostranském gymnáziu (Mgr. Koblíhová). Testy a doplňující otázky byly zadány celkem 82 žákům ve věku 16 až 19 let ve třídách čtyřletého (rakovnické gymnázium), šestiletého (gymnázium Jana Nerudy) a osmiletého studia (gymnázium Christiana Dopplera, Malostranské gymnázium).

V tab. 9 je uveden přehled škol a počty testovaných žáků na jednotlivých školách. K výběru škol nebyla využita žádná statistická metoda náhodného výběru dat. Školy byly vybrány na základě realizované pedagogické praxe a osobní spolupráce s vyučujícími. Na vypracování testu měli žáci 30 minut, na doplňující otázky, které jsou součástí záznamového listu, odpovídali žáci dalších pět minut. Vyučující vyplňovaly dotazník během řešení testových úloh žáky.

Tab. 9: Přehled škol a počty testovaných žáků.

Škola	Třída	Počet žáků
Gymnázium Zikmunda Wintra	C3A (3. ročník čtyřletého studia)	20
Gymnázium Christiana Dopplera	7.F (7. ročník osmiletého studia)	20
Gymnázium Jana Nerudy	4.C (4. ročník šestiletého studia)	21
Malostranské gymnázium	7.AG (7. ročník osmiletého studia)	21

### 3.4. Hodnocení testu

Za správnou odpověď na otázku s výběrem jediné správné odpovědi ze čtyř možností získává žák 1 bod. Za zcela správně zodpovězenou komplexní otázku s výběrem odpovědi ano/ne, obdrží žák 2 body. Komplexní otázka představuje vždy soubor čtyř podotázek. Za každou správnou odpověď na jednu podotázku žák tedy získává 0,5 bodu. Pokud žák správně zodpoví otázku 2 a 15 (otevřené otázky s tvorbou krátké odpovědi), obdrží 1 bod. V případě třech ostatních otevřených otázek s tvorbou krátké odpovědi a otevřené otázky s tvorbou delší odpovědi se uvažuje i částečná odpověď. V tomto případě za úplnou odpověď žák získá 2 body, za částečnou odpověď 1 bod. Řešení jednotlivých otázek je součástí příloh.

### 3.5. Statistická analýza

#### Vlastnosti testu

##### Průměrné skóre a průměrná úspěšnost

Za každou správně zodpovězenou testovou otázku získává žák bodové ohodnocení. Průměrné skóre udává průměrný počet dosažených bodů v testu, lze ho vypočítat jako součet bodových zisků jednotlivých žáků dělený jejich počtem. Maximální možné skóre představuje součet všech bodů, které je možné získat v testu. Maximální počet bodů, kterého může žák v testu dosáhnout, činí 25 bodů. Průměrná úspěšnost udává v procentech poměr průměrného skóre a maximálního možného skóre. (Vasileská a Marvánová, 2006).

## Reliabilita testu

Reliabilita vyjadřuje míru přesnosti a spolehlivosti testu. Koeficient reliability  $r_{kr}$  lze vypočítat pomocí Kuderova-Richardsonova vzorce

$$r_{kr} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right),$$

kde  $k$  je počet otázek v testu,  $p$  je podíl žáků ve vzorku, kteří odpověděli na určitou otázku v testu správně,  $q = 1 - p$  a  $s$  je směrodatná odchylka pro celkové výsledky žáků v testu, kterou lze vypočítat pomocí vztahu

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum n_i (x_i - \bar{x})^2},$$

kde  $n$  je celkový počet žáků,  $x_i$  jednotlivé dosažené počty bodů,  $n_i$  počty žáků, kteří dosáhli výsledků  $x_i$  a  $\bar{x}$  aritmetický průměr výsledků žáků v testu, který určíme dle vzorce

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum n_i x_i \text{ (Chráska, 1999).}$$

Koeficient reliability nabývá hodnot od 0 (testy naprosto nepřesné a nespolehlivé) až po hodnoty blízké 1 (testy dokonale přesné a spolehlivé) (Vasileská a Marvánová, 2006).

## Položková analýza

### Úspěšnost žáků v testové otázce

Úspěšnost žáků v testové otázce představuje v procentech podíl žáků, kteří na danou otázku odpověděli správně, a všech testovaných žáků.

Hrubá úspěšnost vyjadřuje podíl žáků, kteří danou otázku vyřešili zcela správně, a všech testovaných žáků. Po vynásobení stem získáme hodnotu v procentech. Jestliže otázka umožňuje částečně správnou odpověď, jsou do výpočtu hrubé úspěšnosti zařazeni pouze ti žáci, kteří odpověděli zcela správně a získali plný počet bodů.

Čistá úspěšnost představuje podíl žáků, kteří danou otázku vyřešili správně (zcela správně, popřípadě částečně správně), a všech testovaných žáků. Po vynásobení stem získáme rovněž hodnotu v procentech (Vasileská a Marvánová, 2006).

### Obtížnost testové otázky

Obtížnost dané testové otázky lze posoudit podle toho, kolik žáků na ni dokáže správně odpovědět. Hodnota obtížnosti  $Q$  udává procento žáků ve vzorku, kteří na danou otázku odpověděli nesprávně anebo ji vynechali. Lze ji vypočítat podle vztahu

$$Q = 100 \frac{n_n}{n},$$

kde  $n_n$  je počet žáků, kteří odpověděli nesprávně anebo neodpověděli,  $n$  celkový počet žáků. Je-li  $Q$  vyšší než 80 %, lze testovou otázku považovat za velmi obtížnou. V případě,

že je hodnota obtížnosti nižší než 20 %, můžeme otázku považovat za velmi snadnou (Chráska, 1999).

K vyjádření obtížnosti testové otázky se používá také index obtížnosti  $P$ , který udává procento žáků ve vzorku, kteří danou otázku zodpověděli správně. Hodnotu  $P$  lze vypočítat dle vzorce

$$P = 100 \frac{n_s}{n},$$

kde  $n_s$  je počet žáků, kteří na danou otázku odpověděli správně. Platí, že  $P + Q = 100$ .

Pokud však hodnocení dané otázky nenabývá pouze dvou hodnot (otázka řešena správně nebo chybně), ale může nabývat více hodnot (např. 0, 1, 2, ..., MAX), vzorec pro výpočet indexu obtížnosti se upravuje na následující tvar

$$P = 100 \frac{\bar{b}}{MAX}.$$

MAX je maximální počet bodů, které může jeden žák za vyřešení dané otázky získat a  $\bar{b}$  je aritmetický průměr bodových zisků všech žáků v dané otázce. Hodnotu obtížnosti  $Q$  lze následně určit dle vztahu  $Q = 100 - P$ . V tomto případě se index obtížnosti či hodnota obtížnosti interpretují jako „míra správnosti“ či „míra chybovosti“ při řešení otázky. Nelze je tedy interpretovat jako procento žáků, kteří danou úlohu řešili správně či chybně jako tomu bylo v předchozím případě (Schindler a kol., 2006).

V práci jsem pracovala v naprosté většině případů s hodnotami úspěšnosti, hodnotu obtížnosti jsem uvedla pouze v souvislosti s hodnotou koeficientu citlivosti ULI.

### **Citlivost testové otázky**

Citlivost testových otázek vypovídá o schopnosti otázky rozlišovat mezi žáky úspěšnými (žáci s vysokým počtem dosažených bodů v testu) a slabými (žáci s nízkým bodovým ziskem z testu). Citlivost dané otázky lze určit pomocí výpočtu některého z tzv. koeficientů citlivosti, jichž byla navržena celá řada. Koeficienty nabývají hodnot od -1 do +1. Pokud dosahuje koeficient citlivosti záporné hodnoty, otázka zvýhodňuje žáky s celkově horšími výsledky v testu – takové otázky by se však v testu neměly objevovat. V případě kladné hodnoty koeficientu citlivosti v otázce dosahují lepších výsledků žáci s celkově lepšími výsledky v testu. Pokud má koeficient citlivosti hodnotu 0, otázka nerozlišuje mezi oběma skupinami žáků, tzn., že žáci s celkově horšími i celkově lepšími výsledky v testu jsou v dané otázce stejně úspěšní.

K určení citlivosti testové otázky se nejčastěji používá koeficient citlivosti ULI, kdy nejprve rozdělíme žáky podle bodového zisku z testu na dvě poloviny: skupinu „lepších“

(s vyšším počtem dosažených bodů v testu) a „horších“ (s nižším počtem dosažených bodů) a následně vypočítáme hodnotu koeficientu citlivosti ULI podle vztahu

$$d = \frac{n_L - n_H}{0,5 N},$$

kde  $d$  je koeficient citlivosti ULI,  $n_L$  počet žáků z lepší skupiny, kteří na danou otázku odpověděli správně,  $n_H$  počet žáků z horší skupiny, kteří danou otázku zodpověděli správně a  $N$  celkový počet žáků (Chráska, 1999; Schindler a kol., 2006).

U otázek s hodnotou obtížnosti  $Q = 30 - 70 \%$  by měl mít koeficient citlivosti ULI hodnotu alespoň 0,25 a u otázek, kde  $Q = 20 - 30 \%$  a  $70 - 80 \%$ , by mělo  $d$  nabývat hodnoty alespoň 0,15 (Chráska, 1999).

V případě rozšířenějšího bodového hodnocení otázky než jen správně nebo chybně se k určení citlivosti testové otázky používá modifikovaný koeficient citlivosti ULI, který lze vypočítat pomocí vzorce

$$d = \frac{P_L - P_H}{100},$$

kde  $P_L$  je úspěšnost žáků z lepší skupiny v dané otázce (index obtížnosti pro žáky z lepší skupiny) a  $P_H$  úspěšnost žáků z horší skupiny (index obtížnosti pro žáky z horší skupiny) (Schindler a kol., 2006).

### 3.6. Zpracování výsledků

V kapitole Výsledky je první část věnována vlastnostem testu, druhá část položkové analýze a třetí část postojům žáků k obsahu textů, které jsou součástí testu. Ve výsledkové části jsem nepracovala se všemi daty získanými v rámci dotazníkového šetření. Z doplňujících otázek pro žáky jsem vyhodnocovala, jak obtížné bylo pro žáky vyřešení jednotlivých otázek a to nakolik souhlasili s tvrzeními vztahujícími se k informacím v textech obsažených v jednotlivých souborech úloh. U Dotazníku pro učitele jsem vyhodnocovala odhadovanou průměrnou úspěšnost žáků při řešení jednotlivých otázek.

#### Vlastnosti testu

Test je charakterizován jednotlivými tabulkami, které ukazují základní statistické charakteristiky testu (počet účastníků, chlapců, dívek, otázek, průměrná úspěšnost, průměrné skóre, směrodatná odchylka skóre, maximální a minimální možné skóre, maximální a minimální dosažené skóre, reliabilita), zastoupení jednotlivých typů otázek v testu a rozdělení otázek podle hodnoty průměrné úspěšnosti na obtížné, kdy průměrná úspěšnost nabývá hodnot 0 až 35 %, středně těžké s průměrnou úspěšností 36 až 70 % a snadné s průměrnou úspěšností 71 až 100 %. Jsou zde uvedeny i vybrané základní



statistické charakteristiky testu vztahující se k výsledkům žáků v jednotlivých třídách, kde proběhlo ověřování materiálů a histogram skóre jak pro jednotlivé třídy, tak i vztahující se k celkovým výsledkům.

### **Položková analýza**

U každé otázky jsou uvedeny následující charakteristiky – počet zcela správných odpovědí, případně počet částečně správných odpovědí, hrubá úspěšnost, v případě otázek umožňujících částečnou odpověď i čistá úspěšnost, dále průměrná úspěšnost, hodnota obtížnosti, citlivost, uplatňovaná dovednost a podíl žáků, kteří otázku neřešili. Vypočítané hodnoty průměrné úspěšnosti jsou uvedeny v kontextu s hodnotami úspěšnosti, kterých podle předpokladu vyučujících měli žáci v průměru dosáhnout. Vypočítané hodnoty průměrné úspěšnosti jsou navíc uvedeny v kontextu se žákovským subjektivním hodnocením obtížnosti jednotlivých otázek. Průměrné subjektivní hodnocení obtížnosti jednotlivých otázek bylo vypočítáno tak, že každé „kategorii obtížnosti“ byla přiřazena číselná hodnota od 1 (nejméně příznivý postoj) do 4 (nejvíce příznivý postoj). Kategorii „snadné“ byla přiřazena číselná hodnota 4, kategorii „středně těžké“ 3, kategorii „obtížné“ 2 a kategorii „neřešitelné“ 1. Dále jsou jednotlivé otázky rozděleny do skupin podle uplatňované dovednosti a je zde uvedena průměrná úspěšnost žáků při řešení otázek z dané skupiny. Vybrané charakteristiky každé otázky jsou vypočítány i pro jednotlivé třídy, ve kterých proběhlo ověřování materiálů.

### **Postoje žáků**

Zde jsou procentuálně vyjádřeny postoje žáků k jednotlivým tvrzením vztahujícím se k obsahu jednotlivých textů, jež jsou součástí testu.

## 4. Výsledky

### 4.1. Text pro učitele

Pro lepší orientaci vyučujících je text rozdělen celkem do deseti kapitol, jejichž součástí jsou ve dvou případech i další podkapitoly. Vyučující tak snadno najde určitou část problematiky, na kterou právě hodlá svoji výuku zaměřit. Navíc text obsahuje i čtyři grafy, čtyři obrázky a dvě tabulky, které může vyučující ke zvýšení názornosti své výuky rovněž využít.

### 4.2. Vlastnosti testu

V tab. 10 jsou uvedeny základní statistické charakteristiky testu, v tab. 11 zastoupení jednotlivých typů otázek a průměrná úspěšnost žáků při jejich řešení. S nejvyšší průměrnou úspěšností (64,94 %) řešili žáci komplexní otázky s výběrem odpovědi ano/ne. Každá komplexní otázka, kterých je v testu celkem pět, je tvořena čtyřmi podotázkami. Při započítání podotázek bylo tedy celkem hodnoceno 31 otázek. V tab. 12 je uvedeno rozdělení otázek podle hodnoty průměrné úspěšnosti na obtížné, středně těžké a snadné.

Tab. 10: Základní statistické charakteristiky testu.

Charakteristiky testu	Hodnoty
Počet účastníků	82
Počet chlapců	26
Počet dívek	56
Počet otázek/včetně podotázek	16/31
Max. možné skóre	25,0
Max. dosažené skóre	20,0
Mín. možné skóre	0,0
Mín. dosažené skóre	3,5
Průměrné skóre	12,9
Směrodatná odchylka skóre	3,4
Průměrná úspěšnost	51,5 %
Reliabilita	0,510

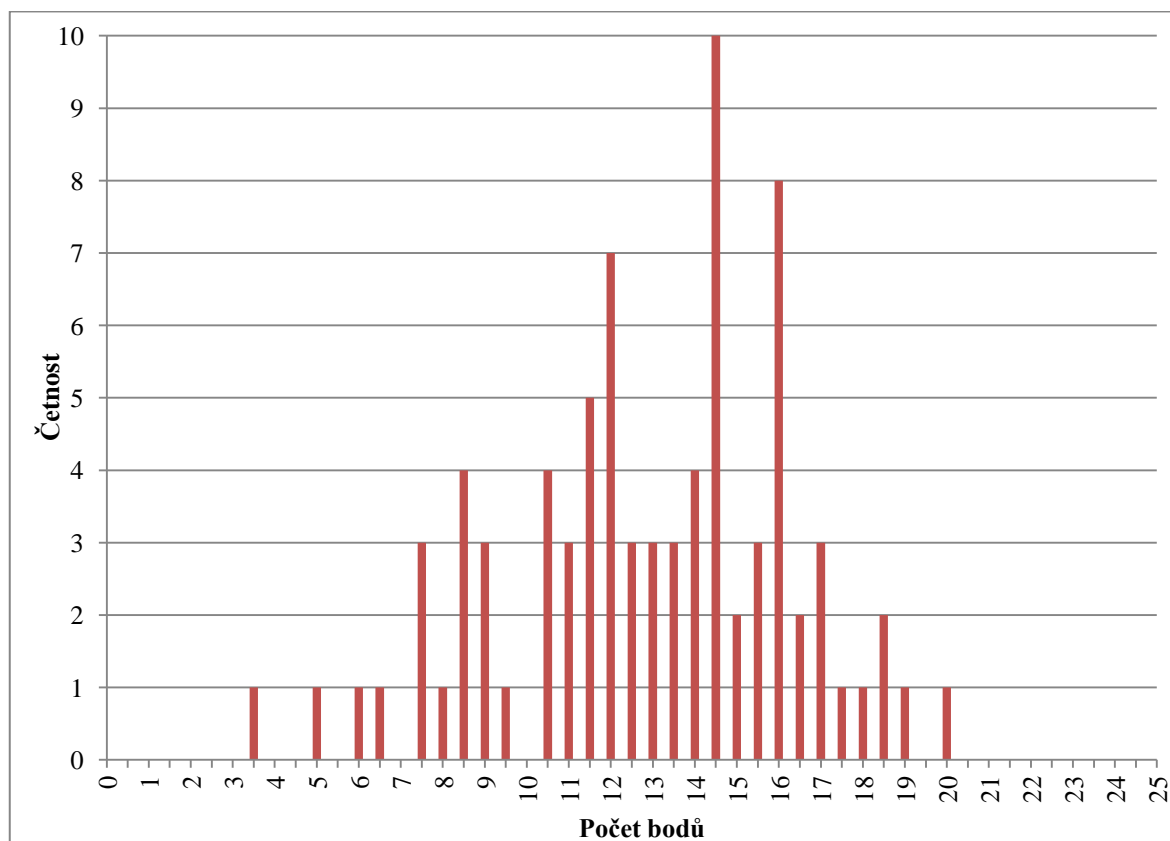
Tab. 11: Zastoupení jednotlivých typů otázek.

Typ otázky	Číslo otázek	Počet otázek	Průměrná úspěšnost/%
Komplexní s výběrem odpovědi ano/ne	1, 4, 5, 10, 11	5	64,94
S výběrem odpovědi ze čtyř možností	3, 6, 8, 14, 16	5	34,88
Otevřená s tvorbou krátké odpovědi	2, 7, 12, 13, 15	5	44,88
Otevřená s tvorbou delší odpovědi	9	1	53,66

Tab. 12: Rozdělení otázek podle průměrné úspěšnosti.

Průměrná úspěšnost/%	Interpretace	Čísla otázek a podotázek	Počet otázek (včetně podotázek)
0 - 35	obtížná	2, 3, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 8, 13, 14	9
36 - 70	středně těžká	1.2, 1.4, 4.1, 6, 7, 9, 10.2, 12, 15, 16	10
71 - 100	snadná	1.1, 1.3, 4.2, 4.3, 4.4, 10.1, 10.3, 10.4, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4	12

Graf 8 představuje histogram skóre. Uvádí počty účastníků, kteří dosáhli konkrétního počtu bodů v testu.



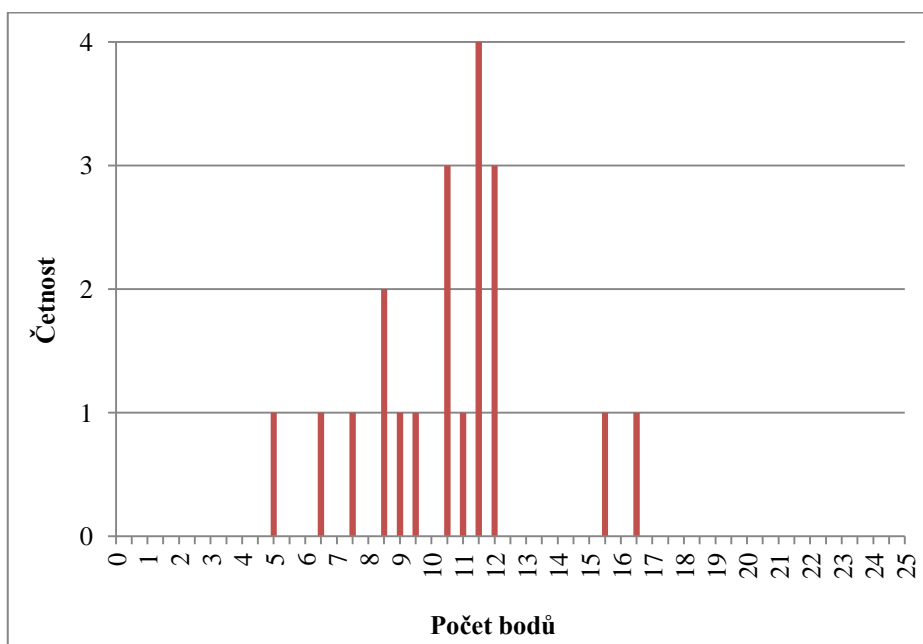
Graf 8: Histogram skóre - celkově.

Pro úplnost a srovnání uvádím i výsledky získané na jednotlivých školách. V tab. 13 jsou uvedeny vybrané základní statistické charakteristiky testu pro žáky na všech čtyřech gymnáziích, kde proběhlo testování. Jednotlivým gymnáziím jsou v práci přiřazeny následující zkratky: gymnázium Zikmunda Wintra Rakovník – GZWR, gymnázium Christiana Dopplera – GChD, gymnázium Jana Nerudy – GJN, Malostranské gymnázium – MalGym.

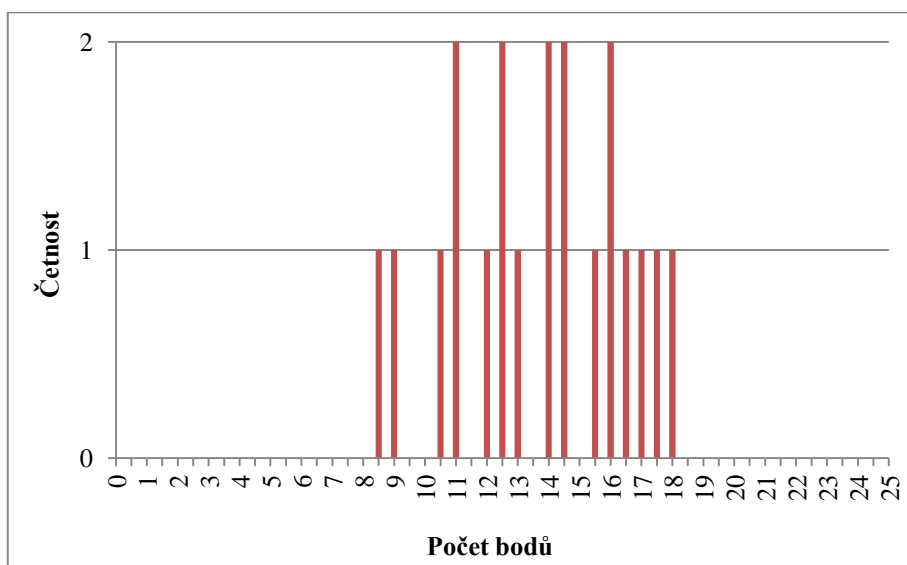
Tab. 13: Vybrané základní statistické charakteristiky testu pro žáky na testovaných školách.

Charakteristiky testu	Hodnoty - GZWR	Hodnoty - GChD	Hodnoty - GJN	Hodnoty - MalGym
Počet účastníků	20	20	21	21
Počet chlapců	4	9	4	12
Počet dívek	16	11	17	9
Max. dosažené skóre	16,5	18,0	18,5	20,0
Min. dosažené skóre	5,0	8,5	7,5	3,5
Průměrné skóre	10,6	13,7	13,9	13,4
Průměrná úspěšnost	42,2 %	54,7 %	55,5 %	53,4 %

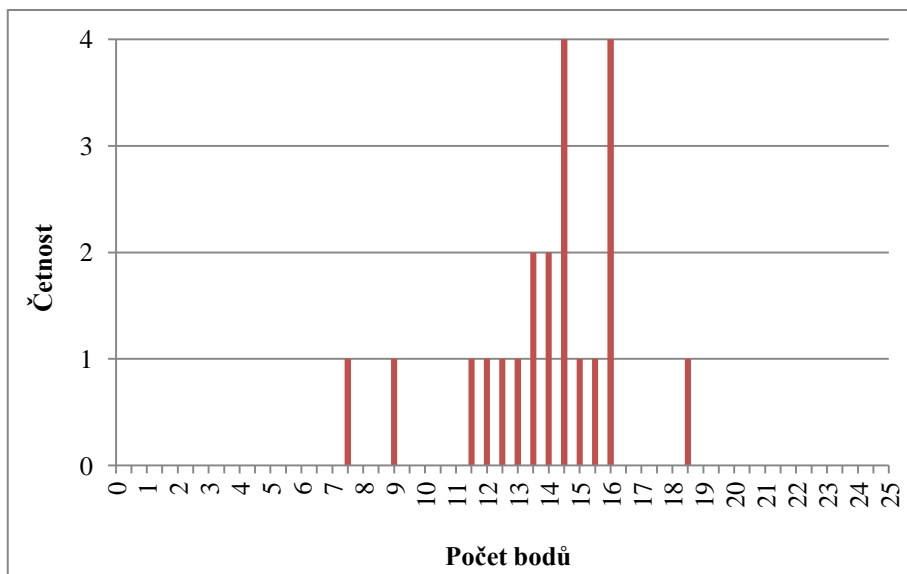
Graf 9, graf 10, graf 11 a graf 12 představují histogram skóre testovaných žáků na jednotlivých gymnáziích.



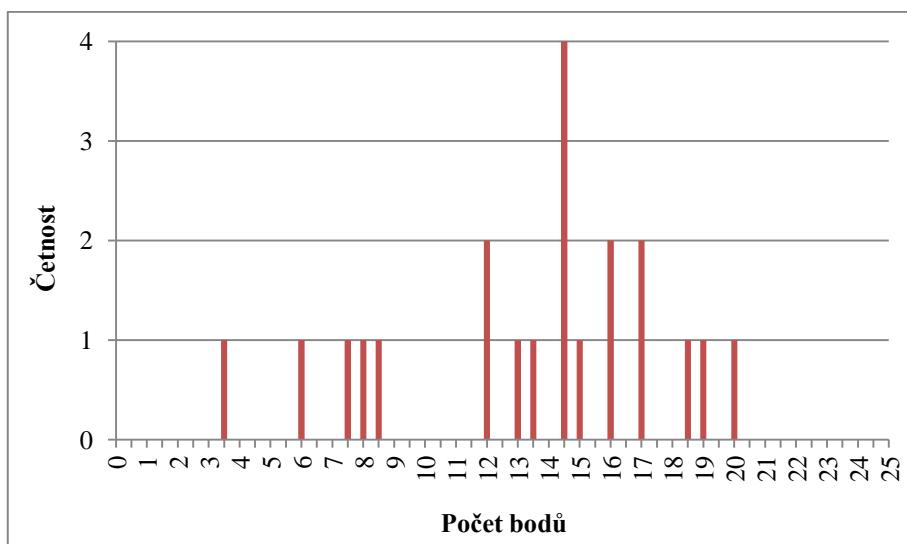
Graf 9: Histogram skóre - GZWR.



Graf 10: Histogram skóre – GChD.



Graf 11: Histogram skóre – GJN.



Graf 12: Histogram skóre – MalGym.

Na základě hodnot v tab. 11 se dá konstatovat, že v testu jsou rovnoměrně zastoupeny různé typy otázek a na základě hodnot v tab. 12, že jsou v něm rovnoměrně zastoupeny otázky snadné, středně těžké a obtížné.

Průměrná úspěšnost žáků v testu činí 51,5 %. Hodnota průměrné úspěšnosti se nachází v předpokládaném intervalu 45 až 55 %, test byl pro žáky středně těžký, hypotéza č. 1 se tedy potvrdila.

Z výsledků uvedených v tab. 13 je zřejmé, že žáci na všech třech pražských gymnáziích dosáhli téměř srovnatelné průměrné úspěšnosti v testu. O více než 10 procent nižší hodnoty průměrné úspěšnosti dosáhli žáci rakovnického gymnázia.

### 4.3. Položková analýza testu

V tab. 14 jsou uvedeny vybrané charakteristiky jednotlivých otázek, které jsou součástí testu.

Podle hodnoty průměrné úspěšnosti bylo pro žáky nejsnadnější vyřešení podotázky 4.2, kdy průměrná úspěšnost nabývá hodnoty 92,68 %. Jedná se o jednu z podotázek u komplexní otázky s výběrem odpovědi ano/ne, tedy o typ otázky, ve kterých dosáhli žáci nejvyšší průměrné úspěšnosti (64,94 %). Naopak nejobtížnější bylo pro žáky vyřešení otázky 3, kde průměrná úspěšnost činí 10,98 %. Jedná se o otázku s výběrem odpovědi ze čtyř možností, ve kterých naopak dosáhli žáci nejnižší průměrné úspěšnosti (34,88 %).

Pouze u třinácti otázek (včetně podotázek) (v tab. 14 jsou zvýrazněny šedou barvou) se vyučujícím podařilo správně odhadnout průměrnou úspěšnost žáků.

Otázky v průměru neřešilo 3,97 % žáků. Pět otázek (otázka 7, 13, 14, 15, 16) neřešilo více než 10 % testovaných žáků, nejméně často řešili žáci otázku 15, u které podíl žáků, kteří otázku neřešili, činí 24,39 %.

Tab. 14: Položková analýza testu.

Otázka č.	Počet zcela správných odpovědí	Počet částečně správných odpovědí	Hrubá úspěšnost/%	Čistá úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost dle učitelů/%	Odchylka mezi průměrnou úspěšností a učitelským odhadem/%	Podíl žáků, kteří otázku neřešili/%
1.1***	59	–	71,95	–	71,95	nad 80	-25,78****	0,00
1.2	34	–	41,46	–	41,46	66-85	-82,10	0,00
1.3*	63	–	76,83	–	76,83	71-90	-4,78	0,00
1.4	55	–	67,07	–	67,07	56-75	2,34*****	1,22
2	29	–	35,37	–	35,37	56-75	-85,19	4,88
3	9	–	10,98	–	10,98	36-55	-314,39	2,44
4.1	33	–	40,24	–	40,24	56-75	-62,77	1,22
4.2	76	–	92,68	–	92,68	nad 80	2,35	0,00
4.3	66	–	80,49	–	80,49	71-90	-0,01	0,00
4.4	72	–	87,80	–	87,80	nad 80	-3,08	1,22
5.1	28	–	34,15	–	34,15	nad 80	-165,01	0,00
5.2	26	–	31,71	–	31,71	66-85	-138,10	0,00
5.3	26	–	31,71	–	31,71	71-90	-153,86	0,00
5.4	19	–	23,17	–	23,17	66-85	-225,85	0,00
6	53	–	64,63	–	64,63	56-75	-1,35	1,22
7	29	24	35,37	64,63	50,00	41-60	-1,00	10,98
8	16	–	19,51	–	19,51	41-60	-158,84	2,44
9	30	28	36,59	70,73	53,66	51-70	-12,75	8,54
10.1	74	–	90,24	–	90,24	71-90	10,79	1,22
10.2	39	–	47,56	–	47,56	41-60	-6,18	4,89

10.3	69	–	84,15	–	84,15	71-90	4,34	1,22
10.4**	61	–	74,39	–	74,39	51-70	18,67	2,44
11.1	64	–	78,05	–	78,05	71-90	-3,14	2,44
11.2	66	–	80,49	–	80,49	66-85	6,20	2,44
11.3	69	–	84,15	–	84,15	56-75	22,16	2,44
11.4	66	–	80,49	–	80,49	56-75	18,62	2,44
12	24	40	29,27	78,05	53,66	61-80	-31,38	6,10
13	12	24	14,63	43,90	29,27	36-55	-55,45	13,41
14	29	–	35,37	–	35,37	46-65	-56,91	14,63
15	46	–	56,10	–	56,10	31-50	27,81	24,39
16	36	–	43,90	–	43,90	51-70	-37,81	10,98

\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, u kterých je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti součástí intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující.

\*\*Černou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, kde je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti vyšší než nejvyšší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „podcenila“).

\*\*\*U nezvýrazněných otázek a podotázek je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti nižší než nejnižší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „přecenila“).

\*\*\*\*Záporná hodnota odchylky mezi průměrnou úspěšností a učitelským odhadem průměrné úspěšnosti představuje optimističtější odhad oproti skutečnosti.

\*\*\*\*\*Kladná hodnota odchylky mezi průměrnou úspěšností a učitelským odhadem průměrné úspěšnosti představuje pesimističtější odhad oproti skutečnosti.

Tab. 15 uvádí další charakteristiky jednotlivých otázek. Pouze v jednom případě (podotázka 4.1) nabývá koeficient citlivosti ULI záporné hodnoty. Zadání této podotázky by bylo třeba pro další vlnu testování upravit. Celkem u devíti otázek (včetně podotázek) (v tab. 15 jsou zvýrazněny šedou barvou), jejichž hodnota obtížnosti je součástí intervalu 30 až 70 %, nenabývá koeficient citlivosti ULI hodnoty alespoň 0,25 a v případě podotázky 5.4, jejíž hodnota obtížnosti je v intervalu 70 až 80 %, nenabývá koeficient citlivosti ULI hodnoty alespoň 0,15. U těchto otázek a podotázek tedy nenabývá koeficient citlivosti ULI předepsané hodnoty, a proto by bylo třeba před další vlnou testování také zvážit úpravu jejich zadání.

Tab. 15: Další charakteristiky jednotlivých otázek.

Otázka č.	Průměrná úspěšnost/%	Subjektivní hodnocení obtížnosti*	Hodnota obtížnosti/%	Koeficient citlivosti ULI	Uplatňovaná dovednost
1.1	71,95	2,94	28,05	0,27	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
1.2**	41,46	2,94	58,54	0,10	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
1.3	76,83	2,94	23,17	0,22	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
1.4	67,07	2,94	32,93	0,12	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
2	35,37	2,80	64,63	0,02	na základě přečteného textu formulovat biologický problém
3	10,98	2,94	89,02	0,07	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
4.1	40,24	3,15	59,76	-0,07	shromažďovat informace z grafických materiálů

4.2	92,68	3,15	7,32	0,10	shromažďovat informace z grafických materiálů
4.3	80,49	3,15	19,51	0,15	shromažďovat informace z grafických materiálů
4.4	87,80	3,15	12,20	0,10	shromažďovat informace z grafických materiálů
5.1	34,15	3,01	65,85	0,24	shromažďovat informace z grafických materiálů
5.2	31,71	3,01	68,29	0,10	shromažďovat informace z grafických materiálů
5.3	31,71	3,01	68,29	0,20	shromažďovat informace z grafických materiálů
5.4	23,17	3,01	76,83	0,07	shromažďovat informace z grafických materiálů
6	64,63	3,04	35,37	0,37	shromažďovat informace z textových materiálů
7	50,00	2,89	50,00	0,24	formulovat získané informace vlastními slovy
8	19,51	2,79	80,49	0,15	shromažďovat informace z textových a grafických materiálů
9	53,66	3,02	46,34	0,39	formulovat získané informace vlastními slovy
10.1	90,24	3,18	9,76	0,10	shromažďovat informace z textových materiálů
10.2	47,56	3,18	52,44	0,02	shromažďovat informace z textových materiálů
10.3	84,15	3,18	15,85	0,22	shromažďovat informace z textových materiálů
10.4	74,39	3,18	25,61	0,27	shromažďovat informace z textových materiálů
11.1	78,05	3,12	21,95	0,20	shromažďovat informace z textových materiálů
11.2	80,49	3,12	19,51	0,29	shromažďovat informace z textových materiálů
11.3	84,15	3,12	15,85	0,12	shromažďovat informace z textových materiálů
11.4	80,49	3,12	19,51	0,15	shromažďovat informace z textových materiálů
12	53,66	3,18	46,34	0,34	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
13	29,27	2,86	70,73	0,34	propojit biologický problém s předchozími vědomostmi
14	35,37	2,75	64,63	0,07	převést informace z textové podoby do grafu
15	56,10	2,78	43,90	0,29	odhadnout významnost informací z hlediska praktického využití
16	43,90	3,08	56,10	0,44	shromažďovat informace z textových materiálů

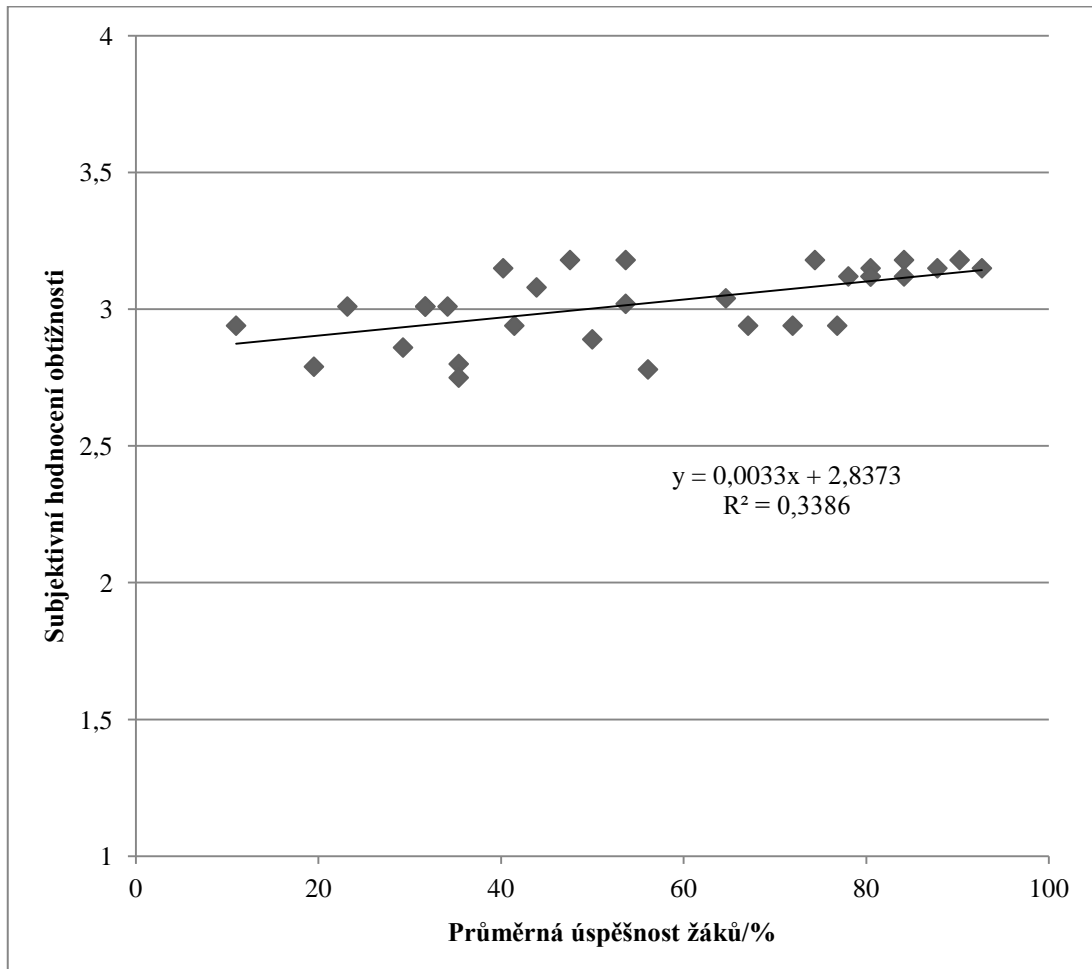
\*Subjektivní hodnocení obtížnosti bylo vypočítáno tak, že „kategorii obtížnosti“ „snadné“ byla přiřazena číselná hodnota 4, kategorii „středně těžké“ 3, kategorii „obtížné“ 2 a kategorii „neřešitelné“ 1.

\*\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky s hodnotou obtížnosti v intervalu 30 až 70 %, u kterých koeficient citlivosti ULI nenabývá hodnoty alespoň 0,25.

Graf 13 zobrazuje vztah mezi průměrnou úspěšností žáků při řešení jednotlivých otázek a jejich subjektivním hodnocením obtížnosti daných otázek. Hodnota koeficientu



determinace  $R^2 = 0,3386$  vyjadřuje relativní „neuspořádanost“ bodů v grafu a neprokazuje tedy závislost obou sledovaných jevů. Hypotéza č. 2 se tedy nepotvrdila.



Graf 13: Srovnání průměrné úspěšnosti žáků při řešení jednotlivých otázek s jejich subjektivním hodnocením obtížnosti daných otázek.

V tab. 16 jsou uvedeny jednotlivé otázky (včetně podotázek), které jsou rozděleny celkem do osmi skupin podle dovednosti uplatňované při jejich řešení. S nejvyšší průměrnou úspěšností (72,81 %) řešili žáci otázky, ve kterých uplatňovali dovednost „shromažďovat informace z textových materiálů“. Hypotéza č. 3, že s nejvyšší průměrnou úspěšností řeší otázky, ve kterých uplatňují dovednost „propojit biologický problém s předchozími vědomostmi“, která je podle mého názoru během výuky častěji procvičována než dovednost „shromažďovat informace z textových materiálů“, se tedy nepotvrdila.

Tab. 16: Otázky podle uplatňované dovednosti.

Uplatňovaná dovednost	Čísla otázek a podotázek	Počet otázek (včetně podotázek)	Průměrná úspěšnost/%
propojit biologický problém s předchozími vědomostmi	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 3, 12, 13	7	50,17
shromažďovat informace z grafických materiálů	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4	8	52,74
shromažďovat informace z textových materiálů	6, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 16	10	72,81
shromažďovat informace z textových a grafických materiálů	8	1	19,51
formulovat získané informace vlastními slovy	7, 9	2	51,83
na základě přečteného textu formulovat biologický problém	2	1	35,37
odhadnout významnost informací z hlediska praktického využití	15	1	56,10
převést informace z textové podoby do grafu	14	1	35,37

Pro úplnost a srovnání uvádím i výsledky získané na jednotlivých školách.

### Gymnázium Zikmunda Wintra

V tab. 17 jsou uvedeny vybrané charakteristiky otázek. Podle hodnoty průměrné úspěšnosti bylo pro žáky nejněsnější vyřešení podotázek 4.2, 4.4 a 10.1, u kterých průměrná úspěšnost činí 90 %. Naopak nejobtížnější bylo pro žáky vyřešení otázek 3 a 13, kde průměrná úspěšnost nabývá hodnoty 10 %. Celkem u jedenácti otázek (včetně podotázek) (v tab. 17 jsou zvýrazněny šedou barvou) se vyučující podařila správně odhadnout průměrná úspěšnost žáků.

Tab. 17: Vybrané charakteristiky otázek – GZWR.

Otázka č.	Počet zcela správných odpovědí	Počet částečně správných odpovědí	Hrubá úspěšnost/%	Čistá úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost dle učitele/%
1.1***	10	-	50	-	50	nad 80
1.2	8	-	40	-	40	nad 80
1.3*	13	-	65	-	65	61-80
1.4	9	-	45	-	45	41-60
2**	10	-	50	-	50	21-40
3	2	-	10	-	10	20 a méně
4.1	11	-	55	-	55	61-80
4.2	18	-	90	-	90	nad 80
4.3	13	-	65	-	65	61-80
4.4	18	-	90	-	90	nad 80
5.1	8	-	40	-	40	nad 80
5.2	11	-	55	-	55	61-80
5.3	8	-	40	-	40	41-60
5.4	7	-	35	-	35	41-60

6	10	-	50	-	50	20 a méně
7	3	3	15	30	22,5	21-40
8	4	-	20	-	20	20 a méně
9	1	7	5	40	22,5	41-60
10.1	18	-	90	-	90	41-60
10.2	12	-	60	-	60	20 a méně
10.3	16	-	80	-	80	61-80
10.4	13	-	65	-	65	21-40
11.1	12	-	60	-	60	41-60
11.2	15	-	75	-	75	41-60
11.3	17	-	85	-	85	21-40
11.4	13	-	65	-	65	21-40
12	2	12	10	70	40	61-80
13	0	4	0	20	10	21-40
14	9	-	45	-	45	21-40
15	7	-	35	-	35	20 a méně
16	6	-	30	-	30	21-40

\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, u kterých je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti součástí intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující.

\*\*Černou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, kde je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti vyšší než nejvyšší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „podcenila“).

\*\*\*U nezvýrazněných otázek a podotázek je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti nižší než nejnižší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „přecenila“).

## Gymnázium Christiana Dopplera

Vybrané charakteristiky otázek jsou uvedeny v tab. 18. Podle hodnot průměrné úspěšnosti byly pro žáky nejsnadnější podotázky 1.1 a 4.4, u kterých průměrná úspěšnost nabývá hodnoty 95 %. Nejobtížnější byla pro žáky otázka 3, kde průměrná úspěšnost činí 5 %. Celkem u jedenácti otázek (včetně podotázek) (v tab. 18 jsou zvýrazněny šedou barvou) se vyučující podařila správně odhadnout průměrná úspěšnost žáků.

Tab. 18: Vybrané charakteristiky otázek – GChD.

Otázka č.	Počet zcela správných odpovědí	Počet částečně správných odpovědí	Hrubá úspěšnost/%	Čistá úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost dle učitele/%
1.1*	19	-	95	-	95	nad 80
1.2	9	-	45	-	45	41-60
1.3***	13	-	65	-	65	nad 80
1.4	15	-	75	-	75	61-80
2	5	-	25	-	25	nad 80
3	1	-	5	-	5	41-60
4.1	3	-	15	-	15	41-60
4.2	18	-	90	-	90	nad 80
4.3	16	-	80	-	80	nad 80
4.4	19	-	95	-	95	nad 80
5.1	6	-	30	-	30	nad 80

5.2	4	–	20	–	20	nad 80
5.3	7	–	35	–	35	nad 80
5.4	4	–	20	–	20	nad 80
6	14	–	70	–	70	nad 80
7**	9	8	45	85	65	41-60
8	5	–	25	–	25	61-80
9	6	9	30	75	52,5	41-60
10.1	16	–	80	–	80	nad 80
10.2	10	–	50	–	50	21-40
10.3	17	–	85	–	85	nad 80
10.4	17	–	85	–	85	41-60
11.1	17	–	85	–	85	nad 80
11.2	16	–	80	–	80	nad 80
11.3	15	–	75	–	75	61-80
11.4	18	–	90	–	90	41-60
12	10	8	50	90	70	41-60
13	4	6	20	50	35	21-40
14	6	–	30	–	30	61-80
15	12	–	60	–	60	20 a méně
16	12	–	60	–	60	41-60

\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, u kterých je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti součástí intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující.

\*\*Černou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, kde je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti vyšší než nejvyšší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „podcenila“).

\*\*\*U nezvýrazněných otázek a podotázek je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti nižší než nejnižší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „přecenila“).

## Gymnázium Jana Nerudy

Tab. 19 uvádí vybrané charakteristiky otázek. Podle hodnoty průměrné úspěšnosti bylo pro žáky nejsnadnější vyřešení podotázky 10.1, kde průměrná úspěšnost činí 100 %. Naopak nejobtížnější byla pro žáky otázka 3 a podotázka 5.3, u kterých průměrná úspěšnost nabývá hodnoty 14,29 %. V případě jedenácti otázek (včetně podotázek), které jsou v tab. 19 zvýrazněny šedou barvou, se vyučující podařilo správně odhadnout průměrnou úspěšnost žáků.

Tab. 19: Vybrané charakteristiky otázek – GJN.

Otázka č.	Počet zcela správných odpovědí	Počet částečně správných odpovědí	Hrubá úspěšnost/%	Čistá úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost dle učitele/%
1.1*	18	–	85,71	–	85,71	nad 80
1.2***	11	–	52,38	–	52,38	nad 80
1.3	20	–	95,24	–	95,24	nad 80
1.4	14	–	66,67	–	66,67	nad 80
2	7	–	33,33	–	33,33	nad 80
3	3	–	14,29	–	14,29	nad 80
4.1	5	–	23,81	–	23,81	nad 80
4.2	20	–	95,24	–	95,24	nad 80
4.3	20	–	95,24	–	95,24	nad 80
4.4	20	–	95,24	–	95,24	nad 80
5.1	4	–	19,05	–	19,05	nad 80
5.2	4	–	19,05	–	19,05	61-80
5.3	3	–	14,29	–	14,29	nad 80
5.4	4	–	19,05	–	19,05	nad 80
6**	18	–	85,71	–	85,71	61-80
7	8	9	38,10	80,95	59,52	41-60
8	7	–	33,33	–	33,33	nad 80
9	15	4	71,43	90,48	80,95	nad 80
10.1	21	–	100,00	–	100,00	nad 80
10.2	6	–	28,57	–	28,57	nad 80
10.3	20	–	95,24	–	95,24	61-80
10.4	17	–	80,95	–	80,95	nad 80
11.1	16	–	76,19	–	76,19	nad 80
11.2	18	–	85,71	–	85,71	nad 80
11.3	20	–	95,24	–	95,24	nad 80
11.4	16	–	76,19	–	76,19	nad 80
12	4	13	19,05	80,95	50,00	nad 80
13	3	5	14,29	38,10	26,19	61-80
14	6	–	28,57	–	28,57	61-80
15	13	–	61,90	–	61,90	nad 80
16	8	–	38,10	–	38,10	nad 80

\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, u kterých je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti součástí intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující.

\*\*Černou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, kde je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti vyšší než nejvyšší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „podcenila“).

\*\*\*U nezvýrazněných otázek a podotázek je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti nižší než nejnižší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „přecenila“).

## Malostranské gymnázium

Vybrané charakteristiky otázek jsou uvedeny v tab. 20. Podle hodnoty průměrné úspěšnosti byla pro žáky nejsnadnější podotázka 4.2, u které průměrná úspěšnost nabývá hodnoty 95,24 %. Nejobtížnější bylo pro žáky vyřešení otázky 8, kde průměrná úspěšnost

činí 0,00 %. Pouze v případě sedmi otázek (včetně podotázek) (v tab. 20 jsou zvýrazněny šedou barvou) se vyučující podařila správně odhadnout průměrná úspěšnost žáků.

Tab. 20: Vybrané charakteristiky otázek – MalGym.

Otázka č.	Počet zcela správných odpovědí	Počet částečně správných odpovědí	Hrubá úspěšnost/%	Čistá úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost/%	Průměrná úspěšnost dle učitele/%
1.1 <sup>***</sup>	12	–	57,14	–	57,14	nad 80
1.2	6	–	28,57	–	28,57	61-80
1.3 <sup>**</sup>	17	–	80,95	–	80,95	61-80
1.4	17	–	80,95	–	80,95	41-60
2	7	–	33,33	–	33,33	41-60
3	3	–	14,29	–	14,29	21-40
4.1	14	–	66,67	–	66,67	41-60
4.2 <sup>*</sup>	20	–	95,24	–	95,24	nad 80
4.3	17	–	80,95	–	80,95	61-80
4.4	15	–	71,43	–	71,43	nad 80
5.1	10	–	47,62	–	47,62	nad 80
5.2	7	–	33,33	–	33,33	61-80
5.3	8	–	38,10	–	38,10	nad 80
5.4	4	–	19,05	–	19,05	61-80
6	11	–	52,38	–	52,38	nad 80
7	9	4	42,86	61,90	52,38	61-80
8	0	–	0,00	–	0,00	21-40
9	8	8	38,10	76,19	57,14	41-60
10.1	19	–	90,48	–	90,48	nad 80
10.2	11	–	52,38	–	52,38	61-80
10.3	16	–	76,19	–	76,19	nad 80
10.4	14	–	66,67	–	66,67	61-80
11.1	19	–	90,48	–	90,48	nad 80
11.2	17	–	80,95	–	80,95	61-80
11.3	17	–	80,95	–	80,95	61-80
11.4	19	–	90,48	–	90,48	nad 80
12	8	7	38,10	71,43	54,76	61-80
13	5	9	23,81	66,67	45,24	41-60
14	8	–	38,10	–	38,10	41-60
15	14	–	66,67	–	66,67	41-60
16	10	–	47,62	–	47,62	61-80

\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, u kterých je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti součástí intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující.

\*\*Černou barvou jsou zvýrazněny ty otázky a podotázky, kde je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti vyšší než nejvyšší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „podcenila“).

\*\*\*U nezvýrazněných otázek a podotázek je vypočítaná hodnota průměrné úspěšnosti nižší než nejnižší hodnota z intervalu hodnot průměrné úspěšnosti, kterou odhadovala vyučující (vyučující žáky „přecenila“).

Vyučujícím se podařila správně odhadnout průměrná úspěšnost žáků u 11 otázek (včetně podotázek) z celkových 31 v případě gymnázia Zikmunda Wintra, Christiana Dopplera a Jana Nerudy. Vyučující na Malostranském gymnáziu správně odhadla průměrnou úspěšnost pouze u 7 otázek (včetně podotázek) z celkových 31. Hypotéza č. 4 se tedy nepotvrdila, vyučující v řadě případů nedokázaly odhadnout, zda vyřešení dané otázky bude jejich žákům dělat problém nebo naopak nikoliv.

#### 4.4. Postoje žáků

V tab. 21 jsou procentuálně vyjádřeny postoje žáků k jednotlivým tvrzením vztahujícím se k obsahu jednotlivých textů.

Tab. 21: Postoje žáků.

Tvrzení	Souhlasím	Spíše souhlasím	Spíše nesouhlasím	Nesouhlasím
Informace v textech v souboru úloh TRANSGENNÍ ROSTLINY byly pro mě nové.	78 %*	21 %	0 %	1 %
Informace v textech v souboru úloh ZLATÁ RÝŽE byly pro mě nové.	73 %	20 %	7 %	0 %
Informace v textech v souboru úloh OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAKCÍNY byly pro mě nové.	27 %	47 %	21 %	5 %
Informace v textech v souboru úloh TRANSGENNÍ ROSTLINY mi připadaly zajímavé.	39 %	37 %	22 %	2 %
Informace v textech v souboru úloh ZLATÁ RÝŽE mi připadaly zajímavé.	52 %	38 %	10 %	0 %
Informace v textech v souboru úloh OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAKCÍNY mi připadaly zajímavé.	40 %	43 %	15 %	2 %

\*Šedou barvou jsou zvýrazněny ty možnosti, ke kterým se v rámci vyjádření postoje k danému tvrzení přiklonila největší část testovaných žáků.

Informace v textech obsažených v testu byly pro žáky nové. U tvrzení „Informace v textech v souboru úloh Transgenní rostliny byly pro mě nové.“ převažovala odpověď „souhlasím“ (78 %) stejně tak jako u tvrzení vztahujícímu se k souboru úloh Zlatá rýže (73 %). V těchto dvou případech se tedy hypotéza č. 5 potvrdila. U tvrzení vztahujícímu se k souboru úloh Očkování a jedlé vakcíny převažovala odpověď „spíše souhlasím“ (47 %). V tomto případě se tedy hypotéza č. 5 nepotvrdila.

Informace v textech připadaly žákům zajímavé. U tvrzení „Informace v textech v souboru úloh Transgenní rostliny mi připadaly zajímavé.“ převažovala odpověď „souhlasím“ (39 %) stejně tak jako u tvrzení vztahujícímu se k souboru úloh Zlatá rýže (52 %). U těchto dvou případů došlo tedy k potvrzení hypotézy č. 6. Zato u tvrzení vztahujícímu se k souboru úloh Očkování a jedlé vakcíny převažovala odpověď „spíše souhlasím“ (43 %), což znamená, že se v tomto případě hypotéza č. 6 nepotvrdila.

## **5. Diskuze**

Diskuzi jsem rozdělila na diskuzi metodiky, diskuzi výsledků testu a na závěr uvedla doporučení pro využití vytvořených materiálů v praxi.

### **5.1. Diskuze metodiky**

Problematika transgenních plodin a třetího světa je poměrně široká. K vytvoření textu, který stručně shrnuje tuto problematiku, byly využity nejnovější poznatky vztahující se k této tematice (viz James, 2012; United Nations, 2013a; United Nations 2013b).

Školy, na kterých proběhlo testování, byly vybrány na základě realizované pedagogické praxe a osobní spolupráce s vyučujícími. Aby bylo možné výsledky žáků na jednotlivých školách mezi sebou porovnávat, byla snaha, aby testování žáci byli stejně staří. Stejně staří žáci jsou testováni i v rámci výzkumů PISA (Mandíková a kol., 2012) a TIMSS (Mandíková a kol., 2011). Navíc s ohledem na to, že genetika je většinou jedno z posledních témat, které je v rámci středoškolské výuky biologie probíráno, bylo prioritou vybrat k testování žáky předposledního ročníku středoškolského studia. To se až na jednu výjimku, kdy jedna ze čtyř testovaných tříd byla o ročník nižší, podařilo.

Jako výzkumný nástroj byl použit test pro žáky spolu s doplňujícími otázkami a dotazník pro učitele. Stejným způsobem byl prováděn také výzkum (GA ČR, 2010-2013), kdy byl využit test spolu s dotazníkem pro žáky a učitele.

Typy otázek zastoupené v testu jsou stejného typu jako úlohy zastoupené v publikaci Mandíková a kol., 2012.

Vzhledem k tomu, aby finanční náklady vynaložené na výzkum nebyly příliš vysoké, nezaznamenávali žáci své odpovědi přímo k jednotlivým otázkám do vytisknutého testu, ale do vytvořeného záznamového listu. U některých žáků však nastal problém s tím, jak se správně v záznamovém listu orientovat. Tento problematický bod se dá jednoduše vyřešit tím, že by žáci zaznamenávali své odpovědi přímo do testu k jednotlivým otázkám.

Provedená statistická analýza má stejné aspekty jako statistická analýza, kterou prováděl CERMAT při hodnocení státní maturity (Vasilešská a Marvánová, 2006).

### **5.2. Diskuze výsledků testu**

Je třeba si uvědomit, že určitou roli hraje osobnost vyučujícího a jeho způsob výuky. Z toho důvodu ve výsledkové části uvádím celkové výsledky všech žáků v testu, ale i dílčí výsledky získané na jednotlivých školách.



Test, který obsahuje 16 otázek (31 včetně podotázek, které jsou součástí komplexních otázek s výběrem odpovědi ano/ne), byl spolu s doplňujícími otázkami zadán 82 žákům gymnázií ve věku 16 až 19 let. Vzhledem k velikosti vzorku tedy není možné výsledky zcela zobecňovat. Dále je třeba zmínit, že porovnání s výsledky výzkumu PISA 2009 a TIMSS 2007 je pouze orientační, neboť vzorek žáků je oproti vzorku žáků účastnících se výzkumu PISA i výzkumu TIMSS velmi malý a stejný nebyl ani počet otázek. Pro srovnání výzkumu PISA 2009, který obsahoval celkem 26 otázek s biologickou tematikou, se zúčastnilo 7500 českých žáků, výzkumu TIMSS 2007, součástí kterého bylo 82 otázek z biologie, se zúčastnilo více než 9 tisíc českých žáků (Mandíková a kol., 2012; Mandíková a kol., 2011).

Testovaní žáci dosáhli v testu průměrné úspěšnosti 51,5 %, což nepředstavuje signifikantní rozdíl oproti výsledku výzkumu PISA 2009, kdy průměrná úspěšnost českých žáků v biologických otázkách byla 52,4 % (Mandíková a kol., 2012). Ještě menší rozdíl lze pozorovat při porovnání s výsledky výzkumu TIMSS 2007, kdy průměrná úspěšnost českých žáků v oblasti biologie činila 51,7 % (Mandíková a kol., 2011).

Testovaní žáci řešili s nejvyšší průměrnou úspěšností komplexní otázku s výběrem odpovědi ano/ne (65 %), dále otevřenou otázku s tvorbou delší odpovědi (54 %), která byla v testu pouze jedna, následovaly otevřené otázky s tvorbou krátké odpovědi (45 %). Nejnižší průměrné úspěšnosti dosáhli žáci při řešení otázek s výběrem odpovědi ze čtyř možností (35 %). Nebyla tedy prokázána vyšší průměrná úspěšnost při řešení otázek s výběrem odpovědi oproti otázkám s tvorbou odpovědi.

V tomto případě se získané výsledky liší s výsledky výzkumu PISA 2009 (Mandíková a kol., 2012) i výsledky výzkumu TIMSS 2007 (Mandíková a kol., 2011), kde byla prokázána vyšší průměrná úspěšnost českých žáků při řešení otázek s výběrem odpovědi oproti otázkám s tvorbou odpovědi.

Závislost mezi průměrnou úspěšností žáků při řešení jednotlivých otázek a jejich subjektivním hodnocením obtížnosti otázek nebyla prokázána. Subjektivní pocit žáků při řešení dané otázky tedy nesouvisel s jejich úspěšností při řešení otázky, což mohlo být dáno tím, že žáci odpovídali na doplňující otázky až po vyřešení všech otázek v testu. Při odpovídání na doplňující otázky už si tedy nejspíš přesně nepamatovali, jaké pocity měli při řešení jednotlivých otázek.

Žáci s nejvyšší průměrnou úspěšností řešili otázky, ve kterých uplatňovali dovednost „shromažďovat informace z textových materiálů“. Tento výsledek není ve shodě s výsledky výzkumu PISA 2009 (Palečková a kol., 2010), kde čeští žáci dosáhli

podprůměrného výsledku v testu čtenářské gramotnosti, ve kterém uplatňovali dovednosti související s prací s textem, jako je získávání informací, zpracování informací a zhodnocení textu.

Vyučujícím se podařila správně odhadnout průměrná úspěšnost žáků u 11 otázek (včetně podotázek) z celkových 31 v případě gymnázia Zikmunda Wintra, Christiana Dopplera a Jana Nerudy. Vyučující na Malostranském gymnáziu správně odhadla průměrnou úspěšnost pouze u 7 otázek (včetně podotázek) z celkových 31. To, že vyučující v řadě případů nedokázaly správně odhadnout, zda vyřešení dané otázky bude jejich žákům dělat problém nebo naopak nikoliv, mohlo být dáno tím, že podobné typy úloh do své výuky nezařazují, a tak pro ně bylo obtížné odhadnout, jak úspěšní budou jejich žáci při jejich řešení.

Informace obsažené v textech jednotlivých souborů úloh byly pro žáky nové a zajímavé. Testovaní žáci byli žáci gymnázií. Jelikož v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia není o transgenních plodinách žádná zmínka (RVP pro gymnázia, 2007), dalo se předpokládat, že pro většinu žáků budou informace obsažené v textech jednotlivých souborů úloh nové.

Získané výsledky dále ukázaly, že žáci jsou schopni samostatně znalosti získávat, aplikovat, využívat a spojovat s předchozími znalostmi, což je důležité nejen ve výuce biologie, ale i v různorodých situacích běžného života. Žákům tedy není nutné předávat poznatky v hotové podobě a následně zjišťovat jejich pouhé hrubé pamětní znalosti, jako se s tím setkáváme nejen při výuce biologie na většině středních škol.

### **5.3. Možnost využití materiálů v praxi**

Vytvořené materiály by mohly být poskytnuty vyučujícím například v rámci kurzů a projektů orientovaných na jejich další vzdělávání. Dále by mohly být umístěny na internetový portál s didakticko-biologickou tematikou. Z hlediska budoucnosti by mohla být vydána publikace pro učitele obsahující úlohy a materiály z více didakticky zaměřených diplomových prací katedry. Tato publikace by mohla sloužit jako pomůcka pro inovaci a aktualizaci učiva z fyziologie rostlin.

## 6. Závěr

Dva hlavní cíle této diplomové práce byly splněny. Problematika transgenních plodin a třetího světa byla zpracována v teoretické rovině tak, aby tento text mohl sloužit vyučujícím na střední škole jako zdroj informací pro jejich přípravu na výuku tohoto tématu. Dále byl vytvořen didaktický test složený z netradičních úloh, které byly z hlediska typu inspirované projektem PISA. Tento test byl orientačně ověřen celkem ve čtyřech třídách na čtyřech gymnáziích, čímž byl splněn jeden z dílčích cílů této diplomové práce. Testování se zúčastnilo 82 žáků ve věku 16 až 19 let. Vzhledem k velikosti vzorku není možné výsledky zcela zobecňovat.

I ostatní dílčí cíle diplomové práce byly splněny. Získané výsledky byly statisticky zpracovány a určena tak průměrná úspěšnost žáků v testu jako celku i úspěšnost při řešení jednotlivých otázek. Bylo ověřeno, zda existuje souvislost mezi průměrnou úspěšností žáků v jednotlivých otázkách a jejich subjektivním hodnocením obtížnosti daných otázek, kdy závislost obou sledovaných jevů nebyla prokázána.

Dále byla určena průměrná úspěšnost žáků při řešení otázek rozdělených do skupin podle uplatňované dovednosti, která byla nejvyšší u otázek, kde žáci uplatňovali dovednost „shromažďovat informace z textových materiálů“. Byl porovnán učitelský odhad průměrné úspěšnosti žáků při řešení jednotlivých otázek se skutečnou průměrnou úspěšností žáků, kdy vyučující na jednotlivých školách správně odhadly průměrnou úspěšnost žáků ani ne u poloviny otázek (včetně podotázek). A nakonec bylo zjištěno, zda informace obsažené v textech jednotlivých souborů úloh byly pro žáky nové a zajímavé, což se z výsledků výzkumu potvrdilo.

Tematika transgenních plodin a třetího světa představovala pro testované žáky nové a zajímavé téma. Navíc se jedná o problematiku, která získává rok od roku celosvětově stále větší a větší význam. A proto si myslím, že i když ve středoškolských Rámcových vzdělávacích programech rozsáhlejší zmínka o transgenních plodinách chybí, středoškolští vyučující by měli tematiku transgenních plodin zařazovat do své výuky biologie.

## 7. Seznam použité literatury

- Beran J. 2011.** Očkování před cestou do zahraničí. *ZDN*. [online] Dostupné z WWW: <http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/ockovani-pred-cestou-do-zahranici-462093>. [cit. 2013-02-01]
- Biography.com. 2013.** [online] Dostupné z WWW: <http://www.biography.com/people/gregor-mendel-39282>. [cit. 2013-07-31]
- Chawla HS. 2009.** *Introduction to Plant Biotechnology*. Science Publishers: Enfield. 698 str. ISBN 978-1-57808-636-8.
- Choudhary B, Gaur K. 2008.** *Trust in the Seed*. ISAAA: New Delhi. 20 str. ISBN 978-1-892456-45-1.
- Chráska M. 1999.** *Didaktické testy*. Paido: Brno. 91 str. ISBN 80-85931-68-0.
- Čudová R, Kubiátko M, Radvanová S, Čížková V. 2013.** The teacher opinions and requirements of biology skills. *JBSE*. (v recenzním řízení)
- Dale JW, von Schantz M. 2007.** *From Genes to Genomes*. Wiley: Chichester. 384 str. ISBN 978-0-470-01734-0.
- Drobník J. 2008.** *Biotechnologie a společnost*. Nakladatelství Karolinum: Praha. 213 str. ISBN 978-80-246-1484-7.
- Drobník J. 2009.** Vakcíny v rostlinách. *Gate2Biotech*. [online] Dostupné z WWW: <http://www.gate2biotech.cz/vakciny-v-rostlinach/>. [cit. 2013-07-25]
- Drobník J. 2011.** Rýže nejen zlatá, ale i železná. *Gate2Biotech*. [online] Dostupné z WWW: <http://www.gate2biotech.cz/ryze-nejen-zlata-ale-i-zelezna/>. [cit. 2013-07-24]
- FAO. 2013.** *The State of Food and Agriculture 2013*. FAO: Rome. 99 str. ISBN 978-92-5-107671-2.
- Frýzková M, Palečková J. 2007.** *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Ústav pro informace ve vzdělávání: Praha. 103 str. ISBN 978-80-211-0540-9.
- GA ČR. 2010-2013.** Dovednosti žáků v biologii, geografii a chemii: výzkum zamýšleného, realizovaného a osvojeného kurikula na počátku implementace kurikulární reformy (GAP407/10/0514).
- Gómez E, Zoth SC, Berinstein A. 2009.** Plant-based vaccines for potential human application: a review. *Human Vaccines* **5** (11): 738-744.
- Habuštová O a kol. 2012.** Impact of Cry1Ab toxin expression on the non-target insects dwelling on maize plants. *Journal of Applied Entomology*.
- Halford NG. 2003.** *Genetically Modified Crops*. Imperial College Press: London. 112 str. ISBN 1-86094-353-5.
- Halford NG. 2006.** *Plant Biotechnology: Current and Future Applications of Genetically Modified Crops*. Wiley: Chichester. 316 str. ISBN 978-0-470-02181-1.
- Heldt H-W. 2010.** The Situation Concerning GM Crop Plants in Germany. In: *GMOs for African Agriculture: Challenges and Opportunities*. Pretoria: Academy of Science of South Africa, str. 11-40. ISBN 978-0-9814159-7-0.

- Higdon J. 2003.** Vitamin A. *Linus Pauling Institute at Oregon State University*. [online] Dostupné z WWW: <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/vitamins/vitaminA/>. [cit. 2013-08-04]
- Hughes MA. 1996.** *Plant Molecular Genetics*. Longman: Essex. 236 str. ISBN 978-0582247307.
- IGEM. 2010.** [online] Dostupné z WWW: [http://2010.igem.org/Team:Nevada/Agrobacterium\\_Transformations](http://2010.igem.org/Team:Nevada/Agrobacterium_Transformations). [cit. 2013-01-17]
- ISAAA. 2011.** Bt Insect Resistant Technology. *Pockets of Knowledge*. [online] Dostupné z WWW: <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/6/default.asp>. [cit. 2013-07-19]
- ISAAA. 2012.** Herbicide Tolerance Technology: Glyphosate and Glufosinate. *Pockets of Knowledge*. [online] Dostupné z WWW: <http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/10/default.asp>. [cit. 2013-07-17]
- James C. 2010.** *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010*. Ithaca: ISAAA. 279 str. ISBN 978-1-892456-49-4.
- James C. 2011.** *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011*. ISAAA: Ithaca. ISBN 978-1-892456-52-4.
- James C. 2012.** *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2012*. ISAAA: Ithaca. ISBN 978-1-892456-53-2.
- Keefer J. 2013.** Genetic Modification in Nature. *University of Washington Courses Web Server*. [online] Dostupné z WWW: <http://courses.washington.edu/z490/gmo/natural.html>. [cit. 2013-08-01]
- Kirakosyan A, Kaufman PB. 2009.** *Recent Advances in Plant Biotechnology*. Springer: New York. 428 str. ISBN 978-1-4419-0193-4.
- Kočárek E. 2004.** *Genetika*. Scientia: Praha. 211 str. ISBN 80-7183-326-6.
- Kramplová I. 2011.** *Zakroužkuj, vyber, zdůvodni*. Ústav pro informace ve vzdělávání: Praha. 269 str. ISBN 978-80-211-0614-7.
- Leccos. 2013.** [online] Dostupné z WWW: <http://leccos.com/index.php/clanky/afrika>. [cit. 2013-02-10]
- Lexová P. 2011.** Spalničky – význam onemocnění a jeho výskyt v Evropě. In: *Zprávy Centra epidemiologie a mikrobiologie*. Praha: SZÚ, str. 103-106.
- Mandíková D, Houfková J a kol. 2011.** *Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání*. Ústav pro informace ve vzdělávání: Praha. 112 str. ISBN 978-80-211-0610-9.
- Mandíková D, Houfková J a kol. 2012.** *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti*. Česká školní inspekce: Praha. 132 str. ISBN 978-80-905370-1-9.
- Mezinárodní šetření PISA. 2012.** [online] Dostupné z WWW: [http://www.csicr.cz/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni/PISA/PISA-%E2%80%93\(OECD-Programme-for-International-Student-A](http://www.csicr.cz/cz/O-nas/Mezinarodni-setreni/PISA/PISA-%E2%80%93(OECD-Programme-for-International-Student-A). [cit. 2013-04-19]

- MilkyWay. 2013.** [online] Dostupné z WWW:  
[http://www.milkyway.cz/cs/slovoodbornika-trendy-vitaminy\\_mineraly\\_vapnik\\_nezbytno.php](http://www.milkyway.cz/cs/slovoodbornika-trendy-vitaminy_mineraly_vapnik_nezbytno.php). [cit. 2013-01-04]
- Mishra RC. 2006.** *Plant Biotechnology*. ABD Publishers: Jaipur. 339 str. ISBN 978-81-8376-023-2.
- Müller O, Krawinkel M. 2005.** Malnutrition and health in developing countries. *Canadian Medical Association Journal* **173** (3): 279-286.
- Novák JA. 2011.** Na Zemi žije už sedm miliard lidí. Důvod k jásotu, či k obavám z katastrofy. *IHNED.cz*. [online] Dostupné z WWW: <http://zpravy.ihned.cz/c1-53441570-na-zemi-zije-uz-sedm-miliard-lidi-duvod-k-jasotu-ci-k-obavam-z-katastrofy#fotogalerie-gf109161-1-1327370>. [cit. 2013-07-28]
- Ondřej M, Drobník J. 2002.** *Transgenozie rostlin*. Academia: Praha. 316 str. ISBN 80-200-0958-2.
- Paine JA a kol. 2005.** Improving the nutritional value of Golden Rice through increased pro-vitamin A content. *Nature Biotechnology* **23** (4): 482–487.
- Palečková J, Tomášek V, Basl J. 2010.** *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009*. Ústav pro informace ve vzdělávání: Praha. 51 str. ISBN 978-80-211-0608-6.
- Palečková J, Tomášek V, Basl J, Kramplová I. 2007.** *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006*. Ústav pro informace ve vzdělávání: Praha. 24 str. ISBN 978-80-211-0541-6.
- Pazdera J. 2005.** „Zlatá rýže“ má výkonnější sestřičku. *OSEL*. [online] Dostupné z WWW: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=1207>. [cit. 2013-07-24]
- Petráň M. 2002.** Způsob podání očkovací látky. *Internetové informační centrum o očkování*. [online] Dostupné z WWW: [http://vakciny.sweb.cz/akt\\_02\\_02.html](http://vakciny.sweb.cz/akt_02_02.html). [cit. 2013-02-03]
- PISA. 2013.** [online] Dostupné z WWW:  
<http://www.oecd.org/pisa/participatingcountrieseconomies/>. [cit. 2013-04-16]
- Potrykus I. 2003.** Nutritionally Enhanced Rice to Combat Malnutrition Disorders of the Poor. *Nutrition Reviews* **61** (6): S101-S104.
- Rod J a kol. 1982.** *Šlechtění rostlin*. Státní zemědělské nakladatelství: Praha. 368 str. ISBN 07-060-82.
- Růžková I. 2005.** Zlatá rýže proti slepotě. *21. STOLETÍ*. [online] Dostupné z WWW:  
<http://21stoleti.cz/blog/2005/04/01/zlata-ryze-proti-slepoti/>. [cit. 2013-01-05]
- RVP pro gymnázia. 2007.** [online] Dostupné z WWW: [http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07\\_final.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf). [cit. 2013-06-23]
- RVP pro obor vzdělání Agropodnikání. 2007.** [online] Dostupné z WWW:  
<http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%204141M01%20Agropodnikani.pdf>. [cit. 2013-06-23]
- RVP pro obor vzdělání Ekologie a životní prostředí. 2008.** [online] Dostupné z WWW:  
<http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%201601M01%20Ekologie%20a%20zivotni%20prostredi.pdf>. [cit. 2013-06-23]
- RVP pro obor vzdělání Průmyslová ekologie. 2009.** [online] Dostupné z WWW:  
[http://zpd.nuov.cz/RVP\\_3\\_vlna/RVP%201602M01%20Prumyslova%20ekologie.pdf](http://zpd.nuov.cz/RVP_3_vlna/RVP%201602M01%20Prumyslova%20ekologie.pdf). [cit. 2013-06-23]

- RVP pro obor vzdělání Přírodovědné lyceum. 2009.** [online] Dostupné z WWW: [http://zpd.nuov.cz/RVP\\_3\\_vlna/RVP%207842M05%20Prirodovedne%20lyceum.pdf](http://zpd.nuov.cz/RVP_3_vlna/RVP%207842M05%20Prirodovedne%20lyceum.pdf) . [cit. 2013-06-23]
- RVP pro obor vzdělání Technologie potravin. 2008.** [online] Dostupné z WWW: <http://zpd.nuov.cz/RVP/ML/RVP%202941M01%20Technologie%20potravin.pdf> . [cit. 2013-06-23]
- Sági L. 2010.** GM Techniques and „Exercises“. In: *GMO polemic, Conference proceedings, Georgikon Faculty, Pannon University*. Keszthely: Pannonian Plant Biotechnology Association, str. 4-19. ISBN 978-963-89129-0-9.
- Sautter C, Poletti S, Zhang P, Gruissem W. 2006.** Biofortification of essential nutritional compounds and trace elements in rice and cassava. *Proceedings of the Nutrition Society* **65** (2): 153-159.
- Schindler R a kol. 2006.** *Rukověť autora testových úloh*. Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání: Praha. 86 str. ISBN 80-239-7111-5.
- Slater A, Scott N, Fowler M. 2003.** *Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants*. Oxford University Press: Oxford. 346 str. ISBN 978-0-19-925468-2.
- Stewart CN. 2008.** *Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques and Applications*. Wiley: Hoboken. 416 str. ISBN 978-0-470-04381-3.
- Tang G, Qin J, Dolnikowski GG, Russell RM, Grusak MA. 2009.** Golden Rice is an effective source of vitamin A. *The American Journal of Clinical Nutrition* **89** (6): 1776-1783.
- Tonks A. 2007.** Oral vaccines: A spoonful of antigen. *British Medical Journal* **335** (7612): 180-182.
- United Nations. 2013a.** *The Millennium Development Goals Report 2013*. United Nations: New York. 60 str. ISBN 978-92-1-101284-2.
- United Nations. 2013b.** *World Population Prospects: The 2012 Revision*. United Nations: New York. 50 str.
- United Nations Millennium Development Goals. 2013.** [online] Dostupné z WWW: <http://www.un.org/millenniumgoals/>. [cit. 2013-07-17]
- United Nations Statistics Divison. 2013.** [online] Dostupné z WWW: <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49regin.htm>. [cit. 2013-07-16]
- Vasileská M, Marvánová H. 2006.** *Rukověť autora testových úloh II – chemie*. Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání: Praha. 60 str. ISBN 80-239-8335-0.
- Viewzone.com. 2013.** [online] Dostupné z WWW: <http://www.viewzone.com/morgellons2.html>. [cit. 2013-07-20]
- Vitalion. 2013.** [online] Dostupné z WWW: <http://nemoci.vitalion.cz/nedostatek-vitaminu-a-d-e-k/>. [cit. 2013-01-04]
- Vondrejs V. 2010.** *Otazníky kolem genového inženýrství*. Academia: Praha. 134 str. ISBN 978-80-200-1892-2.
- Watson JD, Caudy AA, Myers RM, Witkowski JA. 2007.** *Recombinant DNA: Genes and Genomes – A Short Course*. WH Freeman and Company: New York. 474 str. ISBN 9781429203128.

**WHO. 2012.** *Global measles and rubella strategic plan: 2012-2020*. WHO: Geneva. 42 str. ISBN 978-92-4-150339-6.

**WikiSkripta. 2013.** [online] Dostupné z WWW:  
[http://www.wikiskripta.eu/index.php/Aktivn%C3%AD\\_imunizace](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Aktivn%C3%AD_imunizace). [cit. 2013-02-02]

**Worldometers. 2013.** [online] Dostupné z WWW:  
<http://www.worldometers.info/population/>. [cit. 2013-07-30]

**Ye X a kol. 2000.** Engineering the Provitamin A ( $\beta$ -Carotene) Biosynthetic Pathway into (Carotenoid-Free) Rice Endosperm. *Science* **287** (5451): 303–305.

## 8. Přílohy



## 8.1. Příloha 1 - Test

### TEST

#### TRANSGENNÍ ROSTLINY

##### Text 1: Transgenní rostliny

Pokud hovoříme o transgenních rostlinách, máme na mysli rostliny, součástí jejichž genomu (soubor veškeré genetické informace konkrétního organismu) je trvale zabudovaný cizorodý genetický materiál. Pozměnění genetické informace se provádí za účelem získání nových vlastností, kterých by nebylo možné dosáhnout klasickým šlechtěním. Mezi nejžádanější nové vlastnosti patří odolnost vůči škůdcům a pesticidům, zlepšení nutriční hodnoty zemědělských plodin a odolnost vůči nepříznivým faktorům prostředí, jako je například extrémní klima nebo zasolení.

Převzato a upraveno z: <http://www.molecularbiology.symplia.eu/oblasti-vyzkumu/transgenni-rostliny>

##### Otázka 1: Transgenní rostliny

Rozhodněte, zda jsou uvedená tvrzení pravdivá:

Pokusy vypěstovat rostliny odolné vůči suchu tradičními metodami selhávají, a proto se hledají jiné způsoby, jako je vývoj geneticky modifikovaných rostlin.	ANO / NE
Cílem vědců je připravit transgenní rostliny s vyšším množstvím bílkovin oproti netransgenním.	ANO / NE
Transgenní plodiny obsahují DNA z jiného druhu organismu.	ANO / NE
Brambor s vysokým obsahem solaninu v hlízách patří k žádaným novým vlastnostem.	ANO / NE

##### Text 2: Transgenní rostliny

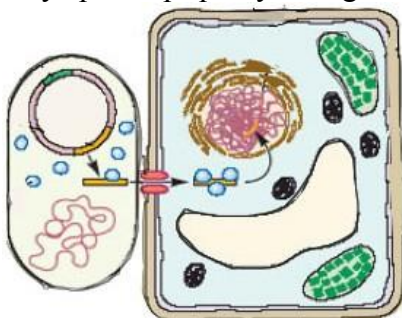
Pro přípravu transgenních rostlin se nejčastěji používají dva přístupy – transformace pomocí agrobakterie (agroinfekce) a biolistická metoda. Při agroinfekci se využívá přirozené schopnosti bakterie *Agrobacterium tumefaciens* vnášet pomocí Ti-plazmidu (kruhová DNA *A. tumefaciens*) vlastní geny do rostlinných buněk a vyvolávat tak v rostlinných pletivech tvorbu nádorů, v nichž se pak bakterie množí. Vědci však již umějí v plazmidech bakterií nahradit původní geny za geny našeho zájmu, podle kterých pak rostlina syntetizuje nové produkty.

U biolistické metody se požadovaná DNA nejprve nanese na povrch zlatých či wolframových mikročástic. Ty jsou pak pod vysokým tlakem inertního plynu nastřelovány do rostlinných buněk. Při náhodilém zásahu jader se vnesená DNA začlení do rostlinného genomu.

Převzato a upraveno z: <http://www.molecularbiology.symplia.eu/oblasti-vyzkumu/transgenni-rostliny>  
[http://2010.igem.org/Team:Nevada/Agrobacterium\\_Transformations](http://2010.igem.org/Team:Nevada/Agrobacterium_Transformations)

##### Otázka 2: Transgenní rostliny

Jaký způsob přípravy transgenních rostlin je naznačen na obrázku?



Obr. 1: Příprava transgenních rostlin.

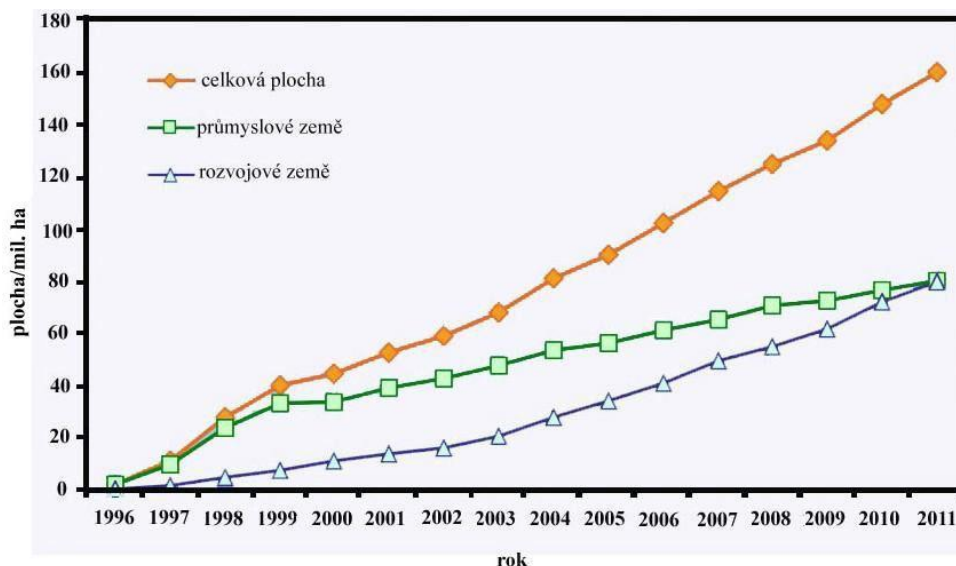
### Otázka 3: Transgenní rostliny

Při přípravě transgenních rostlin se:

- A využívá přímých (bez využití biologického přenašeče) či nepřímých metod genového přenosu nahrazujících proces pohlavního rozmnožování
- B při biolistické metodě na malé částice těžkého kovu nabalí genetický kód
- C při agroinfekci vymění určitý úsek na lineární molekule DNA bakterie za jiný úsek DNA
- D vkládá požadovaný genom do genomu rostliny

### Text 3: Transgenní rostliny

Prohlédněte si graf 1 znázorňující plochu osázenou transgenními plodinami celosvětově.



Graf 1: Plocha osázená transgenními plodinami.

Převzato a upraveno z: **James C. 2011.** *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011*. ISAAA: Ithaca. ISBN 978-1-892456-52-4.

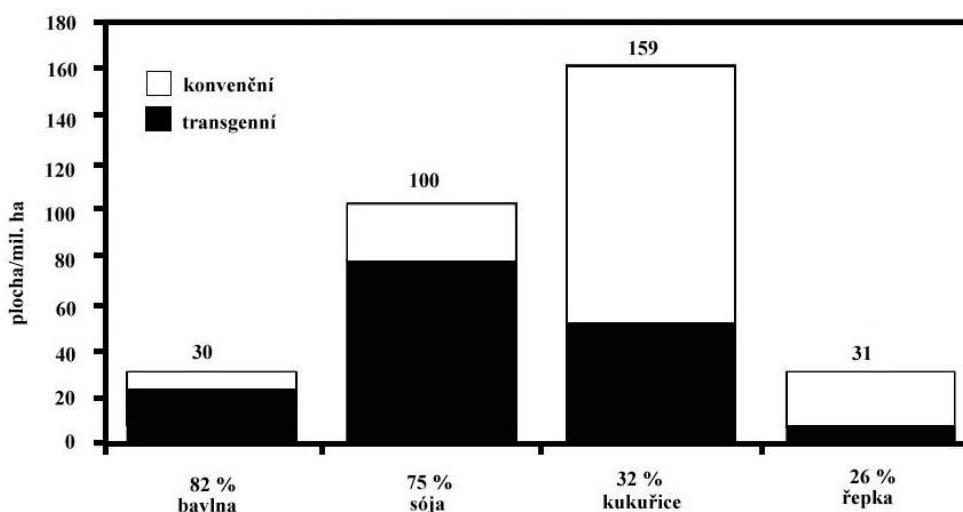
### Otázka 4: Transgenní rostliny

Na základě grafu 1 rozhodněte o pravdivosti uvedených tvrzení:

Průmyslové země v roce 2011 vyvážely přibližně 50 % z celkového množství transgenních plodin.	ANO / NE
V roce 2000 byla plocha osázená transgenními plodinami v průmyslových zemích více jak dvakrát větší než v rozvojových zemích.	ANO / NE
Lze očekávat, že v roce 2012 bude plocha pro pěstování transgenních plodin v rozvojových zemích větší než v průmyslových zemích.	ANO / NE
Od roku 2006 do roku 2007 byl růst plochy osázené transgenními plodinami v rozvojových zemích pomalejší než v průmyslových zemích.	ANO / NE

#### Text 4: Transgenní rostliny

V současnosti jsou nejběžnějšími transgenními plodinami sója, kukuřice, bavlník a řepka. Prohlédněte si graf 2 znázorňující stavy hlavních transgenních plodin v roce 2011 celosvětově.



Graf 2: Hlavní transgenní plodiny.

Převzato a upraveno z: James C. (2011): *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011*. ISAAA Brief No. 43. Ithaca: ISAAA. ISBN 978-1-892456-52-4.

#### Otázka 5: Transgenní rostliny

Lze pomocí grafu 2 odpovědět na následující otázky?

Pěstuje se transgenní kukuřice na největší ploše ze všech pěstovaných transgenních plodin?	ANO / NE
Je celkově kukuřice plodinou pěstovanou na největší ploše ze všech pěstovaných plodin na světě?	ANO / NE
Převládá plocha osázená transgenní řepkou nad plochou osázenou konvenční řepkou?	ANO / NE
Je plocha osázená transgenní řepkou nejmenší ze všech pěstovaných transgenních plodin?	ANO / NE

### ZLATÁ RÝŽE

#### Text 5: Zlatá rýže

Rýže je spolu s pšenicí nezákladnější zdroj výživy na Zemi. V roce 2005 se jí sklídilo 631.5 milionu tun. Závisí na ní zhruba polovina lidstva a odhaduje se, že 23% energie, kterou lidstvo získává z potravy, pochází z rýže. Avšak ve Vietnamu je to 66 % a v Bangladéši 77%. Problém je v tom, že toto jsou chudé země, kde si lidé nemohou dovolit pestřejší stravu. Tím se začnou projevovat horší stránky tohoto zdroje výživy: má nedostatek některých složek nezbytných k životu. Vědci se proto snaží obohatit rýži o potřebné komponenty.

Zdroj: <http://www.gate2biotech.cz/ryze-nejen-zlata-ale-i-zelezna/>

#### Otázka 6: Zlatá rýže

Které tvrzení je podle předešlého textu **nesprávné**?

- A V chudých asijských zemích je rýže hlavní součástí jídelníčku.
- B Vědci se snaží obohatit rýži o vitaminy a minerály.
- C Množství některých biogenních prvků obsažených v rýži je malé k tomu, aby pokrylo jejich doporučený denní příjem.
- D Lidstvo získává z potravy 23 % energie.

### Text 6: Zlatá rýže

Zlatá rýže je rýže modifikovaná prostřednictvím metod genového inženýrství tak, aby se také v endospermu (část semen, kterou jíme) tvořil beta-karoten (provitamin A). Beta-karoten se v lidském těle přeměňuje na vitamin A, jehož nedostatek v extrémních případech vede především u malých dětí ke ztrátě zraku. Podle odhadů Světové zdravotnické organizace kvůli chybějícímu vitaminu A oslepne každoročně po celém světě na 500 tisíc dětí zejména v chudých zemích či v populacích, které z různých důvodů nepřijímají živočišné potraviny.

Vitamin A pomáhá tělu, aby se dobře vyvíjelo, rostlo a chrání jej před nachlazením. Podporuje dobrý zrak, má blahodárny účinek na pleť, udržuje ji zdravou a zpomaluje její stárnutí, podporuje správný růst buněk sliznic a jejich funkci.

Převzato a upraveno z: <http://21stoleti.cz/blog/2005/04/01/zlata-ryze-proti-slepotě/>,  
<http://nemoci.vitalion.cz/nedostatek-vitaminu-a-d-e-k/>

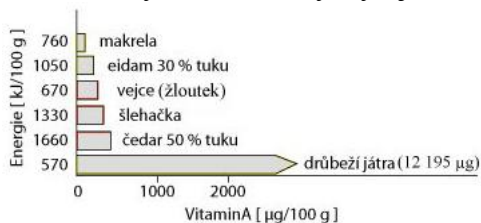
### Otázka 7: Zlatá rýže

Jaké jsou další projevy nedostatku vitaminu A? (uveďte alespoň 3)

.....  
.....  
.....

### Text 7: Zlatá rýže

Vitamin A do těla získáváme především z potravin živočišného původu. V grafu 3 jsou uvedeny příklady těchto potravin. Potřebné množství vitaminu A si však tělo dokáže vytvářet i z karotenoidů s aktivitou provitaminu A. Nejznámější z nich je beta-karoten. Karotenoidy se obecně vyskytují ve žlutooranžovém a tmavě zeleném ovoci a zelenině.



Graf 3: Energetická hodnota potravin.

Převzato a upraveno z: [http://www.milkyway.cz/cs/slovoodbornika-trendy-vitaminy\\_mineraly\\_vapnik\\_nezbytně.php](http://www.milkyway.cz/cs/slovoodbornika-trendy-vitaminy_mineraly_vapnik_nezbytně.php)

### Otázka 8: Zlatá rýže

S pomocí grafu 3 a textu 7 rozhodněte, která trojice potravin je zdrojem vitaminu A nebo karotenoidů sloužících k jeho tvorbě:

- A mrkev, vaječný žloutek, hořčice kremžská
- B cukr vanilkový, papája, smetana ke šlehání
- C eidam 40 % tuku, meruňka, rybí tuk
- D špenát, hřib smrkový, játra kuřecí

### Otázka 9: Zlatá rýže

Podle čeho byste na první pohled odlišili zrnko zlaté rýže od zrnka klasické rýže? Svě tvrzení odůvodněte.

.....  
.....

### Text 8: Zlatá rýže

Zlatá rýže byla poprvé připravena v roce 1999 švýcarskými a německými vědci. Tato zlatá rýže obsahovala jen 1,6 mikrogramu beta-karotenu na gram rýže. V dalších letech byla vyvinuta tzv. zlatá rýže 2, která obsahuje až 37 mikrogramů beta-karotenu na gram rýže. Tento obsah již může před nedostatkem vitamínu A chránit. Údaje FAO/WHO (Organizace Spojených národů pro výživu a zemědělství a Světová zdravotnická organizace) doporučují denní příjem 500-850 mikrogramů vitamínu A (500 mikrogramů ženám, 600 mikrogramů mužům, 800 mikrogramů těhotným ženám a 850 mikrogramů kojícím matkám). Doporučená dávka pro děti od jednoho do tří let je 400 mikrogramů. Poměr přepočtu beta-karotenu na odpovídající množství vitamínu A činí 12:1, dříve byl poměr přepočtu 6:1.

Převzato a upraveno z: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=1207>

### Otázka 10: Zlatá rýže

Rozhodněte, zda jsou uvedená tvrzení pravdivá:

Množství provitaminu A ve zlaté rýži 2 může pomoci v boji proti deficitu vitamínu A.	ANO / NE
Obsah vitamínu A v potravinách je podhodnocený, vycházíme-li z původního přepočtu beta-karotenu na odpovídající množství vitamínu A 6:1.	ANO / NE
Zkratka FAO je zkratkou pro Světovou zdravotnickou organizaci.	ANO / NE
Množství beta-karotenu ve zlaté rýži 2 je až 23 krát vyšší oproti původní zlaté rýži.	ANO / NE

## OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAKCÍNY

### Text 9: Očkování a jedlé vakcíny

Vakcíny jsou nástroj, kterým připravujeme imunologickou obranu těla na možný budoucí útok patogenního organismu. Imunitní obrana je založena na rozpoznávání určitých charakteristických molekulárních struktur vlastních patogenu. Jestliže tyto struktury - antigeny - v neškodné formě uměle vpravíme do organismu, dojde zpravidla k tvorbě vlastních specifických protilátek proti danému antigenu, které v případě infekce inaktivují patogenní organismus.

Proces, při kterém se podává vakcína, se nazývá očkování. Účelem očkování je zabránit rozvoji řady infekčních nemocí a propuknutí epidemií. Provádí se preventivně. V ČR je pro některé nemoci povinné. Způsob podání vakcín se liší podle druhu a charakteru očkovací látky. Mezi nejčastější způsoby aplikace patří intramuskulární (do svalu), subkutánní (pod kůži), perorální (ústí) a intradermální (do kůže).

Převzato a upraveno z: <http://www.gate2biotech.cz/vakciny-v-rostlinach/>

[http://vakciny.sweb.cz/akt\\_02\\_02.html](http://vakciny.sweb.cz/akt_02_02.html)

[http://www.wikiskripta.eu/index.php/Aktivn%C3%AD\\_imunizace](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Aktivn%C3%AD_imunizace)

### Otázka 11: Očkování a jedlé vakcíny

Rozhodněte, zda jsou uvedená tvrzení pravdivá:

Očkování představuje opatření, které má předcházet většímu nahromadění výskytů onemocnění v časových a místních souvislostech.	ANO / NE
Antigen je látka, kterou imunitní systém organismu rozpoznává, ale nereaguje na ni.	ANO / NE
Vakcína je imunobiologický přípravek obsahující antigenní látky.	ANO / NE
Nákaza patogenem nevyvolává u očkováného jedince imunitní reakci.	ANO / NE

### Text 10: Očkování a jedlé vakcíny

Turisté se často domnívají, že by se při cestách do exotických oblastí měli nechat očkovat jen proti exotickým nemocem, jako jsou žlutá zimnice, cholera a japonská encefalitida. Často zapominají na skutečnost, že v rozvojovém světě je očkováno proti dětským infekčním nemocem, jako jsou dětská obrna a zarděnky, jen 50-75 % obyvatel. Proto je třeba před cestou zkontrolovat úplnost a platnost pravidelného očkování i proti dětským infekčním nemocem.

Převzato a upraveno z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/ockovani-pred-cestou-do-zahranici-462093>

### Otázka 12: Očkování a jedlé vakcíny

Váš známý se chystá na cestu do Ugandy. Na základě údajů obsažených v následující tab.1 mu doporučte, proti kterým z uvedených infekčních nemocí by se měl nechat očkovat.

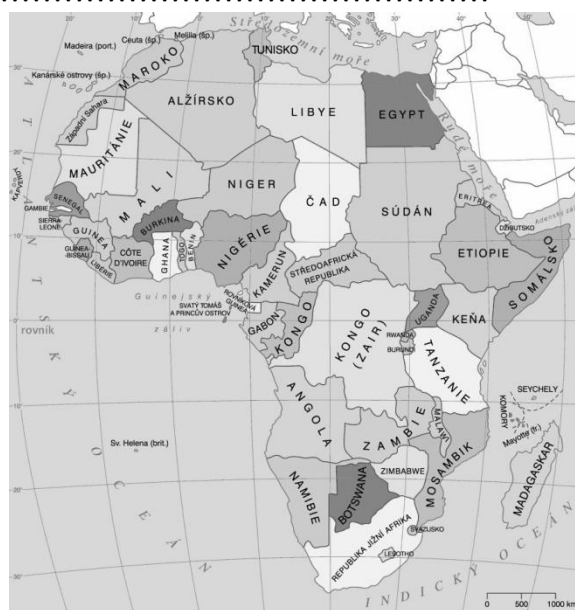
.....

.....

.....

Tab. 1: Světový výskyt vybraných infekčních nemocí.

Infekční nemoc	Oblast výskytu
žlutá zimnice	subsaharská Afrika, Střední a Jižní Amerika
břišní tyfus	země s teplým klimatem a nižším hygienickým standardem
virová hepatitida B	vysoký výskyt Jihovýchodní Asie, Afrika, Amazonie a Střední Amerika, Aljaška
japonská encefalitida	Jihovýchodní Asie, Indie a Nepál
záškrť	tropy, subtropy, mírný pás



Obr. 2: Politická mapa.

### Otázka 13: Očkování a jedlé vakcíny

Převzato a upraveno z: <http://leccos.com/index.php/clanky/>

Očkování proti infekcím aplikované jen na základě výskytu infekce v navštívené oblasti je ale naprosto nedostatečné. Jaké další faktory je třeba brát v úvahu při sestavování individuálního očkovacího plánu? (uveďte alespoň 3)

.....

.....

.....

### Text 11: Očkování a jedlé vakcíny

Navzdory existenci efektivní vakcíny proti spalničkám patří spalničky celosvětově mezi hlavní příčiny smrti u mladších dětí. Dle údajů Světové zdravotnické organizace zemřelo v roce 2008 na spalničky 164 000 osob; více než 95 % z těchto úmrtí se vyskytlo v chudých rozvojových zemích se špatnou zdravotnickou infrastrukturou.

Očkování proti spalničkám je v České republice součástí rutinního očkovacího kalendáře. Očkuje se kombinovanou očkovací látkou proti spalničkám, příušnicím a zarděnkám. První dávkou vakcíny se očkují děti od 15. měsíce věku, druhá dávka se aplikuje za 6-10 měsíců po první dávce. ČR patří k zemím s vysokým procentem očkovaných osob v populaci -

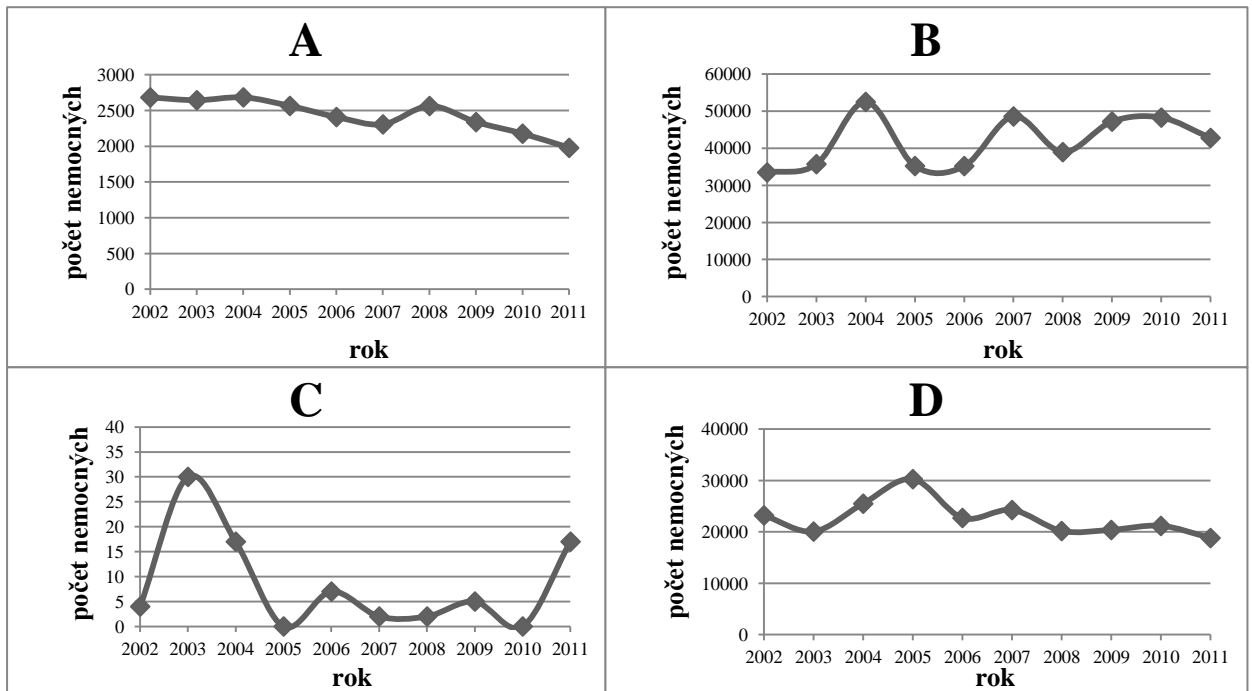


mezi dětmi narozenými v roce 2006 bylo v době kontroly více než 98 % očkovaných 2 dávkami a jen 0,5 % těch, které nebyly očkované ani jednou dávkou.

Převzato a upraveno z: Lexová P. 2011. Spalničky – význam onemocnění a jeho výskyt v Evropě. In: *Zprávy Centra epidemiologie a mikrobiologie*. Praha: SZÚ, str. 103-106.

**Otázka 14: Očkování a jedlé vakcíny**

Který z následujících grafů znázorňuje počet nemocných spalničkami v ČR v letech 2002-2011?



Obr. 2: Počet nemocných v letech 2002-2011.

**Text 12: Očkování a jedlé vakcíny**

V chudých rozvojových zemích je optimální využití vakcín brzděno jejich dostupností, včetně ceny. Jako řešení se navrhuje použití, tzv. jedlých vakcín. Idea je taková: jak proočkovat populaci chudých obyvatel třeba v Africe? Jak jim dopravit a aplikovat vakcínu, kdo ji zaplatí? Což vnést gen pro peptid, který bude jako antigen „cvičit“ imunitní systém proti původcům chorob, do nějaké plodiny, kterou chudí Afričané běžně konzumují? Nabízí se třeba banán, nebo pro obyvatele Asie rýže.

Vědci již připravili například rýži s vakcínou proti průjemovému onemocnění, brambor s vakcínou proti virové hepatitidě B či hlávkový salát s vakcínou proti spalničkám. Všechny jedlé vakcíny jsou však zatím ve stadiu klinických studií.

Problematika produkce vakcín v rostlinách je velmi slibná. Před jejich uvedením do praxe je ale nutné vyřešit některé problémy.

Převzato a upraveno z: <http://www.gate2biotech.cz/vakciny-v-rostlinach/>

**Otázka 15: Očkování a jedlé vakcíny**

Zkuste vymyslet, které problémy je třeba před uvedením jedlých vakcín do praxe vyřešit. (uved'te alespoň 1)

.....

.....

.....

### Otázka 16: Očkování a jedlé vakcíny

Které z uvedených tvrzení je **nesprávné**?

- A Při přípravě jedlých vakcín se ve vneseném genu uložená informace převede do bílkovinné struktury.
- B Ke snižování výskytu žloutenky typu B v chudých rozvojových zemích přispívá aplikace jedlé vakcíny.
- C Jedlé vakcíny se připravují tak, že se do rostlinných buněk vnese konkrétní úsek DNA zodpovědný za tvorbu antigenu.
- D Vakcína v hlávkovém salátu je ve fázi testů, prostřednictvím kterých je třeba potvrdit její bezpečnost a účinnost.



### ŘEŠENÍ TESTU:

#### Odpověď 1: Transgenní rostliny

Úplná odpověď: ANO; ANO; ANO; NE

#### Odpověď 2: Transgenní rostliny

Úplná odpověď: Transformace pomocí agrobakteria.

#### Odpověď 3: Transgenní rostliny

Úplná odpověď: A

#### Odpověď 4: Transgenní rostliny

Úplná odpověď: NE; ANO; ANO; NE

#### Odpověď 5: Transgenní rostliny

Úplná odpověď: ANO; NE; ANO; NE

#### Odpověď 6: Zlatá rýže

Úplná odpověď: D

#### Odpověď 7: Zlatá rýže

Úplná odpověď: Zahrnuje alespoň 3 z možných projevů nedostatku vitamínu A. Nejčastěji uváděné projevy nedostatku vitamínu A: zpomalení nebo zastavení růstu, šeroslepost, porucha imunity, vysychání sliznic, rohovatění a šupinatění kůže, nervové poruchy, ztráta chuti.

Částečná odpověď: Zahrnuje alespoň 2 z možných projevů nedostatku vitamínu A.

#### Odpověď 8: Zlatá rýže

Úplná odpověď: C

#### Odpověď 9: Zlatá rýže

Úplná odpověď: Podle barvy. Přítomnost beta-karotenu ve zlaté rýži je příčinou jejího žlutého až oranžového zbarvení.

Částečná odpověď: Podle barvy. Bez zdůvodnění.

#### Odpověď 10: Zlatá rýže

Úplná odpověď: ANO; NE; NE; ANO



**Odpověď 11: Očkování a jedlé vakcíny**

**Úplná odpověď:** ANO; NE; ANO; NE

**Odpověď 12: Očkování a jedlé vakcíny**

**Úplná odpověď:** Žlutá zimnice, břišní tyfus, virová hepatitida B, záškrť.

**Částečná odpověď:** Zahrnuje alespoň 2 z výše uvedených infekčních nemocí při současném neuvedení japonské encefalitidy.

**Odpověď 13: Očkování a jedlé vakcíny**

**Úplná odpověď:** Zahrnuje alespoň 3 z možných faktorů: věk, pohlaví, případné těhotenství, současný zdravotní stav, reakce po předchozích očkováních, prodělání infekčních nemocí, roční období cesty, čas do odjezdu, způsob cestování a ubytování, délka pobytu, dostupnost lékařské péče v místě pobytu.

**Částečná odpověď:** Zahrnuje alespoň 2 z možných faktorů.

**Odpověď 14: Očkování a jedlé vakcíny**

**Úplná odpověď:** C

**Odpověď 15: Očkování a jedlé vakcíny**

**Úplná odpověď:** Zahrnuje alespoň 1 z možných problémů. Příklady možných problémů: kontrola optimálního dávkování, výběr vhodné plodiny, nedostatečná odpověď imunitního systému, rychlost zpracování rostlin obsahujících vakcínu, riziko kontaminace běžné konzumní plodiny.

**Odpověď 16: Očkování a jedlé vakcíny**

**Úplná odpověď:** B

## 8.2. Příloha 2 - Záznamový list

### ZÁZNAMOVÝ LIST

DATUM:  
ŠKOLA:  
TŘÍDA:

POHLAVÍ:  
VĚK:

#### 1) VYZNAČTE KŘÍŽKEM SVOJI ODPOVĚĎ V TABULCE:

Nakolik souhlasíte s uvedenými tvrzeními?	souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	nesouhlasím
1. Biologie patří mezi mé oblíbené školní předměty.				
2. V předmětu biologie je pro mě důležité mít dobré známky.				
3. Zajímám se o biologická témata i ve volném čase (čtu články nebo knihy s biologickou tematikou, sleduji televizní pořady s biologickou tematikou, hledám biologické informace na internetu apod.).				

2) ZÁZNAM ODPOVĚDÍ NA OTÁZKY V TESTU (U otázek s výběrem odpovědi je vždy pouze jedna odpověď správná. Vybranou odpověď vždy zakroužkujte.):

#### TRANSGENNÍ ROSTLINY

##### Otázka 1

1. ANO / NE
2. ANO / NE
3. ANO / NE
4. ANO / NE

##### Otázka 2

.....  
.....  
.....  
.....

##### Otázka 3

- A
- B
- C
- D

##### Otázka 4

1. ANO / NE
2. ANO / NE
3. ANO / NE
4. ANO / NE

##### Otázka 5

1. ANO / NE
2. ANO / NE
3. ANO / NE
4. ANO / NE

#### ZLATÁ RÝŽE

##### Otázka 6

- A
- B
- C
- D

##### Otázka 7

.....  
.....  
.....  
.....

##### Otázka 8

- A
- B
- C
- D

##### Otázka 9

.....  
.....  
.....  
.....

##### Otázka 10

1. ANO / NE
2. ANO / NE
3. ANO / NE
4. ANO / NE

#### OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAKCÍNY

##### Otázka 11

1. ANO / NE
2. ANO / NE
3. ANO / NE
4. ANO / NE

##### Otázka 12

.....  
.....  
.....  
.....

##### Otázka 13

.....  
.....  
.....  
.....

##### Otázka 14

- A
- B
- C
- D

##### Otázka 15

.....  
.....  
.....  
.....

##### Otázka 16

- A
- B
- C
- D

### 3) VYZNAČTE KŘÍŽKEM SVOJI ODPOVĚĎ V TABULKÁCH:

Porozuměl/a jste jednotlivým textům a otázkám?		ano	spíše ano	spíše ne	ne	Porozuměl/a jste jednotlivým textům a otázkám?		ano	spíše ano	spíše ne	ne
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Text 1					ZLATÁ RÝŽE	Otázka 8				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Otázka					ZLATÁ RÝŽE	Otázka 9				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Text 2					ZLATÁ RÝŽE	Text 8				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Otázka					ZLATÁ RÝŽE	Otázka				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Otázka					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Text 9				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Text 3					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Otázka				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Otázka					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Text 10				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Text 4					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Otázka				
TRANSGENNÍ ROSTLINY	Otázka					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Otázka				
ZLATÁ RÝŽE	Text 5					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Text 11				
ZLATÁ RÝŽE	Otázka					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Otázka				
ZLATÁ RÝŽE	Text 6					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Text 12				
ZLATÁ RÝŽE	Otázka					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Otázka				
ZLATÁ RÝŽE	Text 7					OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAK.	Otázka				

Jak obtížné pro Vás bylo vyřešení otázky?		snadné	středně těžké	obtížné	neřešitelné	Jak obtížné pro Vás bylo vyřešení otázky?		snadné	středně těžké	obtížné	neřešitelné
TRANSGENNÍ R	Otázka 1					ZLATÁ RÝŽE	Otázka 9				
TRANSGENNÍ R	Otázka 2					ZLATÁ RÝŽE	Otázka 10				
TRANSGENNÍ R	Otázka 3					OČKOVÁNÍ A J. V.	Otázka 11				
TRANSGENNÍ R	Otázka 4					OČKOVÁNÍ A J. V.	Otázka 12				
TRANSGENNÍ R	Otázka 5					OČKOVÁNÍ A J. V.	Otázka 13				
ZLATÁ RÝŽE	Otázka 6					OČKOVÁNÍ A J. V.	Otázka 14				
ZLATÁ RÝŽE	Otázka 7					OČKOVÁNÍ A J. V.	Otázka 15				
ZLATÁ RÝŽE	Otázka 8					OČKOVÁNÍ A J. V.	Otázka 16				

Nakolik souhlasíte s uvedenými tvrzeními?	souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	nesouhlasím
1. Informace v textech v souboru úloh TRANSGENNÍ ROSTLINY byly pro mě nové.				
2. Informace v textech v souboru úloh ZLATÁ RÝŽE byly pro mě nové.				
3. Informace v textech v souboru úloh OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAKCÍNY byly pro mě nové.				
4. Informace v textech v souboru úloh TRANSGENNÍ ROSTLINY mi připadaly zajímavé.				
5. Informace v textech v souboru úloh ZLATÁ RÝŽE mi připadaly zajímavé.				
6. Informace v textech v souboru úloh OČKOVÁNÍ A JEDLÉ VAKCÍNY mi připadaly zajímavé.				
7. Jednotlivé otázky v celém testu mi připadaly zajímavé.				
8. Bavilo mě řešit jednotlivé otázky z celého testu.				
9. S typy úloh zastoupenými v testu (úlohy s výběrem odpovědi, s tvorbou odpovědi) se setkávám i ve většině hodin biologie.				

Jak často se v hodinách biologie setkáváte s následujícími situacemi?	ve všech hodinách	ve většině hodin	v některých hodinách	nikdy / téměř nikdy
1. Vyučující nás žádá, abychom formulovali získané informace vlastními slovy.				
2. Vyžaduje se od nás, abychom sami navrhli, jak by se dané úlohy nebo problémy daly řešit.				
3. Vyžaduje se od nás, abychom ze získaných informací vytvořili stručné závěry.				
4. Vyučující nám klade otázky tak, abychom museli přemýšlet a lépe tak pochopili daný problém.				

### 8.3. Příloha 3 - Dotazník pro učitele

## DOTAZNÍK PRO UČITELE

DATUM:

APROBACE:

ŠKOLA:

DÉLKA PRAXE:

TŘÍDA:

**1) VYZNAČTE KŘÍŽKEM V TABULCE PŘEDPOKLÁDANOU PRŮMĚRNOU ÚSPĚŠNOST ŽÁKŮ PŘI ODPOVÍDÁNÍ NA JEDNOTLIVÉ OTÁZKY:**

	Číslo otázky															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Úspěšnost</b>																
nad 80 %																
61–80 %																
41–60 %																
21–40 %																
20 % a méně																

**2) VYZNAČTE KŘÍŽKEM SVOJI ODPOVĚĎ V TABULKÁCH:**

Nakolik souhlasíte s uvedenými tvrzeními?	souhlasím	spíše souhlasím	spíše nesouhlasím	nesouhlasím
1. Problematika transgenních rostlin mi připadá pro žáky zajímavá.				
2. Problematika transgenních rostlin by měla být součástí vzdělávacích programů pro gymnázia.				
3. Problematiku transgenních rostlin zařazuji do své výuky biologie.				

Jak často zařazujete do hodin biologie následující situace?	ve všech hodinách	ve většině hodin	v některých hodinách	nikdy / téměř nikdy
1. Vybízím žáky, aby formulovali získané informace vlastními slovy.				
2. Vyžaduji od žáků, aby sami navrhli, jak by se dané úlohy nebo problémy daly řešit.				
3. Vyžaduji od žáků, aby ze získaných informací vytvořili stručné závěry.				
4. Kladu žákům otázky tak, aby museli přemýšlet a lépe tak pochopili daný problém.				