

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘIRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA BOTANIKY



Geneticky modifikované organismy a veřejnost

Bakalářská práce

Autor: Magdaléna Tenglerová

Studijní obor: Matematika - Biologie

Vedoucí práce: Ing. Ludmila Ohnoutková, Ph. D.

Odborný konzultant: Mgr. František Znebežánek, Ph. D.

Olomouc 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Ludmily Ohnoutkové, Ph. D. za použití uvedené literatury v seznamu.

V Olomouci dne:

Podpis autora:

Poděkování

Ráda bych poděkovala své vedoucí práce paní Ing. Ludmile Ohnoutkové, Ph. D. za cenné rady, ochotu a laskavý přístup. Děkuji také panu Mgr. Františku Znebejánkovi, Ph. D. za jeho pomoc při vytváření sociologického výzkumu. Dále poděkování patří všem zúčastněným respondentům, kteří byli ochotni projevít svůj názor a mé rodině za jejich podporu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Magdaléna Tenglerová

Název práce: Geneticky modifikované organismy a veřejnost

Typ práce: bakalářská

Pracoviště: Katedra botaniky PřF UP

Vedoucí práce: Ing. Ludmila Ohnoutková, Ph. D.

Rok obhajoby práce: 2016

Abstrakt

Geneticky modifikované organismy jsou i přes striktní legislativu Evropské unie, veřejností negativně přijímány, ačkoli rozsah jejich uplatnění je velmi široký, jsou využívány v mnoha oblastech biologie i průmyslu. Nedostatečná informovanost veřejnosti o těchto nových technologiích může způsobit nesprávný úsudek a vyvolat negativní přesvědčení. Cílem bakalářské práce je prostřednictvím kvantitativního výzkumu zjistit, zda informovanost studentů může ovlivnit jejich vztah ke geneticky modifikovaným organismům. Prostřednictvím dotazníkového šetření, vědomostních a vztahových otázek byla sesbírána data, která byla následně vyhodnocena. Výsledky ukazují na velmi pozitivní vztah ke geneticky modifikovaným organismům u respondentů s vysokou mírou informovanosti, oproti tomu u respondentů s nízkou mírou informovanosti poukazují spíše na vztah negativní. Problematika genetických modifikací je součástí mnoha diskuzí a seminářů, kde lze získat dostatečný přehled a velké množství informací.

Klíčová slova: geneticky modifikované organismy, veřejnost, legislativa, kvantitativní výzkum

Počet stran: 51

Počet příloh: 1

Jazyk: český

Bibliographical identification

Autor's first name and surname: Magdaléna Tenglerová

Title: Genetically modified organisms and the public

Type of thesis: bachelor

Department: Department of Botany

Supervisor: Ing. Ludmila Ohnoutková, Ph. D.

The year of presentation: 2016

Abstract

Despite strict legislation of the European Union, genetically modified organisms are negatively received by the public, in spite of their wide ranging applicability, they are used in many areas of biology and industry. Lack of public awareness about these new technologies might lead to poor judgements and negative beliefs. The purpose of the thesis is to detect through questionnaires, whether the students' awareness might have an impact on their relation to genetically modified organisms. The data, which was collected through the questionnaire, knowledge and relationship issues, was subsequently evaluated. The results reveal that the respondents with high level of awareness have very positive relation to genetically modified organisms whereas the results of respondents with lower level of awareness rather refer to negative relation. The issue of genetic modifications is the subject of many discussions and seminars where we can get sufficient overview and lots of information.

Keywords: genetically modified organisms, the public, legislation, questionnaire survey

Number of pages: 51

Number of appendices: 1

Language: czech

Obsah

Úvod	8
1. Definice geneticky modifikovaného organismu a legislativa.....	10
1.1 Definice GMO	10
1.2 Základní pojmy	10
1.3 Legislativa.....	11
1.3.1 Evropská legislativa	11
1.3.2 Národní legislativa	12
2. GMO, Genetické modifikace.....	14
2.1 Historie GMO	14
2.2 Geneticky modifikované mikroorganismy	16
2.3 Geneticky modifikované rostliny.....	17
2.4 Geneticky modifikovaní živočichové	19
3. Geneticky modifikované organismy, metody.....	20
3.1 Metabolická dráha, zájmový gen	20
3.2 Příprava vektorů, klonování.....	20
3.3 Transformace	21
3.3.1 Transformace prostřednictvím bakterie <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	21
3.3.2 Biolistická metoda.....	22
3.3.3 Mikroinjekce	22
3.4 Proces ověřování.....	22
4. GMO a veřejnost	22
4.1 Problém masmédií	23
4.2 Reakce veřejnosti	23
5. Výzkumná část.....	24
5.1 Formulace výzkumného problému	24
5.2 Cíl výzkumu.....	25
5.3 Formulace výchozí (hlavní) hypotézy	25
5.4 Operacionalizace hlavní hypotézy	25
5.5 Formulace souboru pracovních hypotéz	26
5.6 Operacionalizace souboru pracovních hypotéz	27
5.7 Vyhodnocení hlavní hypotézy	30
5.8 Metodika výzkumu	31

5.8.1 Výzkumná metoda.....	31
5.8.2 Výzkumná technika.....	31
5.8.3 Rozhodnutí o populaci a vzorku	31
5.8.4 Předvýzkum.....	32
5.8.5 Realizace výzkumného šetření	32
5.8.6 Způsob zpracování dat	33
5.9 Výsledky	35
5.9.1 Výsledky vědomostních otázek.....	35
5.9.2 Výsledky vztahových otázek.....	36
5.9.3 Vyhodnocení pracovních hypotéz.....	37
5.9.4 Vyhodnocení porovnáním informovanosti se vztahem ke GMO.....	41
Diskuze.....	42
Závěr	47
Literatura	48
Internetové zdroje.....	50
Příloha	

Úvod

Problematika geneticky modifikovaných organismů (GMO) je ve společnosti stále aktuálním tématem. Tyto nové technologie mohou přispět k vyřešení nastávajících problémů, mezi které patří např. nárůst populace. Odhaduje se, že počet obyvatel na Zemi v roce 2050 vzroste na 9,7 miliard, což může znamenat nedostatek pěstovaných plodin k produkci potravin. Dále mohou řešit klimatické změny snižováním množství oxidu uhličitého, pesticidů a vytvářením rostlin odolných k abiotickému i biotickému stresu (James 2015). Velký význam mají geneticky modifikované mikroorganismy, rostliny i živočichové v oblasti lékařství, podílejí se na produkci léků. Význam mají i z vědeckého hlediska, pomocí rekombinantních technologií lze studovat funkce genů, a dokonce i vývoj léčebných postupů dědičných onemocnění u člověka (Roudná 2008).

V současné době v Evropě převládá negativní postoj veřejnosti ke GMO i přesto, že dosud nebyl zjištěn žádný negativní účinek na zdraví nebo životní prostředí (Blancke a kol. 2015). Studie posuzující rozdíly v krmení zvířat geneticky modifikovaným (GM) krmivem a kontrolním krmivem z krátkodobého, dlouhodobého i více generačního hlediska prováděné na krysách, potkanech, krávacích či prasatech neukázaly žádné rozdíly mezi zvířaty krmenými GM krmivem a kontrolním krmivem (Snell a kol. 2012). Na zvýšení výnosů a snížení pesticidů u GM rostlin poukázala meta-analýza 147 publikovaných, ale i nepublikovaných studií, která zjistila, že výnosy GM plodin jsou o 22 % vyšší, množství použitých pesticidů je o 37 % nižší a náklady na pesticidy se snižují o 39 %. GM osivo je dražší, ale to je kompenzováno sníženými náklady v chemickém a mechanickém ošetření plodin. Průměrný zisk zemědělců využívajících GM technologii je o 69 % vyšší (Klümper a Qaim 2014).

Při průzkumu veřejného mínění v USA v roce 2004 bylo zjištěno, že většina respondentů je neinformovaná o GM potravinách. Např. tvrzení, že normální rajče neobsahuje geny, ale GM rajče ano, označilo za špatné pouze 40 % respondentů. Podobně pouze 42 % odpovídajících označilo jako nepravdivé tvrzení, že rajče s přidaným genem ryby bude chutnat po rybě. V případě legislativy pouze 33 % respondentů vědělo, že GM potraviny nemusí být v USA označeny (Hallman a kol. 2004).

Otázkou je, zda negativní vnímání geneticky modifikovaných organismů není způsobeno nízkou mírou informovanosti veřejnosti. Cílem této práce je zjistit, zda vědomosti mohou ovlivňovat názor na geneticky modifikované organismy. Úroveň informovanosti byla

zjišťována u vysokoškolských studentů různých studijních oborů. Výsledky jsou získány prostřednictvím kvantitativního sociologického výzkumu a jsou zpracovány metodou chí-kvadrát testu.

1. Definice geneticky modifikovaného organismu a legislativa

1.1 Definice GMO

„**Geneticky modifikovaný organismus** (GMO) je organismus, kromě člověka, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací provedenou některým z technických postupů stanovených zákonem“ (Zákon č. 78/2004 Sb.).

„**Genetická modifikace** (GM) je cílená změna dědičného materiálu spočívající ve vnesení cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo vynětí části dědičného materiálu organismu způsobem, kterého se nedosáhne přirozenou rekombinací“ (Zákon č. 78/2004 Sb.).

1.2 Základní pojmy

Dle zákona č. 78/2004 Sb. jsou definovány základní pojmy. Za **organismus** je považována každá biologická jednotka, která je schopná rozmnožování nebo přenosu **dědičného materiálu**, tedy deoxyribonukleové či ribonukleové kyseliny. **Genetický produkt** je věc, která byla uvedena do oběhu a která je tvořena jedním či více geneticky modifikovanými organismy. Prostor ohraničený fyzikálními bariérami spolu s bariérami chemickými nebo biologickými, které zabraňují kontaktu GMO s lidmi, zvířaty a životním prostředím se nazývá **uzavřený prostor**. Přítomnost genetických modifikací v organismu nebo v produktu je zjišťována prostřednictvím **monitoringu**, který také sleduje účinky GMO na zdraví lidí, zvířat a působení na životní prostředí.

Mezi další pojmy patří **příjemce**, což je organismus, do jehož dědičného materiálu je vnášen cizorodý dědičný materiál prostřednictvím genetické modifikace získaný od **dárcovského organismu**. **Vektor** je nebuněčný útvar, který obsahuje genetickou informaci, kterou dokáže spolu s vloženým cizorodým dědičným materiálem (**insertem**) vnést do buněk příjemce. Uměle upravená nukleová kyselina se označuje jako **konstrukt**. V konstruktu jsou obsaženy signální a selekční geny. „**Signální gen** určuje snadno zjiřitelnou vlastnost buněk nebo organismu obsahujícího funkční konstrukt. **Selekční gen** určuje necitlivost k určité látce nebo k vlivu zabraňujícímu množení buněk, které tento gen neobsahují“ (Vyhláška č. 209/2004 Sb.).

1.3 Legislativa

Nakládání s geneticky modifikovanými organismy je určeno národní a evropskou legislativou, která zajišťuje ochranu zdraví lidí, zvířat a životního prostředí. Je uplatňován tzv. **princip předběžné opatrnosti**, který zaručuje povolení pouze na základě důkladného ověření, zda neexistuje nebezpečí (Doubková 2006).

1.3.1 Evropská legislativa

Nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty je upraveno směrnicí 2001/18/ES o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a směrnicí 2009/41/ES o uzavřeném nakládání s geneticky modifikovanými mikroorganismy. Tyto směrnice jsou přejaty do české legislativy zákonem 78/2004 Sb. a vyhláškou č. 209/2004 Sb. Dále pak je nakládání upraveno nařízením č. 1829/2003 Evropského parlamentu a Rady o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech, nařízením č. 1830/2003 o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z GMO a nařízením č. 1946/2003 o přeshraničních pohybech GMO. Obě směrnice a všechny nařízení jsou dostupné na webových stránkách Ministerstva životního prostředí (Ministerstvo životního prostředí, legislativa, viz internetové zdroje).

Předmětem nařízení č. 1829/2003 je ochrana zdraví a životního prostředí, posouzení bezpečnosti před uvedením na trh, monitorování účinků GM potravin a krmiv po uvedení na trh aj. Postup vydávání povolení pro GM potraviny nebo krmiva spočívá v podání žádosti orgánu členského státu, který ji dále předává Evropské komisi a kromě toho také ostatním orgánům členských států a Evropskému úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA). Principem nařízení č. 1830/2003 je sledovatelnost a označování GMO v Evropské unii (EU), zajištění informovanosti spotřebitele a práva volby označováním výrobků z GMO. Také nařizuje inspekční a kontrolní opatření v jednotlivých členských státech. Cílem posledního nařízení č. 1946/2003 je zajištění ochrany při přepravě a využívání GMO, informovanost o přeshraničních pohybech GMO nebo naplnění Cartagenského protokolu o biologické bezpečnosti, který se hlavně zabývá přenosem živých GMO přes hranice států (Doubková a Roudná 2004).

1.3.2 Národní legislativa

V České republice je nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty určeno zákonem č. 78/2004 Sb., který je novelizován zákonem č. 346/2005 Sb., zákonem č. 124/2008 Sb., zákonem č. 227/2009 Sb., zákonem č. 281/2009 Sb., zákonem č. 18/2012 Sb., zákonem č. 279/2013 Sb. a doplněn vyhláškou č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, která je změněna vyhláškou č. 86/2006 Sb. a vyhláškou č. 29/2010 Sb. Všechny tyto právní předpisy jsou dostupné na webových stránkách Ministerstva životního prostředí (Ministerstvo životního prostředí, legislativa, viz internetové zdroje).

Podle § 3 zákona č. 78/2004 Sb. lze nakládání s GMO a genetickými produkty rozlišit na **uzavřené nakládání** (tj. činnosti v uzavřeném prostoru), **uvádění GMO do životního prostředí** (tj. uvádění mimo uzavřený prostor) a **uvádění GMO nebo genetických produktů do oběhu** (tj. předání nebo nabídnutí jiné osobě). Pro všechny typy nakládání platí jiná povolovací procedura, která je potřeba k získání oprávnění. Administrativní proces v případě zisku oprávnění k uzavřenému nakládání je na základě oznámení Ministerstvu životního prostředí (MŽP). Oznámení lze podat pouze v případě uzavřeného nakládání při vyhodnocení rizika první nebo druhé kategorie (nejnižší míra rizika). V takovém případě je nakládání 1. kategorie rizika možno zahájit ihned po podání žádosti a nakládání 2. kategorie po 45 dnech od podání žádosti, pokud ministerstvo nesdělí, že je k tomuto nakládání potřeba povolení (Doubková a Roudná 2004). Mezi náležitosti oznámení, které jsou uvedeny ve vyhlášce č. 209/2004 Sb. patří kromě základních údajů také účel a doba trvání uzavřeného nakládání, hodnocení rizika, údaje o pracovišti a o nakládání s odpady, druhy a množství používaných organismů a používané genetické modifikace. Laboratoře pro uzavřené nakládání s GMO musí být označeny a musí vést provozní deník GMO (Obrázek 1).

Oprávnění k nakládání v případě třetí a čtvrté kategorie rizika uzavřeného nakládání a oprávnění k uvádění GMO do životního prostředí může být získáno pouze na základě podání žádosti Ministerstvu životního prostředí, jejíž náležitosti jsou uvedeny ve vyhlášce. Dle § 5 tohoto zákona ministerstvo musí ověřit úplnost žádosti, a pokud je vše splněno, ministerstvo posílá žádost v listinné podobě a elektronicky Ministerstvu zemědělství, Ministerstvu zdravotnictví a současně zveřejní shrnutí obsahu žádosti. Ministerstva a veřejnost mohou vznést své připomínky, ze kterých poté vychází MŽP při rozhodování. Při schvalovacím procesu se klade důraz na hodnocení rizika, která by mohly přinést

geneticky modifikované organismy a genetické produkty. Prověřuje se působení na zdraví lidí, zvířat a rostlin, ovlivnitelnost životního prostředí, přenos vloženého genu na jiné organismy s důrazem na přenos genu podmiňující necitlivost na antibiotika. Odevzdání hodnocení rizika ministerstvu je součástí každé žádosti o nakládání s GMO nebo genetickým produktem (Zákon č. 78/2004 Sb.).

Získání povolení k uvádění do životního prostředí je složitý proces a trvá déle než v případě uzavřeného nakládání. Je zde navíc stanovena povinnost žadatele poskytnout vzorky GMO. Shrnutí obsahu žádosti posílá MŽP Evropské komisi, která je rozesílá ostatním členským státům, které mohou vznést připomínky a případně si vyžádat úplné znění žádosti. Osoba, která získala povolení k uvádění do životního prostředí, je povinna provádět monitoring a podávat průběžné zprávy o výsledcích (Zákon č. 78/2004 Sb.).

Mimo náležitosti žádosti vyhláška také stanovuje náležitosti shrnutí obsahu žádosti, náležitosti a postupy hodnocení rizika, prahovou hranici výskytu příměsi, požadavky na uzavřený prostor a ochranná opatření pro jednotlivé kategorie rizika, způsob a rozsah vedení dokumentace, náležitosti havarijního plánu a náležitosti hodnotící zprávy (Vyhláška č. 209/2004 Sb.). Ministerstvo vede registr povolených geneticky modifikovaných organismů odděleně pro uzavřené nakládání a pro uvádění do životního prostředí. Navíc je veden registr osob, kterým bylo uděleno povolení (Ministerstvo životního prostředí, registry, viz internetové zdroje).

O uvádění GMO do oběhu (týká se dovozu, prodeje a komerčního pěstování) je rozhodováno na úrovni celé Evropské unie a může trvat několik let (Doubková 2006). Vzhledem k tomu, že s GMO nebo genetickým produktem schváleným k uvádění do oběhu může nakládat každý, pak oprávnění není vázáno na určitou osobu, ale na tento organismus nebo produkt (Doubková a Roudná 2004). GMO nebo genetický produkt lze uvádět do oběhu, pouze pokud byl zapsán v Seznamu pro uvádění do oběhu nebo pokud byl dán souhlas či povolení příslušným úřadem členského státu a pokud vyhovuje požadavkům právních předpisů Evropských společenství. Osoba uvedena v Seznamu pro uvádění do oběhu je povinna provádět monitoring, který je předáván Komisi a příslušným orgánům členských států. Při získávání povolení je opět postupováno dle § 5 a dále musí žadatel poskytnout vzorek pro kontrolní účely. Ministerstvo poskytne shrnutí obsahu žádosti Komisi, příslušným úřadům členských států a dodá kopii úplné žádosti s hodnotící zprávou. Evropská komise a ostatní členské státy mají možnost vznést připomínky a mohou požadovat další informace

(Zákon č. 78/2004 Sb.). Žádost je posuzována Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA) a konečné rozhodnutí vydává Rada ministrů pro životní prostředí, která zohledňuje připomínky orgánů členských států, Evropské komise a Evropského úřadu pro bezpečnost potravin. Pokud Rada k rozhodnutí nedospěje, rozhoduje Evropská komise (Doubková 2006).

Všechny náležitosti žádosti o zápis do Seznamu GMO a genetických produktů schválených pro uvádění do oběhu a jiné stanovuje vyhláška č. 209/2004 Sb. Dle § 6 této vyhlášky genetický produkt určený k přímému zpracování nemusí být označen, pokud neobsahuje více jak 0,9 % příměsi GMO schválených pro uvedení do oběhu.



Obrázek 1: Laboratoře pro uzavřené nakládání s GMO. Foto: autor

2. GMO, Genetické modifikace

2.1 Historie GMO

Vzniku genového inženýrství předcházely významné objevy v oblasti genetiky a molekulární biologie. Důležitými mezníky bylo objevení struktury DNA, objevení restričních enzymů, které jsou schopny štěpit DNA na určitých specifických místech (tzv. restričních místech) i enzymů schopných tato místa zase spojit. Pokrok také přinesly studie bakteriálních kružnicových molekul DNA, tzv. plazmidů (Drobník 2006). Samotný vznik genového inženýrství je spojován s prvním přenosem genu mezi dvěma druhy organismů, který byl uskutečněn roku 1973. Herbert Boyer a Stanley Cohen přenesli gen žáby do bakterie, která následně produkovala žabí bílkovinu (Vondrejs 2010). Rekombinantní DNA technologie (technologie rekombinantní DNA) se v genovém inženýrství stala základním postupem umožňující vytvářet nové kombinace molekul deoxyribonukleových kyselin (DNA), které se v přirozeném organismu společně nevyskytují. Gen, který je přenášen

se nazývá transgen a organismus do kterého je gen vložen se nazývá transgenní (Drobník 2006).

Manipulace na úrovni DNA vzbuzují obavy a podmiňují diskuzi o možných nebezpečích. Roku 1974 byla zřízena komise s předsedou Paulem Bergem, která se měla zabývat posouzením rizik spojených s používáním těchto nových technik. V následujícím roce se konala konference v Asilomaru, která stanovila bezpečnostní pravidla a zásady nakládání s GMO. Tato pravidla se později stala základním podkladem pro vytváření národních zákonů i u nás (Vondrejs 2010).

V roce 1978 byl technikou rekombinantní DNA úspěšně připraven lidský inzulín, který měl oproti prasečímu přesnou strukturu, a stal se tedy pro diabetiky přijatelnějším. Po této události došlo k velkému rozvoji biotechnologických firem a velký přínos zaznamenal farmaceutický průmysl, ve kterém docházelo k produkci peptidů připravovaných fermentací z geneticky modifikovaných bakterií nebo kvasinek (Drobník 2006).

Základní objevy byly učiněny koncem 60. a začátkem 70. let. Přispěli k nim zejména Jeff Schell a Marc Van Montagu z univerzity v Ghentu, kteří zjistili mechanismus přenosu genů bakterie rodu *Agrobacterium* do rostliny (Van Montagu 2011). Díky těmto poznatkům vznikla roku 1983 první transgenní rostlina, kterou byl tabák s rezistencí k antibiotiku kanamycinu (Bawa a Anilakumar 2012). V roce 1986 byly realizovány první polní pokusy v USA a ve Francii s geneticky modifikovaným tabákem. Od tohoto roku počet polních pokusů rychle rostl a do roku 1995 jich bylo přes tři tisíce. Největší zastoupení měla kukuřice, dále řepka, brambor, rajče, sója, bavlník, tabák, meloun a dýně (James a Krattiger 1996). První GM plodina, která byla uvedena na trh, bylo rajče nazvané Flavr-savr. U těchto rajčat došlo k utlumení enzymu štěpícího pektin, což zabránilo měknutí a tato rajčata se mohla sklízet v době jejich zralosti (Drobník 2006). V roce 1996 byly GM plodiny pěstovány na ploše 1,7 milionu hektarů. Pěstování těchto plodin mělo rostoucí charakter, až v roce 2015 se oproti roku 2014 celosvětová plocha s GM plodinami snížila z 181,5 na 179,7 milionu hektarů (James 2015).

V případě geneticky modifikovaných živočichů se stal důležitý rok 1997, kdy bylo klonováno první zvíře. Ovce jménem Dolly měla tři matky. Z první matky bylo izolováno vajíčko, ze kterého bylo vyjmuto jádro. Druhá matka poskytla jádro, které bylo získáno z buňky vemene a vpraveno do vajíčka první matky. Vzniklé embryo bylo přeneseno do dělohy třetí matky, klonované mládě bylo pojmenováno Dolly (Stratilová 2014).

Roku 2006 byl schválen lék Atryn produkovaný GM kozou v mléce (Stratilová 2014) a ke konci minulého roku byl v USA schválen první GM živočich jako potravina, jedná se o lososa (Ledford 2015, viz internetové zdroje). Jinak jsou GM živočichové využíváni především k laboratorním pokusům (Roudná 2008).

2.2 Geneticky modifikované mikroorganismy

Mikroorganismy, u kterých byla úmyslně změněna dědičná informace, se označují jako geneticky modifikované nebo také transgenní mikroorganismy. S viry, kvasinkami nebo bakteriemi se především pracuje v uzavřeném prostředí GMO. Nejvíce využívanými bakteriemi jsou *Escherichia coli*, nebo *Agrobacterium tumefaciens* a v případě kvasinek se jedná o kvasinku rodu *Saccharomyces* (Káš 2004).

Geneticky modifikované mikroorganismy nalézají využití v mnoha oblastech průmyslu, jako je průmysl potravinářský, textilní nebo farmaceutický. (Roudná 2011). Velmi důležité jsou také při vytváření geneticky modifikovaných rostlin, ale snad jejich největší význam lze nalézt v medicíně. Příkladem mohou být transgenní viry a bakterie, díky kterým lze připravit protinádorové rekombinantní vakcíny. Základem je přenos genu kódujícího nádorový antigen do oslabeného viru nebo bakterie a po aplikaci navození imunitní reakce organismu. Příkladem vakcíny tvořené transgenními viry vakcinie nebo adenoviry, je vakcína proti nádoru děložního čípku nebo prostaty. K přípravě první vakcíny určené k prevenci nádorů byly použity GM kvasinky, které produkovaly vakcínu proti žloutence typu B (Vonka 2006).

Nejnámějším využitím transgenního mikroorganismu ve farmacii je produkce rekombinantního inzulínu prostřednictvím bakterie *E. coli* a *S. cerevisiae*. Tento lék byl schválen roku 1982 a pojmenován Humulin. V současné době existují také inzulínová analogá, která mohou mít krátkodobé nebo dlouhodobé působení. Prostřednictvím genového inženýrství je vyráběna řada dalších hormonů či proteinů, jako je glukagon (antagonista inzulínu), somatotropin (růstový hormon), folitropin (folikuly stimulující hormon) nebo produkce interferonů, které zajišťují obranu před viry (Roudná 2011).

V případě potravinářského průmyslu dochází pomocí geneticky modifikovaných mikroorganismů (GMM) k výrobě enzymů jako je chymozin, který se využívá při výrobě sýrů, proteázy využívané ke zpracování masa nebo enzymů významných v pekárenském

průmyslu. Dále jsou GMM využívány k vytváření geneticky modifikovaných rostlin. Při vytváření plodin s rezistencí proti napadení hmyzem se využívají geny půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* (Bt). Významným mikroorganismem je také *Agrobacterium tumefaciens*, jejíž plazmid je využíván k přenosu cizí DNA do rostlinného organismu (Káš 2004).

2.3 Geneticky modifikované rostliny

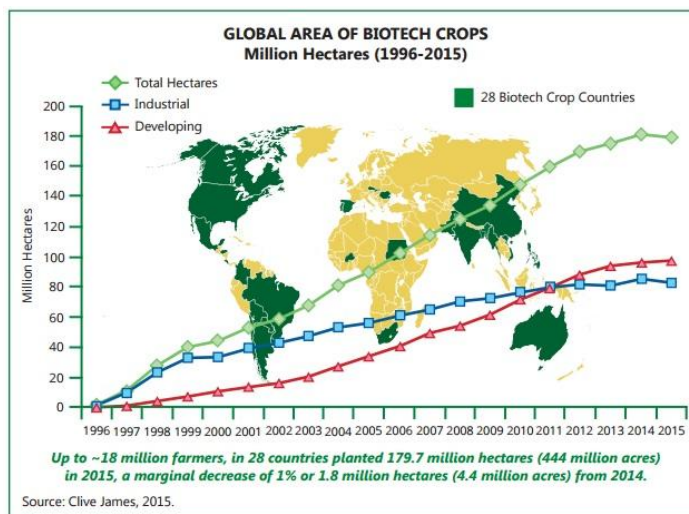
Transgenní rostliny lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou transgenní rostliny, které jsou vytvářené pro výzkumné účely, např. při studiu funkce genů. Do druhé skupiny můžeme zahrnout transgenní rostliny, do kterých byly vneseny geny zlepšující jejich hospodářské vlastnosti a mohou být komerčně využívány. Podle jejich vlastností se rozdělují do pěti generací. První generaci tvoří rostliny s odolností vůči herbicidům a biotickým stresům jako jsou např. škůdci. Druhá generace představuje rostliny odolné k abiotickým stresům. Třetí generací jsou rostliny s vyšším obsahem nutričních látek, čtvrtou generaci tvoří ekologicky výhodné rostliny. Do páté generace můžeme zařadit rostliny, kterými mohou být nahrazeny fosilní paliva nebo suroviny pro průmysl (Stratilová 2014).

Nejvíce jsou pěstovány GM rostliny první generace, mezi které patří tzv. Bt plodiny s rezistencí vůči škůdcům a plodiny s odolností k herbicidům (tzv. HT plodiny). Jejich výhodou je vyšší výnos, snížené množství aplikovaných pesticidů, méně potřebná technika, vyšší zisky zemědělců a také dochází ke snížení zátěže životního prostředí (Roudná 2011).

Do druhé generace patří transgenní rostliny s odolností vůči nepříznivým abiotickým podmínkám. Příkladem je kukuřice odolná vůči suchu (Stratilová 2014).

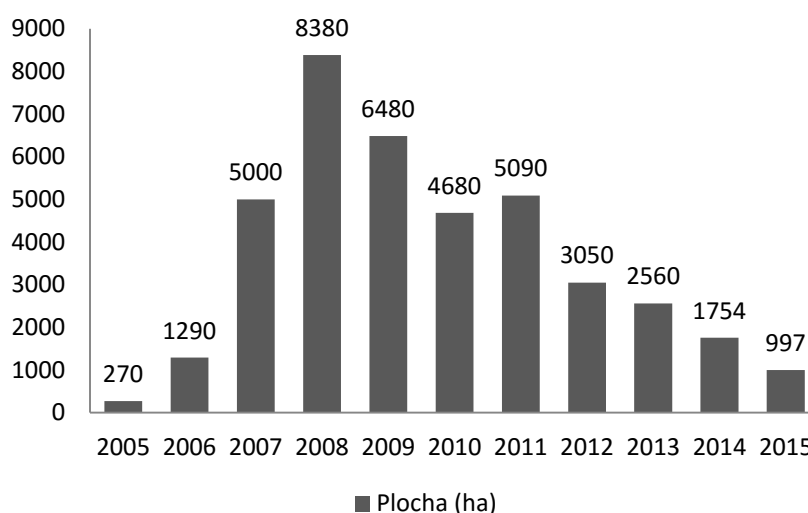
Třetí generací transgenních rostlin jsou rostliny s lepšími výživovými hodnotami. Byla vytvořena GM rýže (tzv. zlatá rýže) s vyšším obsahem beta-karotenu, prekurzorem vitamínu A. Transgenní sója, která je schválena pro uvádění má vyšší obsah nenasycených mastných kyselin nebo snížený obsah nasycených mastných kyselin (MK). Tyto nenasycené MK napomáhají předcházet vzniku onemocnění, oproti nasyceným mastným kyselinám, které jsou jednou z příčin vzniku srdečně-cévních onemocnění nebo jsou často důvodem vzniku obezity (Stratilová 2014).

V roce 2015 byly GM plodiny pěstovány celkem na 179,7 milionech hektarů. Plochy oseté GM plodinami od roku 1996 až do roku 2015 jsou uvedeny na obrázku 2.



Obrázek 2: Celková plocha pěstovaných transgenních rostlin (v milionech hektarů) (James 2015).

Zatímco celosvětová plocha s GM plodinami má růstový charakter, v České republice plocha od roku 2008 klesá. V rámci Evropské Unie a i v ČR je k pěstování povolena pouze Bt kukuřice MON810. Na obrázku 3 jsou uvedeny oseté plochy transgenní kukuřicí MON810 v České republice od roku 2005 do roku 2015.



Obrázek 3: Plochy oseté kukuřicí MON810 v ČR od roku 2005.

Zdroj: http://www.mzp.cz/cz/aktualni_informace

Důvodem proč je zaznamenáván klesající charakter pěstování této plodiny je nejspíše přísná legislativa EU a dále negativní vnímání GMO v Evropě, včetně toho, že odběratelé odmítají kupovat GM produkty (Roudná 2011). Transgenní plodiny jsou využívány v EU převážně jako krmiva pro hospodářská zvířata (Stratilová 2014). Evropská unie potřebuje více než 36 miliónů tun sóji ročně pro krmení dobytka, ale zvládne vyprodukovat pouze 1,4 miliónu tun. Znamená to, že EU je závislá na dovozu GM sóji, které se roku 2013 přivezlo přes 30 miliónu tun (European Commission 2015, viz internetové zdroje). Kromě GM sóji se dováží také GM kukuřice, řepka, bavlník, cukrovka nebo karafiát (Svět biotechnologií 2015, viz internetové zdroje).

Nakládání s geneticky modifikovanými plodinami se řídí národní a evropskou legislativou. GM plodiny jsou před uvedením do životního prostředí dlouhodobě testovány (Obrázek 4).



Obrázek 4: Testování přítomnosti transgenů před uvedením geneticky modifikovaného jarního ječmene SCLW-GP-PHYA se zvýšenou produkcí enzymu fytasy v zrna do životního prostředí. Foto: autor

2.4 Geneticky modifikovaní živočichové

Výzkumy, které probíhají s laboratorními zvířaty, jsou důležité z hlediska posouzení rizik GM krmiv, dále při vývoji nových léků nebo při studiích genetických poruch a funkcí genů. Nejvíce jsou využívány laboratorní myši, nebo potkani. Funkci lidského genu lze např. zjistit prostřednictvím tzv. genového knockoutu, při kterém dochází k vyřazení obdobného genu v genomu myši a k následnému pozorování a testování (Roudná 2008).

Dále jsou GM živočichové využíváni jako tzv. živé bioreaktory, což znamená, že mají schopnost produkovat důležité látky pro člověka (Roudná 2008). Tohoto je využíváno např. při vytváření léku proti srážlivosti krve (Atryn). Vložení genu kódujícího lidský antitrombin do části dědičné informace, která je zodpovědná za produkci mléčné bílkoviny

u ovcí nebo koz, dochází k přímé produkci tohoto peptidu v mléce. Tento lék je schválen od roku 2006 (Stratilová 2014).

Pro většinu chovatelů je důležité, jak rychle zvíře doroste požadované velikosti. Proto bylo provedeno několik pokusů, při kterých docházelo k přenosu genů pro růstový hormon nejdříve do myši a poté i do hospodářských zvířat (Roudná 2008). Přenos byl realizován i u ryb, konkrétně u lososa, který byl po dvaceti letech v minulém roce schválen do oběhu. Výhodou tohoto lososa je, že po 18měsících dosahuje požadované konzumní velikosti, namísto třech let. Je to první GM živočich určený pro běžnou konzumaci. Ve Spojených státech je uváděn na trh pod názvem „AquaAdvantage“ (Ledford 2015, viz internetové zdroje).

GM živočichové mohou mít v budoucnu velký význam ve využití v boji proti různým nemocem. Komár tropický popř. egyptský (*Aedes aegypti*) je známý přenašeč nemocí horečky dengue, chikungunya, nebo žluté zimnice (Stratilová 2014). Pomocí genetické modifikace lze vytvořit GM samečky nesoucí gen, který zajišťuje vývoj larev pouze za přítomnosti antibiotika tetracyklinu. Samice komára, která je přenašečkou těchto nemocí a která byla oplodněna GM samcem, klade vajíčka do vody, ze kterých se líhnou larvy, které však nepřežívají z důvodu nepřítomnosti antibiotika. Dochází tak k výraznému poklesu jedinců schopných přenášet choroby (Roudná 2011).

3. Geneticky modifikované organismy, metody

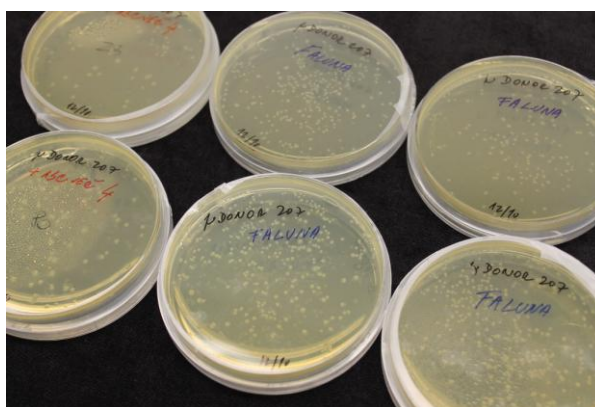
3.1 Metabolická dráha, zájmový gen

Znalost metabolické dráhy organismu je předpokladem k nalezení genu kódujícího enzym, který tuto metabolickou dráhu ovlivňuje. Na základě známé sekvence lze geny nasyntetizovat a objednat online např. na stránkách thermofisher.com.

3.2 Příprava vektorů, klonování

K namnožení nebo uchování žádaného genu se využívají různé strategie a postupy. Nejčastěji jsou využívány bakteriální plazmidy, vektory. Jsou to malé kružnicové molekuly DNA schopné replikace, nacházející se v bakteriální buňce. Vektory lze rozštěpit v určitém místě pomocí enzymů nazývaných restriční endonukleázy, následně vložit zájmový gen, selekční gen a reportérový gen a nakonec za pomoci ligázy spojit rozštěpené konce vektoru

s konci vloženého fragmentu DNA. Vzniká rekombinantní plazmid, který je vložen do bakterie, kde jej lze uchovávat nebo také prostřednictvím bakterie namnožit. Exprese genu je zajištěna promotorem, který je součástí vkládaných genů. Rozlišujeme promotory nescifické (konstitutivní) a specifické (gen je exprimován ve specifickém pletivu rostliny). Růst bakterií s připraveným plazmidem je zajištěn prostřednictvím vložených genů, které zajišťují přežití a exponenciální množení pouze těch bakterií, které obsahují rekombinantní plazmid (Vondrejs 2010). Příkladem je kultivace bakterie *Escherichia coli* (TOP 10) s vneseným vektorem (Obrázek 5).



Obrázek 5: Kultivace bakterií *E.coli* (TOP 10) s vneseným vektorem obsahující zájmový gen *ABC19*, nebo gen *faluna*, kultivovaných na médiu LB s Kanamycinem. Foto: autor

3.3 Transformace

Přenesení požadovaného genu do cílového organismu se označuje jako transformace. U rostlin probíhá nejčastěji pomocí půdní bakterie *Agrobacterium tumefaciens*, nebo biolistickou metodou. U živočichů se často využívá metoda mikroinjekce.

3.3.1 Transformace prostřednictvím bakterie *Agrobacterium tumefaciens*

Agrobacterium tumefaciens je půdní bakterie, která dokáže proniknout do rostliny v místě poranění stonku a vyvolat nádorovou proliferaci. Nádorová proliferace je způsobena tzv. Ti (Tumor inducing) plazmidem, který obsahuje úsek T-DNA, jenž se dokáže začlenit do rostlinné chromozomální DNA. Úsek obsahuje geny pro tvorbu rostlinných fytohormonů (auxiny a cytokininy), které způsobují vznik nádorů a také obsahuje gen pro syntézu opinů, zajišťujících výživu bakterie. U plazmidů, které se v genovém inženýrství využívají, jsou geny, které způsobují nádorovou proliferaci odstraněny a nahrazeny zájmovým genem.

Z úseku T-DNA jsou zachovány pouze dvě části, pravá a levá, které zajišťují transport genu do DNA rostliny (Brown 2007).

3.3.2 Biolistická metoda

Biolistická metoda je často využívána k transformaci jak jednoděložných, tak i dvouděložných rostlin. Kovové částice zlata nebo wolframu jsou obaleny připravenou plazmidovou DNA a vstřelovány do pletiva rostlinných buněk. (Brown 2007). Velmi často se tato metoda využívá při ověřování exprese reportérových genů.

3.3.3 Mikroinjekce

Tato metoda využívá embryonální kmenové buňky získávané z embrya raného vývojového stádia. Tyto buňky jsou totipotentní, mohou se tedy diferencovat do všech buněčných typů. Pod mikroskopem dochází pomocí kapiláry k přenosu DNA do jádra buňky a tato buňka je následně vrácena zpět do embrya, které je implantováno do náhradní matky (Brown 2007).

3.4 Proces ověřování

Závěrečnou fází tvoří ověřování přítomnosti přeneseného genu v cílovém organismu. Toto ověřování probíhá na úrovni DNA, RNA a proteinu.

4. GMO a veřejnost

Veřejnost je větší část společnosti, která má zájem o společenské dění, řešení problémů a aktivně se projevuje. Charakteristickým rysem veřejnosti je tvorba veřejného mínění, které je utvářeno frekventovaně distribuovanými informacemi a zejména masovou komunikací. Veřejné mínění značí souhrn názorů, postojů a hodnocení k určitému veřejnému tématu, které si mezi sebou členové veřejnosti vyměňují (Urban a kol. 2011).

V rámci problematiky geneticky modifikovaných organismů lze veřejnost rozdělit na odbornou a laickou. Odbornou veřejnost tvoří vědci, popřípadě studenti genového inženýrství, molekulární biologie, biochemie a dalších vědních oborů. Zbývá část je tvořena laickou veřejností, která může být pozitivní či negativní v hodnocení GMO.

4.1 Problém masmédií

Hromadné sdělovací prostředky se staly významnými činiteli veřejného i soukromého života. Jejich vliv spočívá v jejich všudypřítomnosti a schopnosti politické a ekonomické manipulace. Média jsou veřejná a svobodná, každý má právo na svobodu projevu a informací. Jedním z problémů médií je míra pravdivosti informací, které jsou vytvářeny mnohdy spíše účelně (Urban a kol. 2011).

4.2 Reakce veřejnosti

Odpor veřejnosti ke GMO plyne z obav ohledně zdraví, životního prostředí a socioekonomického nebezpečí (Blancke a kol. 2015). Specifická rizika pro životní prostředí (rizika environmentální) jsou zabezpečována v gesci odboru environmentálních rizik a ekologických škod při Ministerstvu životního prostředí. Jednou z rizikových oblastí je i nakládání s GMO (Ministerstvo životního prostředí, rizika pro životní prostředí, viz internetové zdroje). Přísná legislativa týkající se GMO může také vyvolávat domněnku, že se jedná o nebezpečné manipulace ohrožující člověka, zvířata a životní prostředí. Tento negativní přístup zůstává i přes řadu studií, které neprokázaly žádný negativní vliv GMO na zdraví člověka a zvířat, nebo negativní vlivy na životní prostředí (Blancke a kol. 2015).

Laická veřejnost často není schopna nebo nemá zájem investovat čas a energii k pochopení celé problematiky GMO. Vyhodnocování rizik GMO je často ovlivněno vlastní intuicí a emocemi, které jsou ovlivňovány převážně negativní prezentací GMO, neověřenými fakty a smyšlenými informacemi. Povědomí o GMO lze do jisté míry zlepšit vzděláním a vyšší informativností (Blancke a kol. 2015).

5. Výzkumná část

5.1 Formulace výzkumného problému

Výzkum se zabývá problematikou geneticky modifikovaných organismů, což patří mezi velice diskutovaná témata. Myslím si, že podle názoru na GMO můžeme rozlišovat tři skupiny lidí. První skupinu tvoří lidé, kteří vytvářejí a pracují s GMO, zajímají se o tuto problematiku a jejich názor na GMO je pozitivní, ovšem do této skupiny mohou patřit i lidé, kteří ačkoli se v tomto oboru nepohybují, jsou pozitivní, jelikož jsou otevření novým vědeckým poznatkům a snaží se je podpořit. Druhou skupinu tvoří lidé, kteří mají odmítavý postoj ke GMO. Důvody mohou být různé, např. nedůvěra k vědeckým výzkumům, špatná informovanost, obava z možných důsledků atd. Poslední skupinou jsou lidé, kteří si uvědomují výhody GMO, přesto však u nich panuje určitá obava, a proto čekají na nové poznatky, které by je zařadily do jedné z předchozích skupin.

V současnosti nás může ovlivnit spousta faktorů, pomocí kterých se můžeme zařadit do jedné ze tří skupin. Za nejdůležitější faktor se dá považovat přečtení článku, který snadno nalezneme na internetu nebo v různých typech časopisů. Internet je velice důležitý zdroj naší informovanosti, avšak není vždy spolehlivý, jelikož se můžou vyskytnout i nepravdivé, neověřené informace. Článků a publikací týkajících se GMO je na internetu nespočet. Problémem je horší dostupnost vědeckých článků, které jsou navíc pouze v cizím jazyce, což způsobuje, že veřejnost většinou vyhledává pouze články, které jsou v češtině, jsou krátké, srozumitelné, ale nejsou odborné. Můžeme nalézt články negativní, nebo pozitivní. Jestliže si člověk, který o GMO nikdy nic neslyšel, přečte článek, který bude mít negativní postoj, je velká pravděpodobnost, že se na základě těchto informací stane silným odpůrcem GMO. Může se to stát velkým problémem společnosti, z důvodů utváření názorů, aniž bychom měli dostatečný příjem informací. Nedostatečný příjem informací může významným způsobem ovlivňovat utváření názorů ve společnosti.

Vzdělání je dalším faktorem, který může ovlivňovat názory na GMO. Studenti, kteří studují odbornou biologii, znají problematiku GMO, pracují s těmito organismy a mají potřebné znalosti, mají zajisté jiný názor, než studenti, kteří studují a orientují se v úplně jiném oboru.

Otázkou je, zda vztah ke GMO závisí na míře a typu informovanosti respondentů a zda postoj ke GMO může být ovlivněn také pohlavím respondenta.

5.2 Cíl výzkumu

Cílem bakalářské práce je prostřednictvím kvantitativního výzkumu zjistit vztah studentů ke geneticky modifikovaným organismům a zjistit, zda jejich vztah souvisí se znalostmi v této problematice.

5.3 Formulace výchozí (hlavní) hypotézy

Studenti, kteří mají více vědomostí, týkajících se problematiky GMO, budou mít kladnější vztah ke GMO, oproti studentům, kteří toho o problematice vědí méně. Vztah žen ke GMO bude spíše negativní v porovnání s muži.

5.4 Operacionalizace hlavní hypotézy

Vědomost je učením osvojený poznatek, základ rozumových operací a myšlení (Hartl a Hartlová 2000). Za vědomost bude považována znalost:

- pojmu GMO
- plodiny, která je povolena pro pěstování v EU
- výhod GM rostlin a značení GMO
- nemocí, které se léčí díky GMO
- postupu vzniku GMO
- struktury DNA
- knižního titulu, nebo jiného zdroje

Vztah: Působení mezi dvěma nebo více jevy, objekty či osobami (Hartl a Hartlová 2000). Vztah ke GMO může být pozitivní nebo negativní. Za kladný vztah ke GMO považují celkový pozitivní názor na GMO, tzn. podporu jejich produktů (podpora v tomto smyslu znamená, že by si respondent koupil GMO produkt, podpořil by zvýšení i nadále uvádění GM surovin na trh České republiky), vidinu kladného přínosu GMO do budoucna a dále prospěšné využití GMO v lékařství.

Předpoklad negativity ženy vyvozují z častějšího zájmu o složení potravin a dle mého názoru také z důvodu většího sklonu ke zdravému životnímu stylu. Pohlaví bude rozhodnuto z jediné otázky, zda je dotazovaný mužem nebo ženou.

5.5 Formulace souboru pracovních hypotéz

Příčina 1: informovanost studentů

Příčina je jev, který vede k vyvolání dalšího jevu (důsledku) (Hartl a Hartlová 2000).

Indikátory

Znalost:

- a) pojmu GMO
- b) plodiny, která je povolena pro pěstování v EU
- c) výhod GM rostlin
- d) značení GMO
- e) nemocí, které se léčí díky GMO
- f) postupu vzniku GMO
- g) struktury DNA
- h) knižního titulu o GMO nebo jiného zdroje

Důsledek 1: kladný názor na GMO

Důsledek je jev, který je způsoben jevem předcházejícím (příčinou). S tímto jevem zaujímá vztah, ve kterém existuje pozitivní nebo negativní zpětná vazba (Hartl a Hartlová 2000).

Indikátory:

- a) podpora produktů (surovin) z GMO (*tzv. dotazovaný by si koupil GMO produkt, je pro zvýšení GM produktů v ČR a podpořil by nadále uvádění GM surovin na trh*)
- b) přínos GMO (*za přínos považují určité výhody GMO, které spočívají ve vytváření nových odrůd plodin, které jsou pak kvalitnější, dále vytváření nových léků, díky nimž můžeme léčit různé nemoci nebo snižovat znečištění ovzduší*)
- c) kladné působení GMO na naše zdraví (*dotazovaný bude hodnotit využívání GMO v lékařství jako prospěšné a vyloučí možnost, že by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění*)

Příčina 2: Pohlaví respondenta

Důsledek 2: Ženy jsou ke GMO častěji negativní, než muži

Na základě hlavní hypotézy bylo stanoveno sedm pracovních hypotéz, které mohou potvrdit nebo vyvrátit stanovenou hypotézu.

PH1: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost souhlasu s přínosem GMO.

PH2: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost souhlasu s prospěšným využitím v oblasti lékařství.

PH3: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost nesouhlasu, že by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění.

PH4: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost podpory GM surovin, které jsou uváděny na trh.

PH5: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost podpory na zvýšení GM produktů na trh.

PH6: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost nákupu GM potravin.

Poslední pracovní hypotéza ukáže, zda existuje rozdíl v názorech na GMO mezi pohlavím.

PH7: Ženy jsou ke GMO častěji negativní, než muži.

5.6 Operacionalizace souboru pracovních hypotéz

PH1: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost souhlasu s přínosem GMO.

Podle dosažené míry vědomostí (informovanosti) v oblasti GMO mohou rozdělit respondenty do tří skupin (tabulka 1). Míra informovanosti bude získána pomocí osmi otázek, které se budou týkat základních znalostí v oblasti GMO (v dotazníku otázky č. 1, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 13). Předpoklad je takový, že studenti, kteří jsou ve skupině, která zahrnuje nejvíce

informované respondenty, budou mít i největší zastoupení v kladném hodnocení. Zda respondent hodnotí kladně přínos GMO bude měřeno otázkou č. 14 v dotazníku.

Hodnoty proměnné:

Za studenta bez vědomostí budu považovat takového studenta, který odpoví na 0 – 4 otázky dobře. U takových studentů nebudu předpokládat kladný vztah ke GMO. Studenta, který odpoví správně na 5 – 6 otázek, budu považovat za středně znalého a u takového studenta se už může projevit kladné hodnocení GMO. Jestliže student zodpoví minimálně sedm otázek z osmi správně, pak jej budu považovat za studenta, který je vysoce informovaný. Zmínění studenti by měli mít poté i kladný vztah ke GMO.

Správně zodpovězené otázky	Student
0 – 4	Slabá míra informovanosti nebo neinformovanost
5 – 6	Střední míra informovanosti
7 – 8	Vysoká míra informovanosti

Tabulka 1. Míra informovanosti studentů na základě správně zodpovězených otázek.

Vyhodnocením odpovědí vědomostních otázek bude zjištěno, do jaké kategorie student patří a při porovnání s otázkou přínosu GMO může být stanoveno, zda se hypotéza potvrdila, či vyvrátila. Takto zvolený postup vyhodnocování vědomostních otázek zvolím i u dalších pracovních hypotéz.

PH2: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost souhlasu s prospěšným využitím v oblasti lékařství.

Postup vyhodnocení vědomostních otázek zůstává stejný (tabulka 1). Souhlas s prospěšným využitím GMO v oblasti lékařství bude ověřován pomocí otázky č. 9. Jelikož je součástí této otázky i možnost „nevím“, pak při tomto zvolení nelze rozhodnout o souhlasu, či nesouhlasu. Vyhodnocení bude probíhat porovnáváním vědomostí studentů s jejich vztahem ke GMO v oblasti lékařství a na základě tohoto vyhodnocení bude hypotéza potvrzena, či vyvrácena.

PH3: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost nesouhlasu, že by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění.

Názor, zda by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění, bude zjišťován otázkou č. 11. Vědomosti studentů budou měřeny stejným postupem, jako v předchozích hypotézách (tabulka 1). Vyhodnocení bude probíhat porovnáváním vědomostí studentů s jejich odpověďmi na otázku, týkající se onemocnění, které by mohly způsobit GMO. Na základě srovnání bude hypotéza potvrzena, či vyvrácena.

PH4: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost podpory GM surovin, které jsou uváděny na trh.

Tato hypotéza bude měřena pomocí otázky, týkající se podpory GM surovin, tedy otázkou č. 2 v dotazníku. Posouzení informovanosti studentů zůstává neměnné (tabulka 1). Vyhodnocení bude, stejně jako v předchozích hypotézách, probíhat porovnáváním vědomostí a zvolenou možností u vztahové otázky týkající se GM surovin. Výsledkem bude potvrzení, či vyvrácení hypotézy.

PH5: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost podpory na zvýšení GM produktů na trh.

Pracovní hypotéza č. 5 bude ověřována pomocí otázky č. 5, týkající se podpory GM produktů. Vědomosti studentů budou měřeny stejným postupem, jako u předchozích pracovních hypotéz (tabulka 1). Vyhodnocení pak bude probíhat porovnáváním vědomostí a zvolenou možností u vztahové otázky týkající se GM produktů. Výsledkem bude potvrzení, nebo vyvrácení hypotézy.

PH6: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost nákupu GM potravin.

Tento předpoklad bude měřen prostřednictvím otázky č. 7, udávající koupi produktu označeného jako GMO. Vědomosti studentů budou ověřovány stejným způsobem jako u předchozích hypotéz (tabulka 1). Vyhodnocení bude probíhat porovnáváním vědomostí

a zvolené možnosti u vztahové otázky, zda by si respondent koupil označený GM produkt. Výsledkem bude potvrzení, nebo vyvrácení hypotézy.

PH7: Ženy jsou ke GMO častěji negativní, než muži.

Pohlaví respondenta bude zjištěno přímou otázkou na pohlaví. Zda se respondent staví ke GMO negativně, či pozitivně bude určeno pomocí vztahových otázek dle stupnice uvedené v tabulce 2.

5.7 Vyhodnocení hlavní hypotézy

Z výsledků pracovních hypotéz bude potvrzena či vyvrácena hlavní hypotéza. Kromě tohoto vyhodnocení bude navíc stanovena tabulka pro zařazení respondentů do třech kategorií, podle jejich vztahu ke GMO. Studenti, kteří odpoví kladně na 5 otázek, a více (z šesti otázek), budou studenti s kladným vztahem ke GMO. Studenti, kteří odpoví na 3 – 4 otázky kladně, budou na rozhraní. Takoví studenti nejsou rozhodnutí, zda hodnotit GMO kladně, či záporně. Naopak studenti, kteří odpoví pouze na 2 otázky kladně, a méně, budou studenti s negativním vztahem ke GMO.

Kladně zodpovězené otázky	Vztah ke GMO
0 – 2	Negativní vztah ke GMO
3 – 4	Mírně pozitivní vztah ke GMO
5 – 6	Vysoce (velmi) pozitivní vztah ke GMO

Tabulka 2. Rozdělení studentů na základě vztahu ke GMO.

Dále je nutné u těchto otázek zahrnout odpověď „nevím“, která se váže k otázce, zda je prospěšné využití GMO v oblasti lékařství. Pokud student zvolí tuto možnost, pak ho nelze přiřadit k žádnému vztahu ke GMO, tedy ani k pozitivnímu ani negativnímu, dojde k vyřazení této otázky a vyhodnocení bude probíhat pouze z těch otázek, které jasně označil. Toto vyhodnocení je naznačeno v následující tabulce:

Kladně zodpovězené otázky	Vztah ke GMO
0 – 2	Negativní vztah ke GMO
3 – 4	Mírně pozitivní vztah ke GMO
5	Vysoce (velmi) pozitivní vztah ke GMO

Tabulka 3. Rozdělení studentů na základě vztahu ke GMO zahrnující zvolení neutrální možnosti v jedné ze vztahových otázek.

Na základě znění hlavní hypotézy bude sledováno, zda se hypotéza potvrdila, nebo vyvrátila. Zároveň bude zjišťováno, zda existuje odlišnost v názorech mezi ženami a muži.

5.8 Metodika výzkumu

5.8.1 Výzkumná metoda

Pro výzkum byla vybrána kvantitativní metoda, která se odvíjí od sběru dat a následného vyhodnocení, proto je použita metoda matematicky-statistická.

5.8.2 Výzkumná technika

Výzkum bude probíhat formou standardizovaného dotazníku, který umožní nižší finanční a časovou náročnost, než jiné výzkumné techniky. Navíc díky tomuto způsobu získávání dat bude zajištěn dostatečný počet respondentů a bude možné vyhodnotit zvolenou hypotézu.

5.8.3 Rozhodnutí o populaci a vzorku

Sociologický výzkum jsem uskutečnila se studenty Univerzity Palackého v Olomouci. Důvodem pro toto rozhodnutí byla rozmanitost oborů, které studenti studují a je zde tedy možnost výskytu různého pohledu na GMO. Mimo jiné zde studují také studenti, kteří jsou v této problematice znalí. Jedná se například o molekulární biology a je zde tedy určitá pravděpodobnost výskytu této skupiny studentů při tomto výzkumu. Pokud bych se rozhodla provést výzkum s jinou skupinou respondentů, nemusela by být zajištěna taková rozmanitost a objevila by se náročnost kontaktování tohoto vzorku. Další výhodou je věková hranice studentů, která se pohybuje od 19 – 26 let, což ohraničuje mou vybranou skupinu. Nevýhodou se stává předpoklad vyšší vzdělanosti u studentů vyšších ročníků, to však nebudu zahrnovat do své hypotézy. Důvodem, proč jsem si vybrala tuto populaci je i to, že nejspíše právě tito studenti této věkové kategorie, budou za určitý čas řešit problémy spojené s GMO.

5.8.4 Předvýzkum

Předvýzkumu se zúčastnilo 6 respondentů, kterým byly dotazníky předány v papírové podobě. Bylo zjištěno, že vztahové otázky jsou těžké při rozhodování, jelikož odpovědi „ano“ a „ne“ jsou moc přímé. Proto jsem změnila odpovědi na „spíše ano“ a „spíše ne“. Dále jsem přidala možnost „částečně“ u otázky znalosti GMO, jelikož měl respondent o této problematice určité povědomí, ale ne takové, aby mohl dát možnost „ano“.

Pozměněna byla také úroveň vědomostních otázek, jelikož některé byly vyzývavé a dotazovaného nutily označit právě možnost, která ho ihned zaujala. Zaměněny byly i formulace vědomostních otázek tak, aby respondent neměl pocit, že odpovědi na tyto otázky musí znát. U otevřené otázky, která se ptá, zda respondent přečetl nějaký knižní titul nebo odborný článek o GMO, vznikl problém, že dotazující, ačkoli nějaký článek četl, si nevzpomněl na jeho název, a proto automaticky zvolil možnost „ne“, tedy nečetl. Proto jsem přidala poznámku, která přímo nenutí dotazovaného k odpovědi.

Dotazování neměli pocit, že by dotazník byl dlouhý, vyplňování jim netrvalo dlouhou dobu. Otázky byly přeskupeny tak, aby respondent neměl pocit, že vyplňuje test, a aby jej neovlivňovala předchozí otázka.

5.8.5 Realizace výzkumného šetření

Díky vytvořenému dotazníku, který byl realizován pomocí internetové stránky survio.cz, byla získána data od 100 respondentů, u nichž byla zajištěna jejich anonymita. Při online dotazování jsem byla závislá na metodě dobrovolného vyplňování, tedy neobjevuje se u mě metoda náhodná, ani výběrová, ale dotazník mi vyplnili pouze studenti, kteří tento dotazník vyplnit chtěli. Tedy i samotné zpracování výsledků probíhalo pouze u těchto studentů.

Dotazník byl umístěn na společné stránky na sociální síti Facebook, kde se nacházejí studenti ze všech fakult Univerzity Palackého. Tato skupina sdružuje přibližně 12400 studentů. Na univerzitě studuje přes 24000 studentů. Získání sto dotazníků z tak velké skupiny, je méně než procento, avšak v době vkládání dotazníku na tyto stránky se nemůže nikdy stát, aby byli všichni studenti online.

Získ dotazníků byl omezen pouze na sto dotazníků, kvůli bezplatnosti webové stránky. Odezva internetového dotazování byla rychlá, během dvou dnů bylo vyplněno a zasláno sto

dotazníků. Nevýhodou online dotazování je nepřítomnost tazatele, proto není jisté, zda dotyčný nevyplnil dotazník vícekrát. Nicméně tento dotazník vyplnilo prvních sto studentů, kteří dle mého názoru měli zájem o toto téma a chtěli se vyjádřit.

5.8.6 Způsob zpracování dat

Vyplněné dotazníky jsou zpracovány pomocí programu Microsoft Office Excel 2007 formou tabulek a grafů. Každá pracovní hypotéza je zpracována a popsána. U všech pracovních hypotéz je použita statistická metoda neparametrického testu nezávislosti chí-kvadrát (χ^2), která se většinou používá při ověřování dvou slovních proměnných. Prvním krokem je sestavení kontingenční tabulky, která se skládá ze dvou sledovaných proměnných (a, b). Hodnoty jedné proměnné jsou uvedeny v hlavičce tabulky a hodnoty druhé proměnné v legendě. Hodnoty (n_{ij}), které jsou kombinací obou proměnných, jsou uvedeny v jednotlivých políčkách tabulky. Poslední sloupec a řádek tabulky tvoří součty sloupcové a součty řádkové (Hindls a kol. 1997)

Kontingenční tabulka vypadá např. takto:

Hodnoty proměnné a	Hodnoty proměnné b				Součty řádkové n_i
	b_1	b_2	...	b_s	
a_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1s}	$n_{1.}$
a_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2s}	$n_{2.}$
.
.
a_r	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rs}	$n_{r.}$
Součty sloupcové $n_{.j}$	$n_{.1}$	$n_{.2}$...	$n_{.s}$	n

Dále postupujeme vypočítáním očekávaných hodnot (m_{ij}), kdy

$$m_{ij} = \frac{n_i \cdot n_j}{n}, \text{ kde } i = 1, 2, \dots, r \text{ a } j = 1, 2, \dots, s$$

Testové kritérium vypočteme podle vzorce

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}}$$

Abychom zjistili kritickou hodnotu, je třeba vypočítat stupeň volnosti, který se snadno získá ze vztahu $(r - 1) \times (s - 1)$, kde r značí počet řádků a s počet sloupců dvourozměrné tabulky (bez sloupcových a řádkových součtů). Na zvolené hladině významnosti zjistíme

kritickou hodnotu (ze statistických tabulek), kterou porovnáme s testovým kritériem (Hendl 2006).

Mohou nastat dva případy:

- 1) Jestliže testové kritérium (χ^2) je menší než kritická hodnota, nastává případ nezávislosti dvou znaků (tedy informovanost studentů nemá vliv na jejich kladný vztah ke GMO).
- 2) Druhá možnost nastává v případě, kdy testové kritérium (χ^2) je větší než kritická hodnota a znamená to souvislost mezi dvěma měřenými znaky. Tedy v tomto případě stupeň informovanosti studentů určuje jejich kladný vztah ke GMO. Při této možnosti dochází k potvrzení pracovní hypotézy s 95% úspěšností.

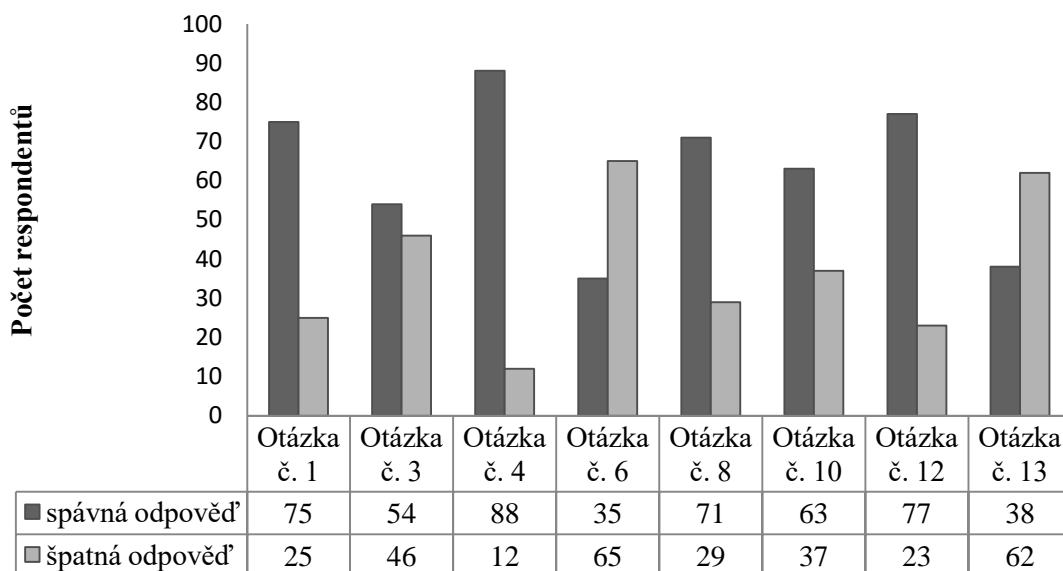
5.9 Výsledky

5.9.1 Výsledky vědomostních otázek

V dotazníku bylo použito celkem 14 otázek, z toho 8 týkajících se vědomostí. Plné znění těchto vědomostních otázek bylo:

- Víte, co znamená GMO (geneticky modifikovaný organismus)? (**otázka č. 1**)
- Víte, jaká GM plodina je v EU povolena ke komerčnímu pěstování? (**otázka č. 3**)
- Co je výhodou pěstování GM rostlin? (**otázka č. 4**)
- Věděl/a byste, při jakém procentuálním zastoupení musí být GM produkt označen jako GMO? (**otázka č. 6**)
- Jakou nemoc můžeme léčit díky genetické modifikaci? (**otázka č. 8**)
- Jak podle Vás vznikají GMO? (**otázka č. 10**)
- Vzpomenete si, z jakých dusíkatých bází je složena deoxyribonukleová kyselina (DNA)? (**otázka č. 12**)
- Četl/a jste nějaký knižní titul nebo odborný článek o GMO? (**otázka č. 13**)

Výsledky vědomostních otázek jsou uvedeny na obrázku 6.



Obrázek 6: Počet správně a špatně zodpovězených vědomostních otázek.

Z grafu můžeme vyčíst, že informovanost studentů je velice dobrá. Pouze ve dvou případech převažuje špatná odpověď. Otázky byly formulovány tak, aby byly na střední úrovni a mohl na ně odpovědět i student nepohybující se v této problematice. U otázky č. 13, u které bylo zjišťováno, zda student četl nějaký knižní titul, nebo odborný článek, měli

studenti možnost napsat titul knihy, nebo článku. Tato možnost byla vyplněna pouze čtyřmi studenty. Byly uvedeny tyto zdroje: článek o TTIP (Transatlantické obchodní a investiční partnerství), odborná přednáška v rámci výuky, přednáška PhDr. Hrstky (VUT Brno), seznámení s tématem pouze na střední škole.

Na základě výsledků vědomostních otázek byli studenti (dle tabulky 1) rozděleni do tří kategorií, které jsou znázorněny v tabulce 4.

Míra informovanosti	Počet respondentů
Vysoká míra informovanosti	27
Střední míra informovanosti	33
Slabá míra informovanosti	40
Celkem	100

Tabulka 4. Přehled rozdělení respondentů podle míry jejich informovanosti.

5.9.2 Výsledky vztahových otázek

V dotazníku bylo použito celkem 6 otázek zjišťujících vztah ke GMO. Plné znění i výsledky těchto otázek jsou zaznamenány v tabulce 5.

Vztahové otázky	Spíše ano	Spíše ne	
Budou pro nás GMO přínosem? (otázka č. 14)	66	34	
Myslíte si, že by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění? (otázka č. 11)	50	50	
Podpořil/a byste GM suroviny, které jsou uváděny na trh, aby byly na trhu i nadále? (otázka č. 2)	61	39	
Souhlasil/a byste se zvýšením GM produktů v ČR? (otázka č. 5)	42	58	
Koupil/a byste si produkt označený jako GMO? (otázka č. 7)	55	45	
	Prospěšné	Nebezpečné	Nevím
Co si myslíte o využívání GMO v oblasti lékařství? (otázka č. 9)	48	4	48

Tabulka 5. Odpovědi na vztahové otázky.

Studenti byli (dle tabulky 2 a 3) rozděleni na základě jejich vztahu ke geneticky modifikovaným organismům do tří skupin. Toto rozdělení znázorňuje tabulka 6.

Vztah ke GMO	
Vysoce (velmi) pozitivní vztah ke GMO	39
Mírně pozitivní vztah ke GMO	19
Negativní vztah ke GMO	42
Celkem	100

Tabulka 6. Vztah ke GMO na základě počtu kladně zodpovězených otázek.

5.9.3 Vyhodnocení pracovních hypotéz

Jednotlivé pracovní hypotézy budou vyhodnocovány prostřednictvím porovnávání tabulky 4. s jednotlivými otázkami tabulky 5.

PH1: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost souhlasu s přínosem GMO

PH1		
Míra informovanosti	Spíše ano	Spíše ne
Vysoká míra informovanosti	25	2
Střední míra informovanosti	21	12
Slabá míra informovanosti	20	20
Celkem	66	34

Tabulka 7. Porovnání míry informovanosti a přínosu GMO.

Na základě neparametrického testu nezávislosti chí-kvadrát, je provedeno vyhodnocení první pracovní hypotézy. S druhým stupněm volnosti, a tedy kritickou hodnotou 5,99 při toleranci 5 % je výsledné testové kritérium χ^2 rovno hodnotě 13,15. Jelikož testové kritérium je ostře větší než zjištěná kritická hodnota, můžeme potvrdit s 95% přesností souvislost obou měřených znaků, a tedy nezamítáme pracovní hypotézu č. 1

PH2: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost souhlasu s prospěšným využitím v oblasti lékařství.

U této otázky se ukázalo, jak velkou sílu má odpověď „nevím“. Tuto odpověď jsem se rozhodla nezahrnovat do ověření této hypotézy, jelikož nevypovídá o žádném vztahu. Porovnání názoru na GMO v oblasti lékařství s mírou informovanosti respondentů je znázorněno v tabulce 8.

PH2			
Míra informovanosti	Prospěšné	Nebezpečné	Nevím
Vysoká míra informovanosti	23	1	3
Střední míra informovanosti	17	2	14
Slabá míra informovanosti	8	1	31
Celkem	48	4	48

Tabulka 8. Názor na využívání GMO v oblasti lékařství v porovnání s mírou informovanosti.

Tato hypotéza není ověřitelná z důvodu malého zastoupení respondentů ve zvolené možnosti „nebezpečné“. Při nezahrnutí odpovědi „nevím“ do vyhodnocení je hodnota testového kritéria 0,78, a tedy se stupněm volnosti 2 a kritickou hodnotou 5,99 dojde k zamítnutí pracovní hypotézy č. 2.

PH3: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost nesouhlasu, že by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění.

PH3		
Míra informovanosti	Spíše ano	Spíše ne
Vysoká míra informovanosti	7	20
Střední míra informovanosti	17	16
Slabá míra informovanosti	26	14
Celkem	50	50

Tabulka 9. Porovnání míry informovanosti s otázkou č. 11 tabulky 5.

Testové kritérium se stupněm volnosti 2 a kritickou hodnotou 5,99 je 9,89. Vzhledem k tomu, že hodnota testového kritéria překračuje kritickou hodnotu, tedy $9,89 > 5,99$, je tím tedy ověřena souvislost mezi těmito dvěma vztahy. A tedy s 95% pravděpodobností nezamítáme pracovní hypotézu č. 3.

PH4: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost podpory GM surovin, které jsou uváděny na trh.

PH4		
Míra informovanosti	Spíše ano	Spíše ne
Vysoká míra informovanosti	23	4
Střední míra informovanosti	23	10
Slabá míra informovanosti	15	25
Celkem	61	39

Tabulka 10. Porovnání míry informovaností s podporou GM surovin na trhu.

Opětovné vyhodnocení za použití neparametrického testu nezávislosti chí-kvadrát určilo testové kritérium 16,97. Jelikož kritická hodnota se stupni volnosti 2 je 5,99, je testové kritérium větší než kritická hodnota, a proto je potvrzena souvislost dvou znaků s 95% pravděpodobností. Pracovní hypotézu č. 4 tedy nelze zamítnout.

PH5: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost podpory na zvýšení GM produktů na trh.

PH5		
Míra informovanosti	Spíše ano	Spíše ne
Vysoká míra informovanosti	21	6
Střední míra informovanosti	15	18
Slabá míra informovanosti	6	34
Celkem	42	58

Tabulka 11. Porovnání míry informovanosti s otázkou podpory na zvýšení produktů v ČR.

V případě této hypotézy je stupeň volnosti 2, a tedy kritická hodnota s tolerancí 5 % je 5,99. Testové kritérium je rovno 26,23. Jelikož testové kritérium je větší než kritická hodnota, nedochází k zamítnutí pracovní hypotézy č. 5.

PH6: Čím větší jsou vědomosti studentů ohledně GMO, tím je větší pravděpodobnost nákupu GM potraviny.

PH6		
Míra informovanosti	Spíše ano	Spíše ne
Vysoká míra informovanosti	23	4
Střední míra informovanosti	17	16
Slabá míra informovanosti	15	25
Celkem	55	45

Tabulka 12. Srovnání míry informovanosti studentů s odpověďmi respondentů o koupi GM produktu.

V rámci vyhodnocení se stupni volnosti 2, kritickou hodnotou 5,99 a testovým kritériem 15,05 můžeme vyhodnotit tuto hypotézu. Z důvodu větší hodnoty testového kritéria než kritické hodnoty nelze zamítnout pracovní hypotézu č. 6.

PH7: Ženy jsou ke GMO častěji negativní, než muži.

V dotazníkovém šetření bylo 15 respondentů mužského pohlaví a 85 respondentů ženského pohlaví. Dle tabulky 6 bylo možné zjistit jaký je vztah ke GMO u mužů a u žen a jednotlivé kategorie zaznamenat do tabulky 13.

Vztah ke GMO	Muži	Ženy
Vysoce (velmi) pozitivní vztah ke GMO	7	32
Mírně pozitivní vztah ke GMO	4	15
Negativní vztah ke GMO	4	38
Celkem	15	85

Tabulka 13. Rozdíly mezi vztahem ke GMO u mužů a žen.

Vzhledem k tomu, že ve výzkumném šetření odpovědělo pouze 15 mužů, nelze hypotézu statisticky správně ověřit, a tedy tato hypotéza nemůže být potvrzena. V rámci stupně volnosti 2 je kritická hodnota s 5% tolerancí 5,99. Hodnota testového kritéria je 1,8. Z výsledku chí-kvadrát testu vyplývá, že tyto dva znaky spolu nijak nesouvisí, proto nemůžeme potvrdit hypotézu, která hovoří o negativnějším vztahu žen ke GMO oproti mužům.

5.9.4 Vyhodnocení porovnáním informovanosti se vztahem ke GMO

Porovnání míry informovanosti respondentů podle tabulky 4. s tabulkou 6. týkající se vztahu ke GMO je znázorněno v tabulce 14, v níž lze sledovat, jaké je zastoupení v jednotlivých kombinacích.

Míra informovanosti	Vztah ke GMO		
	Vysoce (velmi) pozitivní vztah ke GMO	Mírně pozitivní vztah ke GMO	Negativní vztah ke GMO
Vysoká míra informovanosti	20	4	3
Střední míra informovanosti	13	7	13
Slabá míra informovanosti	6	8	26
Celkem	39	19	42

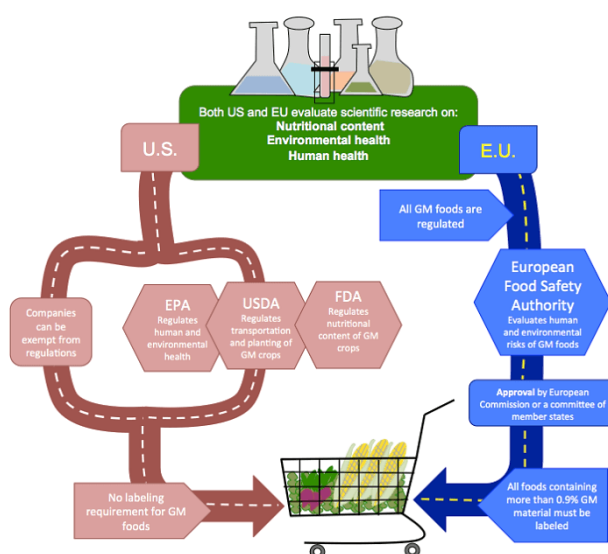
Tabulka 14. Souhrnná tabulka ukazující vztah ke GMO v rámci určité míry informovanosti.

Při použití neparametrického testu nezávislosti chí-kvadrát byla zjištěna hodnota testového kritéria 26,01. Stupeň volnosti je 4, a tedy kritická hodnota s tolerancí 5 % je 9,49. Vzhledem k dosaženým hodnotám, kdy testové kritérium je větší než kritická hodnota ($26,01 > 9,49$), můžeme říct, že platí souvislost mezi těmito dvěma ověřovanými znaky, a tedy vztah ke GMO opravdu závisí na míře informovanosti respondentů. Pokud se navíc podíváme na tabulku, s dosaženými výsledky můžeme vidět rozdíly mezi vysokou, střední a slabou mírou informovanosti a rozdíly ve vztahu ke GMO. Díky těmto poznatkům nelze zamítnout výchozí hypotézu.

Diskuze

Genové inženýrství nachází uplatnění v mnoha oblastech biologie a průmyslu. Tato nová technologie vyvolává mnoho diskuzí a obav z možných zdravotních, environmentálních nebo etických rizik (Batista a Oliveira 2009). Přetrvává negativní vnímání geneticky modifikovaných potravin a krmiv i přesto, že jejich bezpečnost je zajišťována na úrovni České republiky i Evropské unie, kde je klíčovým nástrojem v rozhodování princip předběžné opatrnosti. Na výzkum bezpečnosti GMO jsou Evropskou komisí uvolňovány nemalé částky (do roku 2010 více než 300 milionů eur), navíc schvalovací proces je dlouhodobý a trvá v některých případech až 10 let (Ministerstvo zemědělství 2016, viz internetové zdroje).

Předpisy pro GM potraviny a krmiva se v EU zdánlivě liší od uvolněné politiky v USA, kde se především zaměřují na hodnocení konečného produktu. V USA není prioritní, zda zlepšená plodina byla získána metodou genového inženýrství, nebo klasickým šlechtěním. GM produkty jsou kontrolovány třemi státními institucemi mezi které patří FDA (U. S. Food and Drug Administration, U. S., Department of Health and Human Services), USDA (United States Department of Agriculture) a EPA (United Environmental Protection Agency). Schvalovací procesy pro GM potraviny jsou stejné, jako pro potraviny bez genetické modifikace a navíc GM potraviny nemusí být v USA označeny. Výsledky obou regulačních režimů v EU a v USA jsou odlišné (obrázek 7), vyšší míra schválených GM potravin je však v USA, kde na základě vědeckých údajů jsou výsledky hodnocení bezpečnosti potravin shodné (Lau 2015, viz internetové zdroje).



Obrázek 7. Srovnání schvalovacího procesu pro uvedení GM potravin a krmiv do oběhu v USA a v EU (Lau 2015, viz internetové zdroje).

Zatímco v USA jsou GM produkty rostlinného i živočišného původu běžné, v EU se lze setkat pouze s potravinami rostlinného původu (Ministerstvo zemědělství 2016, viz internetové zdroje). V **registru EU pro geneticky modifikované potraviny a krmiva** lze nalézt GM plodiny, ze kterých je možné vyrobit potraviny, které lze uvést na trh. V současné době mezi tyto plodiny patří bavlník, kukuřice, řepka olejka a cukrová řepa (Registr EU, viz internetové zdroje).

Geneticky modifikované potraviny, které musí být podle zákona viditelně a jasně označeny se na evropském trhu skoro nevyskytují, důvodem není jejich bezpečnost, ale negativní vnímání GM potravin veřejností (Ministerstvo zemědělství 2016, viz internetové zdroje). Naopak GM krmiva jsou podstatnou součástí evropského zemědělství, jelikož Evropa je z důvodu nedostatečné produkce závislá na dovozu krmiv ze zemí, kde jsou pěstovány převážně GM plodiny (odhaduje se, že všechna sója dovážená do ČR je geneticky modifikovaná, v případě dovážené GM kukuřice je odhad 50 %). Mezi tyto země patří USA, Argentina a Brazílie, ze kterých je dovážena převážně GM sója (Stratilová 2015, viz internetové zdroje). Počet GMO uváděných do oběhu v EU roste, Vědecký výbor pro geneticky modifikované potraviny a krmiva např. jenom v roce 2015 vypracoval celkem 18 stanovisek (Ministerstvo zemědělství 2015, viz internetové zdroje).

V České republice se v obchodech s GM potravinami prakticky nesetkáme, setkáme se však s výrobky, které jsou označené „GMO free“, „bez GMO“, nebo „bez použití genových manipulací“ (Obrázek 8). Toto označení nevychází z platné legislativy o GMO a jedná se o cílené zavádějící marketingové sdělení (Ministerstvo zemědělství 2016, viz internetové zdroje).



Obrázek 8: Produkty upozorňující na nulový obsah GMO. Foto: autor

Taktéž někteří výrobci biopotravin, jako firma PRO-BIO na svých webových stránkách napomáhá propagaci svých bio výrobků prostřednictvím převzatých informací o GMO. Např. uvádí „Genetické inženýrství je relativně mladý obor, takže lze stěží odhadnout jeho dlouhodobé důsledky a přímý vliv na lidské zdraví a přírodu. Mnozí odpůrci GMO však varují, že pokud se GMO dostanou nekontrolovaně do přírodního koloběhu, hrozí jeho vážné narušení s dopady na všechny přírodní složky včetně lidské populace.“(PRO-BIO 2012, viz internetové zdroje).

Nejenom internetové zdroje, ale také časopisy uveřejňují články týkající se geneticky modifikovaných potravin. Např. v časopise Bylinky revue byl uveřejněný článek pod názvem „Geneticky modifikované potraviny – záchrana nebo katastrofa?“ Motem příspěvku je „Genetické inženýrství není v přírodě dosud odzkoušené, a pokud ano, tak s mnoha otázkami a riziky“. Autorka článku Mgr. Margit Slimáková, Ph.D. v článku uvádí, že genetičtí inženýři musí používat poměrně drastické metody k přinucení přenosu DNA z jednoho druhu do jiného druhu, postupy jsou velmi nepřesné, současné chápání fungování DNA je stále omezené a zásah do DNA může být jen těžce kontrolován. Závěrem článku svým čtenářům radí: GMO přísady a potraviny jasně ignorovat. Doporučuje však GM potraviny nakupovat v bio kvalitě, protože organické zemědělství a potravinářství jasně GM odmítá. (Slimáková 2014). Takže si čtenář může vybrat, ale z textu není jasné, o čem autorka vlastně mluví a co doporučuje.

Z reakcí v médiích je zřejmé, že společnost je ohledně problematiky GMO rozpolcená, nebo spíše manipulována. Lze diskutovat o tom, co může být příčinou, zda přirozený strach z neznámého, nebo nevědomost, která je navíc využívána některými zájmovými skupinami? Z veřejných diskuzí je také zřejmé, že téma geneticky modifikovaných (GM) plodin rozděluje veřejnost (přesněji laickou veřejnost) a vědeckou komunitu.

Negativní reakce veřejnosti na GMO byla hlavním impulsem provedení sociologického výzkumu, který byl zaměřený na míru informovanosti a z toho vyplývající vztah ke genomovému inženýrství. Z důvodu těchto reakcí byla sestavena hlavní hypotéza uvažující slabou míru informovanosti jako hlavní příčinu negativního hodnocení GMO. Hlavní hypotéza byla ověřována prostřednictvím sestavených pracovních hypotéz a také samostatně srovnáním míry informovanosti se vztahem ke GMO. Sociologický výzkum byl realizován se 100 studenty z různých fakult, z nichž bylo 85 žen a 15 mužů. Dle zavedené

stupnice informovanosti mělo 27 odpovídajících vysokou, 33 střední a 40 slabou míru informovanosti a v případě sestavené stupnice vztahu ke GMO bylo 39 respondentů velmi pozitivních, 19 mírně pozitivních a 42 negativních v hodnocení GMO.

Při statistickém zpracování pracovních hypotéz byla zamítnuta pouze pracovní hypotéza č. 2. Znamená to tedy, že bylo potvrzeno pět pracovních hypotéz z šesti. Z výsledků těchto hypotéz bylo možné vyhodnotit hlavní hypotézu. V tomto případě je hlavní hypotéza potvrzena s 83,3 % pravděpodobností. V případě druhého způsobu ověřování hlavní hypotézy vyplynula ze statistického vyhodnocení souvislost mezi dvěma měřenými znaky, tedy mezi mírou informovaností studentů a jejich vztahem ke GMO, a tedy i v tomto případě lze hlavní hypotézu potvrdit. Předpoklad, že je vztah ke GMO ovlivněn pohlavím respondentů nemohl být statisticky potvrzen, ani vyvrácen z důvodu nedostatečného zastoupení respondentů mužského pohlaví. Výsledky průzkumu tedy ukazují na existenci hodnocení GMO v závislosti na informacích a vědomostech o tématu.

Na základě rozdělení studentů podle jednotlivých fakult bylo zjištěno, že nejvíce respondentů tvořili studenti přírodovědecké fakulty a následně studenti filozofické fakulty. Jiné fakulty měly pouze malý počet zastoupení a v případě fakulty tělesné kultury a fakulty zdravotních věd se neobjevil žádný respondent. Nejvíce pozitivní vztah ke GMO byl sledován u studentů přírodovědecké fakulty, což je nejspíše způsobeno množstvím nabízených oborů a předmětů, které se touto technologií zabývají.

Získávání vědomostí a informovanost lze podpořit několika způsoby, jedním z nich jsou veřejné prezentace odborníků, vědců, kteří pracují v dané oblasti výzkumu a jsou schopní veřejnosti jednoduchým a přesvědčivým způsobem problematiku vysvětlit. V letošním roce 22. 4. 2016 byla Ústavem experimentální botaniky AV ČR a Univerzitou Palackého v rámci AFO 51 (51. mezinárodní festival populárně-vědeckých filmů) pořádána Konference o GMO. Hlavním hostem byl významný molekulární biolog Marc Van Montagu (Obrázek 9), ale také čeští vědci jako Radislav Sedláček, Jaroslav Petr, Zdeněk Opatrný nebo Jan Payne. Součástí konference byl také workshop, jehož součástí byla diskuze odborníků se zástupci veřejnosti. V rámci filmového festivalu byly představeny i krátké filmy, vysvětlující postupy genového inženýrství.



Obrázek 9. Belgický vědec Marc Van Montagu na Konferenci o GMO v Pevnosti poznání (Hobzová 2016, viz internetové zdroje). Foto: Eva Hobzová

Dalším způsobem je informovat veřejnost prostřednictvím internetu. Např. BIOTRIN je nezisková organizace vytvořená vědeckými pracovníky pro šíření informací o moderních biotechnologiích (<http://www.biotrin.cz/>) Na webových stránkách jsou pravidelně uváděny informace týkající se GMO, včetně nových poznatků a publikovaných vědeckých výsledků. Mnoho informací lze nalézt také na stránkách ministerstva životního prostředí nebo zemědělství (<http://www.mzp.cz/>, <http://eagri.cz/public/web/mze/>).

Příznivé účinky genetického inženýrství jsou nezpochybnitelné, a to nejen v rozvoji nových plodin, ale také ve vývoji nových léčiv. V historii nastalo několik podobných situací, jako objevení elektřiny, antibiotik, vynález automobilů a letadel, a to navzdory možným rizikům, které nepochybně existují, ale vždy bylo rozhodnuto pokračovat v pokroku. V tomto ohledu by genetické inženýrství mohlo být považováno za další objev člověkem, který má obrovský potenciál (Batista a Oliveira 2009).

Závěr

V bakalářské práci jsem se zabývala otázkou, zda míra informovanosti ovlivňuje vztah ke geneticky modifikovaným organismům. Prostřednictvím kvantitativního sociologického výzkumu byla formou dotazníků sesbírána data od 100 respondentů. Bylo zjištěno, že studenti s vysokou mírou informovanosti o problematice GMO mají také velmi pozitivní vztah k těmto organismům. Naopak studenti s nízkou informovaností mají negativní vztah ke GMO. Hlavní hypotéza, která předpokládala u studentů s více vědomostmi kladnější vztah ke GMO oproti studentům, kteří o této problematice vědí méně, se potvrdila. Zda navíc existují rozdíly v hodnocení GMO u mužů a žen nemohlo být z důvodu malého vzorku respondentů (mužů) hodnoceno.

V současné době je velice perspektivní metoda CRISPR-Cas9, při které nedochází ke vkládání nových genů, ale pouze k úpravám genů v DNA organismu. Na Pensylvánské státní univerzitě byly metodou CRISPR-Cas9 vytvořeny žampiony, u kterých byla snížena aktivita působení enzymu způsobujícího hnědnutí. Tyto žampiony nebudou regulovány Ministerstvem zemědělství (USDA), jelikož neobsahují cizí gen a mohou tak být komerčně využívány (Waltz 2016, viz internetové zdroje).

Literatura

- Batista R. a Oliveira M. M., 2009: *Facts and fiction of genetically engineered food*. Trends in Biotechnology. 27: 277-286
- Bawa A. S. a Anilakumar K. R., 2012: *Genetically modified foods: safety, risks and public concerns – a review*. Food Scientists & Technologists. 50: 1035-1046
- Blancke S., Van Breusegem F., De Jaeger G., Braeckman J., Van Montagu M., 2015: *Fatal attraction: the intuitive appeal of GMO opposition*. Trends in Plant Science. 20: 414-418
- Brown T., 2007: *Klonování genů a analýza DNA: úvod*. 1. české vyd. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-1719-6
- Doubková Z. a Roudná M., 2004: *Legislativní opatření v oblasti biologické bezpečnosti*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-313-0
- Doubková Z., 2006: *Geneticky modifikované organismy pod dohledem – proces schvalování nového GMO*. In: Geneticky modifikované organismy. Sborník přednášek MZe. Praha, s. 26-29
- Drobník J., 2006: *Historie biotechnologického šlechtění*. In: Geneticky modifikované organismy. Sborník přednášek MZe. Praha, s. 3-9
- Hallman W. K., Hebden W. C., Cuite C. L., Aquino H. L. a Lang J. T., 2004: *Americans and GM food: knowledge, opinion and interest in 2004*. New Brunswick, New Jersey. Food Policy Institute, Cook College, Rutgers - The State University of New Jersey.
- Hartl P. a Hartlová H., 2000: *Psychologický slovník*. 1. vyd. Praha: Portál. ISBN: 80-7178-303-X
- Hendl J., 2006: *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. 2. vyd. Praha: Portál. ISBN 80-7367-123-9
- Hindls R., Kaňoková J. a Novák I., 1997: *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 1. vyd. Praha: Management press. ISBN 80-85943-44-1
- James C. a Krattiger A.F., 1996: *Global Review of the Field Testing and Commercialization of Transgenic Plants: 1986 to 1995. The First Decade of Crop Biotechnology*. ISAAA Briefs No. 1. ISAAA: Ithaca, NY.
- James C., 2015: *20th Anniversary of the Global Commercialization of Biotech Crops (1996 to 2015) and Biotech Crop Highlights in 2015*. ISAAA Brief No. 51. ISAAA: Ithaca, NY. ISBN: 978-1-892456-65-6

- Káš J. (ed.), 2004: *Geneticky modifikované organismy – současnost a perspektivy*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická; Ministerstvo životního prostředí. ISBN: 80-86313-13-1
- Klümper W. a Qaim M., 2014: *A Meta-Analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops*. PLoS ONE. 9: e111629
- Roudná M. (ed.), 2008: *Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. ISBN 978-80-7212-493-0
- Roudná M. (ed.), 2011: *Genetické modifikace v České republice a opatření k zajištění biologické bezpečnosti*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. ISBN 978-80-7212-566-1
- Slimáková M., 2014: *Geneticky modifikované potraviny – záchrana nebo katastrofa?* In: *Bylinky revue*. 5: s. 8-11
- Snell Ch., Bemheim A., Bergé J-B., Kuntz M., Pascal G., Paris A. a Ricroch A. E., 2012: *Assessment of the health impact of GM plants diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review*. Food and Chemical Toxicology. 50: 1134-1148
- Stratilová Z., 2014: *GMO bez obalu*. 3. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, odbor bezpečnosti potravin. ISBN 978-80-7434-152-6
- Urban L., Dubský J. a Murdza K., 2011: *Masová komunikace a veřejné mínění*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3563-4
- Van Montagu M., 2011: *It is a long way to GM agriculture*. Annual reviews. Plant Biotechnology. 62: 1-23
- Vondřejš V., 2010: *Otazníky kolem genového inženýrství*. 1. vyd. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1892-2
- Vonka V., 2006: *Protinádorové vakcíny: I. Preventivní vakcíny a II. Terapeutické vakcíny*. Živa. 2: 53-54 a 3:100-104
- Vyhláška č. 209/2004 Sb., *o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty*. In: *Sbírka zákonů České republiky 2004, částka 70*. Dostupná na: http://www.mzp.cz/cz/narodni_legislativa_gmo
- Zákon č. 78/2004 Sb., *o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty*. In: *Sbírka zákonů České republiky 2004, částka 25, 1165-1205*. Dostupný na: http://www.mzp.cz/cz/narodni_legislativa_gmo

Internetové zdroje

- European Commission, 2015: *Fact Sheet: Questions and Answers on EU's policies on GMOs*. In: European Commission [online], [cit. 22. 5. 2016]. Dostupné na: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4778_en.htm
- Hobzová E., 2016: [fotografie]. In: Strategie AV21 [online], [cit. 16. 5. 2016]. Dostupné na: <http://www.potravinav21.cz/marc-van-montagu-na-afo51-gmo-jsou-dulezite-pro-to-abychom-prezili/>
- Lau J., 2015: *Same science, different policies: regulating genetically modified foods in the U.S. and Europe*. In: Science in the news [online], [cit. 14. 5. 2016]. Dostupné na: <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/same-science-different-policies/>
- Ledford H., 2015: *Salmon is first transgenic animal to win US approval for food*. In: Nature [online], [cit. 19. 4. 2016]. Dostupné na: <http://www.nature.com/news/salmon-is-first-transgenic-animal-to-win-us-approval-for-food-1.18838>
- Ministerstvo zemědělství, 2015: *Vyhodnocení činnosti výboru za rok 2015*. In: Eagri [online], [cit. 22. 5. 2016]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/gmo/poslani/vyhodnoceni-cinnosti-vyboru-za-rok-2015.html>
- Ministerstvo zemědělství, 2016: *Bezpečnost geneticky modifikovaných potravin a krmiv (informační leták)*. In: Eagri [online], [cit. 22. 5. 2016]. Dostupné na: http://eagri.cz/public/web/file/445715/Letak_Bezpecnost_GMO.pdf
- Ministerstvo životního prostředí, legislativa: *Národní, evropská, mezinárodní*. In: Mzp [online], [cit. 12. 2. 2016]. Dostupné na: http://www.mzp.cz/cz/legislativa_gmo
- Ministerstvo životního prostředí, registry: *Registr uživatelů geneticky modifikovaných organismů, registr povolených geneticky modifikovaných organismů*. In: Mzp [online], [cit. 18. 3. 2016]. Dostupné na: http://www.mzp.cz/cz/registry_gmo
- Ministerstvo životního prostředí, rizika pro životní prostředí. In: Mzp [online], [cit. 23. 3. 2016]. Dostupné na: http://www.mzp.cz/cz/rizika_zivotni_prostredi
- PRO-BIO, 2012: *Co je to GMO?* In: Probio [online], [cit. 22. 5. 2016]. Dostupné na: <http://www.probio.cz/co-je-to-gmo.html>
- Registr EU: *EU Register of authorised GMOs*. In: European Commission [online], [cit. 24. 5. 2016]. Dostupné na: http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm
- Stratilová Z., 2015: *Dovozy GM krmiv do EU a ČR*. In: Svět biotechnologií, Biotrin [online], [cit. 22. 5. 2016]. Dostupné na: <http://www.biotrin.cz/store/sb-2015-04.pdf>

Svět biotechnologií, 2015: *Přehled GMO povolených v EU*. In: Biotrin [online], [cit. 22. 5. 2016]. Dostupné na: <http://www.biotrin.cz/store/sb-2015-11.pdf>

Waltz E., 2016: *Gene-edited CRISPR mushroom escapes US regulation*. In: Nature [online], [cit. 13. 5. 2016]. Dostupné na: <http://www.nature.com/news/gene-edited-crispr-mushroom-escapes-us-regulation-1.19754>

Příloha

Dotazník na téma: Geneticky modifikované organismy

Milý studente, milá studentko,
ráda bych Vás požádala o vyplnění tohoto dotazníku, který je na téma: Geneticky modifikované organismy a vztahuje se k mé bakalářské práci na téma: GMO a veřejnost. Dotazník má zjistit, jaký je vztah studentů ke GMO. Tento dotazník je anonymní. Věnujte prosím pár minut svého času a pravdivě zodpovězte otázky.

Postup při vyplňování je jednoduchý. Vždy zakroužkujte jednu z možností, která Vám nejvíce vyhovuje. **V testu se objevují vědomostní otázky, pokud na tyto otázky neznáte odpověď, snažte se zvolit možnost, která je podle Vás nejvíce pravděpodobná.**

Děkuji za Váš čas a vyplnění
Magdaléna Tenglerová

Jsem:

- a) muž
- b) žena

Datum a rok vyplnění:

Nezapomeňte, že pouze jedna odpověď je vždy správná.

1. Víte, co znamená GMO (geneticky modifikovaný organismus)?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Částečně

2. Podpořil/a byste GM suroviny, které jsou uváděny na trh, aby byly na trhu i nadále?

- a) Spíše ano

b) Spíše ne

3. Víte, jaká GM plodina je v EU povolena ke komerčnímu pěstování?

- a) Pšenice
- b) Řepka olejka
- c) Kukuřice

4. Co je výhodou pěstování GM rostlin?

- a) Ochrana proti patogenům
- b) Snadná zpracovatelnost
- c) Neomezený dovoz

5. Souhlasil/a byste se zvýšením GM produktů v ČR?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne

6. Věděl/a byste, při jakém procentuálním zastoupení musí být GM produkt označen jako GMO?

- a) Obsahuje více jak 0,9% GMO
- b) Obsahuje více jak 1,5% GMO
- c) Obsahuje více jak 5% GMO

7. Koupil/a byste si produkt označený jako GMO?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne

8. Jakou nemoc můžeme léčit díky genetické modifikaci?

- a) Zánět mozkových blan
- b) Cukrovku
- c) Leukémii

9. Co si myslíte o využívání GMO v oblasti lékařství?

- a) Prospěšné
- b) Nebezpečné
- c) Nevím

10. Jak podle Vás vznikají GMO?

- a) Hybridizací
- b) Rekombinantními technikami
- c) Radiační mutagenezí

11. Myslíte si, že by GMO mohly způsobit nějaká onemocnění?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne

12. Vzpomenete si, z jakých dusíkatých bází je složena deoxyribonukleová kyselina (DNA)?

- a) A – G – U – C
- b) A – G – T – O
- c) A – G – T – C

13. Četl/a jste nějaký knižní titul nebo odborný článek o GMO?

- a) Ano, jaký?(pokud si vzpomenete na název, nebo název časopisu)
- b) Ne

14. Myslíte si, že jsou, nebo budou pro nás GMO přínosem?

- a) Spíše ano
- b) Spíše ne

Děkuji Vám za trpělivost při vyplňování dotazníku.