

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁRSKA PRÁCA**

**BRNO 2016**

**ROMANA KOŠÍKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav Technologie potravin**

---



**Geneticky modifikované organizmy v potravinách**  
Bakalárska práca

*Vedúci práce:*  
prof. MVDr. Ing. Tomáš Komprda, CSc.

*Vypracovala:*  
Romana Košíková

---

Brno 2016

## **ZADANIE**

## **PREHLÁSENIE**

Prehlasujem, že som prácu Geneticky modifikované organizmy v potravinách vypracoval/a samostatne a všetky použité pramene a informácie uvádzam v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejnená v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v znení neskorších predpisov a v súlade s platnou Smernicou o zverejňovaní vysokoškolských záverečných prác.

Som si vedomý/á, že sa na moju prácu vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brne má právo na uzavretie licenčnej zmluvy a použítí tejto práce ako školského diela podľa podľa § 60 odst. 1 autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o využití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity, že predmetná licenčná zmluva nie je v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity, a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do ich skutočnej výšky.

V Brne dňa: .....

.....

Podpis

## **POĎAKOVANIE**

Rada by som poďakovala vedúcemu mojej bakalárskej práce, prof. MVDr. Ing. Tomáš Komprda, CSc. za cenné rady pri písaní mojej práce a ochotný prístup.

## **ABSTRAKT**

Moja bakalárska práca *Geneticky modifikované organizmy v potravinách* sa zaoberá priblížením Geneticky modifikovaných organizmov čo sa týka plodín, živočíchov a mikroorganizmov a ich využitím vo svete. Cieľom bolo priblížiť pozitíva a taktiež negatíva spojené s využívaním GMO. V práci je uvedená platná legislatíva a označovanie potravín obsahujúcich GMO.

### **Kľúčové slová**

GMO, GMR, biotechnológie, potraviny, genetické modifikácie, geneticky modifikované potraviny,

## **ABSTRACT**

My bachelor thesis *genetically modified organisms in food* deals with GMOs in terms of crops, animals and microorganisms and their use in the world. The aim was to bring positive and also negative prospects associated with the use of GMOs. The paper referred to the legislation in force and labeling GMO foods.

### **Key words**

GMO, GMR, biotechnology, food, genetically modified, genetically modified crops,

# OBSAH

1 Úvod .....	7
2 Cieľ práce.....	8
3 Literárny prehľad .....	9
3.1 GMO.....	9
3.1.1 Pozitíva GMO .....	10
3.1.2 Negatíva GMO .....	11
3.2 GMO vo svete .....	13
3.3 Využitie GMO .....	14
3.3.1 Geneticky modifikované plodiny .....	15
3.3.2 Geneticky modifikované mikroorganizmy .....	23
3.3.3 Geneticky modifikované živočíchy .....	25
3.3.4 GMO v potravinách .....	27
3.3.5 GM krmivá.....	28
4 Legislatíva.....	29
4.1 Spôsoby používania GMO .....	29
4.2 Monitoring GMO .....	29
4.3 Regulácia GMO v SR, ČR a EU .....	30
4.4 Označovanie GM potravín .....	32
5 Záver .....	33
6 Použitá literatúra .....	34

# 1 ÚVOD

Za účelom uspokojenia potrieb rastúcej svetovej populácie a náročnejších konzumentov bude musieť poľnohospodárstvo v 21. storočí prekonať mnoho výziev. Ak svet chce čeliť týmto výzvam bez prínosu miliónov akrov poľnohospodárskej pôdy na dostatočné množstvo plodín pre výživu narastajúcej populácie, vyžaduje sa značné navýšenie výnosov na aktuálnych poľnohospodárskych pôdach. Poľnohospodárske biotechnológie hrajú dôležitú úlohu pri zlepšovaní výnosov a zvýšenej bezpečnosti potravín pre uspokojenie týchto potrieb. Očakávaný nárast svetovej populácie z približne siedmich miliárd dnes, má byť v roku 2050 viac ako deväť miliárd. S rozvojom biotechnológií a genetického inžinierstva sa objavujú geneticky modifikované organizmy (ďalej GMO), v čoraz početnejšom množstve. Genetické modifikácie sa postupne uplatňujú vo výrobe rôznych potravín, za účelom zlepšenia senzorickej kvality a taktiež k nárastu produkcie potravín. Okrem širokého využitia v pozitívnom smere, predstavujú taktiež množstvo rizík týkajúcich sa zdravia konzumentov, ale aj životného prostredia.



## **2 CIEĽ PRÁCE**

Cieľom bakalárskej práce „Geneticky modifikované organizmy v potravinách“ bolo:

- V literárnej rešerši vysvetliť využitie geneticky modifikovaných organizmov, čo sa týka plodín, živočíchov a mikroorganizmov
- Vymedziť pozitíva a negatíva využívania GMO a taktiež potencionálne riziká z hľadiska životného prostredia a zdravia ľudí
- Zhodnotiť situáciu GMO vo svete a v Európskej únii
- Priblížiť platnú legislatívu z hľadiska GMO a označovanie potravín obsahujúcich GMO

## 3 LITERÁRNY PREHĽAD

### 3.1 GMO

Obecne sú pod pojmom biotechnológia zahrňované postupy, ktoré využívajú metabolizmus premeny látok živých organizmov predovšetkým pre poľnohospodárske účely. V užšom slova zmysle sa pod pojmom biotechnológia rozumie zámerný prenos génov významných z hľadiska úžitkového. Podstatou moderných biotechnologických postupov je taktiež zámerný prenos génov prostredníctvom metód génového inžinierstva ktoré sú vymedzené legislatívou. V roku 1953 bol objavený trojrozmerný model molekuly deoxyribonukleovej kyseliny (ďalej DNA), vďaka ktorej je možný vývoj genetických manipulácií. DNA je nositeľkou genetickej informácie (Okonko a kol.2006).

Pre génové inžinierstvo je nevyhnutná izolácia génu, ktorý je následne prenesený do iného organizmu. Začiatok génového inžinierstva sa pohybuje v rokoch 1972-1973, v ktorých po prvýkrát vedci uskutočnili rekombináciu molekúl in vitro, prenos rekombinovaných molekúl do buniek a selekciu takto vzniknutých buniek, ktoré dostali a uchovali vo svojej výbave cudzorodú genetickú informáciu a predávali ju aj svojim potomkom. Fragmenty cudzorodej DNA vložili do pomocných molekúl DNA, tzv. vektorov, ktoré v novom hostiteľovi zaistili udržanie cudzorodej DNA. Ako vektory boli používané buď plazmidy izolované z buniek rovnakého druhu ako príjemca, alebo DNA z víru ktorý bol schopný sa množiť v bunkách príjemcu (Vondrejs, 2010).

V roku 1973 dvojica genetikov James Watson a Francis Crick, vniesli gén žaby do bežnej baktérie a ukázalo sa, že baktéria dokáže produkovať žabiú bielkovinu. V roku 1983 vstúpil do histórie tabak, ako prvá transgenná rastlina s rezistenciou k antibiotiku kanamycinu. O štyri roky neskôr vedci vykonali prvé pokusy s poľnohospodárskymi plodinami (James, Krattiger, 1996).

Ide o rajčiny odolné k víru TMV (tabakový mozaikový vírus). V roku 1994 boli tieto rajčiny odolné voči TMV s predĺženou trvanlivosťou uvedené na trh v USA (Bergougnoux, 2014).

Podľa svetovej zdravotníckej organizácie World Health Organisation (2014), sú GMO pomenované ako organizmy, ktorým bol genetický materiál DNA pozmenený neprirodzeným spôsobom a sú naďalej schopné sami sa rozmnožovať.

Biotechnológie za posledných 30 rokov získali mnohostranné využitie. Vzbudzujú však aj radu etických, environmentálnych, sociálnych a zdravotných obáv (Dano, 2007).

Ekonomicko-sociálne aspekty a potreba ich zohľadnenia sú zakotvené v základnej medzinárodnej zmluve - Cartagenskom protokole o biologickej bezpečnosti. Prijatý bol v roku 2000 a do platnosti vstúpil v septembri 2003. Cieľom protokolu je zaistiť bezpečnosť a ochranu pri zaobchádzaní, využívaní a prenose živých modifikovaných organizmov, ktoré môžu mať nepriaznivý vplyv na ochranu a využívanie biologickej rozmanitosti. Tento protokol je predovšetkým zameraný na prenos živých modifikovaných organizmov cez hranice štátov. Protokol je založený na princípe predbežnej opatrnosti vzhľadom na nedostatočne dlhé skúsenosti s modifikovanými organizmami. Uplatňovanie tohto princípu vyžaduje špecifické analýzy a odhady rizika, posudzovanie vplyvov na životné prostredie, na ktorých závisí vydanie rozhodnutia o schválení alebo zamietnutí plánovaných zámerov (Schulze, Tosun, 2016).

### **3.1.1 Pozitíva GMO**

Populácia v súčasnej dobe narastá na toľko, že je oprávnená obava, či ju naše poľnohospodárstvo dokáže užiť. Organizácia spojených národov pre potraviny a poľnohospodárstvo (FAO) udáva, že potreba potravín vzrastie do roku 2050 o 70%, čo zvýši aj dopyt po krmive (Sherman a kol., 2015).

Stúpajú taktiež požiadavky na kvalitu potravín. Postupne ubúda ornej pôdy, v dôsledku modernizovania veľkých miest. Ubúda taktiež voda, klimatické zmeny sú realitou a tlak na obnoviteľné zdroje zo strany priemyslov silí. Likvidáciou lesov, dažďových pralesov, lúk a rozoraním rôznych kúskov prírody by bola vysoká daň za zaistenie potravy pre obyvateľstvo. Rozvoj GMO je jedným z riešení ako riešiť túto situáciu. GMO prinášajú rôzne pozitíva ale taktiež negatíva, názory na tieto aspekty nie sú jednotné. Medzi priaznivé perspektívy GMO patria (Stratilová, 2014):

#### **a) Ekonomické**

Jedným z hlavných dôvodov zavedenia GMO na trh je ekonomický prínos. Mal by zaistiť vyššie výnosy a menšie straty na poľnohospodárskych pôdach (Valíčková, 2013).

V štatistikách ISAAA v roku 2013 sú uvedené výnosy z pestovania GM rastlín v rokoch 1996-2013, ktoré činia v rozvojových krajinách cca 58 mld. dolárov a v rozvinutých krajinách 59 mld. dolárov. V roku 2012 je to prvý krát, kedy rozvojové krajiny pestujú viac geneticky modifikovaných plodín (ďalej GMP) ako krajiny priemyslové (ISAAA, 2013; Stratilová, 2014).

#### b) Sociálne

Prostredníctvom GM komárov je možné rapidne zníženie rôznych ochorení ako sú malária alebo horúčka dengue (Lezaun a kol., 2015).

#### c) Životné prostredie

Pestovaním GM plodín sa očakáva postupné znižovanie používania pesticídov a herbicídov, poprípade ich úplný zánik (Valíčková, 2013).

Celkové zníženie používania pesticídov v rokoch 1996 – 2012 bolo odhadnuté na 497 mil. kilogramov. V roku 2012 odpovedalo zníženie pesticídov 36 mil. kg (Stratilová, 2014).

#### d) Voda a pôda

Tým že sú GMP nenáročné na vodu, ktoré potrebujú na vstupe minimálne množstvo vody a živín sú dôležité pre zachovanie a dostupnosť vody na celom svete. 70% zásob pitnej vody je v súčasnej dobe využívané celosvetovým poľnohospodárstvom a to samozrejme nie je udržateľné do budúcnosti. Vďaka vyšším výnosom znižujú biotechnologické plodiny výmeru ornej pôdy a taktiež zamedzujú odlesňovanie krajiny a narušenie biodiverzity napr. výrub dažďových pralesov. V rokoch 1996 – 2012 bolo ušetrených 123 mil. ha pôdy (Stratilová, 2014).

### **3.1.2 Negatíva GMO**

#### a) Ekologické poľnohospodárstvo

V krajinách kde je pestovanie GMO povolené, môžu byť podmienky pre ekologických poľnohospodárov obmedzené v dôsledku rozširujúcich sa plôch s GM plodinami. Potencionálne riziko spočíva v kontaminácii ekologických fariem geneticky modifikovanými organizmami (Dano, 2007).

#### b) Osivo

Keď chcú poľnohospodári zasadiť GM plodiny, musia si zakaždým dané osivo zakúpiť, pretože sú to jednoročné rastliny, nemajú schopnosť reprodukcie (Valíčková, 2013).

Pre poľnohospodárov to znamená vysoké náklady, oproti konvenčným plodinám, kde môžu osivo získať z predošlej úrody. Hlavným problémom je obmedzená dostupnosť GM osív v EU vďaka obchodu niekoľkých biotechnologických firiem z európskeho trhu (Stratilová, 2014).

#### c) Náklady

Každý, kto sa rozhodne pre pestovanie GM plodín, nesie dodatočné náklady plynúce s prísnej európskej legislatívy pre túto oblasť. Jedná sa o oddelené skladovanie GM plodín, označovanie polí, rastlinných komodít a v neposlednej rade produktov. Náklady zahŕňujú taktiež prísnejšiu administratívu v prípade voľby pestovania či spracovania GM plodín (Stratilová, 2014).

#### d) Legislatíva

Prísna legislatíva GMO v EU značne ovplyvňuje predovšetkým medzinárodný trh krmív a osív. Schválenie je príliš zdĺhavé a preto sú v EU potraviny povolené do obehu len z určitej časti, z celkového množstva GMO povolených vo svete. Pri dovozoch vznikajú rôzne problémy s prímiesami nepovolených GMO a dodávky sa tak vracajú do krajiny pôvodu. Poľnohospodárom sa zvyšujú náklady z nedostupnosti krmív a osív a taktiež kvôli vyššej administratívnej záťaži, ktorá vyplýva z platnej legislatívy (Stratilová, 2014).

#### e) Verejnosť

Verejná negatívna mienka, je hlavnou a základnou prekážkou v rozvoji GMO v EU. GMO ako zložitá vedecká oblasť sa ťažko približuje širokej verejnosti, čo je výhodné pre nevládne organizácie, ktoré si na propagácii anti-GMO stavajú kampane. Nedostatočná informovanosť verejnosti nahráva nielen nevládnym organizáciám ale aj politike niektorých členských štátov (Stratilová, 2014).

Niektoré krajiny sa rozhodli úplne eliminovať GM kultúry a GM produkty. Zavádzajú zóny ktoré sú úplne oslobodené od GMO, je známych viac ako 1300 označených zón v 35 krajinách sveta (Kibardin, Jeremakovová, 2015).

#### f) Malé a stredné podniky

V súčasnej dobe ovláda trh z GMO len niekoľko málo firiem, ktoré si vytvorili stále finančné zázemie a v tejto oblasti sa pohybujú dlhú dobu. Preto menším firmám komplikujú vstup na tento trh: patentový systém, zaistenie vysokých finančných nákladov na vstup do odvetvia, náklady na nadštandardné testovanie, vybavenie laboratórií, vysoko kvalifikovaný personál, odkúpenie licencií, prísny legislatívny rámec atď. (Stratilová, 2014).

V prípade podpory stredných a menších podnikov v oblasti GMO by bolo možné trh sprístupniť menším podnikom, čo by zaistilo konkurenciu na trhu a taktiež možné zníženie cien potravín a krmív (Dano, 2007).

### **3.2 GMO vo svete**

Väčšina geneticky modifikovaných rastlín pestovaných vo svete predstavujú plodiny určené pre spracovanie a konzumáciu: najmä kukurica, sója, repka olejná alebo zemiaky. Dnes už skoro polovica produkcie bavlny z celého sveta je z modifikovaného bavlníka, v Ázii pestujú modifikovanú ryžu aj tabak. V Európe je pestovaná hlavne kukurica, najmä v Španielsku a na spracovanie sa dováža hlavne sója a repka olejná. Výrobky vyrobené z týchto plodín boli posúdené Európskym úradom pre potravinovú bezpečnosť (EFSA = European Food Safety Agency) ako nezávadné a majú povolenie od Európskej komisie pre umiestnenie na európsky trh (Valková, 2016).

V roku 2012, v 28 krajinách sveta pestovalo 17,3 milióna farmárov GM plodiny na viac ako 170-tich miliónoch hektároch poľnohospodárskej pôdy. Z týchto 28 krajín, v ktorých sa pestujú GM plodiny, patrí až 20 k rozvojovo chudobným krajinám. GM plodiny sa celkovo pestovali už na 1,5 mil. hektároch poľnohospodárskej pôdy. V priebehu 17-tich rokov sa zvýšil nárast pestovania GM plodín 100 násobne. Z 1,7 milióna hektára pôdy v roku 1996 na 170 miliónov hektárov v roku 2012. GM kukurica MON 810 od spoločnosti Monsanto bola v roku 1998 prvý krát schválená v Európe. Skoro 90% GM plodín je pestovaných v Amerike, na čo doplácajú najmä dažďové pralesy. V USA je to približne 41%, v Brazílii 21,5%, v Argentíne 14%, a v Kanade 6,8% pestovaných GM plodín. Medzi vedúce rozvojové krajiny ktoré spolu činia 46% z celkového trhu s GM plodinami patria Čína, India, Brazília, Južná Afrika, Argentína (Anonym, 2016).

V tabuľke č.1 *Výmera plôch s GMP v jednotlivých krajinách za roky 2013-2014* je znázornená situácia za tieto roky.

*Tabuľka č.1 Výmera plôch s GMP v jednotlivých krajinách za roky 2013-2014*

<b>Krajina</b>	2013 (mil. ha)	2014 (mil. ha)
USA	70,1	73,1
Brazília	40,3	42,2
Argentína	24,4	24,3
India	11	11,6
Kanada	10,8	11,6
Čína	4,2	3,9
Paraguay	3,6	3,9
Pakistan	2,8	2,9

(Zdroj: ISAAA)

K menším producentom GMP patria Uruguay, Bolívia, Filipíny, Austrália, Mexiko, Španielsko, Čile, Portugalsko, Kuba, Česká Republika, Rumunsko, Slovensko, Bangladéš. Značne zdĺhavé a náročné schvaľovanie a negatívne postoje niektorých členských štátov v EU komplikujú rozvoj GMO. Legislatíva všetkých štátov je v tomto ohľade rovnaká, taktiež aj zoznam schválených GMO. Za 90 percent z celej produkcie GM semien je zodpovedná spoločnosť Monsanto, ktorá dominuje takmer 75 miliardovému trhu s osivom. Zvyšok produkcie tvoria firmy ako: Syngenta, DuPont (Pioneer), Bayer, Group Limagrain alebo Dow (Anonym, 2016).

### **3.3 Využitie GMO**

GMO zahŕňa živočíchy, mikroorganizmy a rastliny, ktorým bol pozmenený genetický materiál (Kibardin, Jermakovová, 2015).

Metódy génového inžinierstva môžu byť využívané k izolácii jednotlivých génov a ich využitie k prekonaniu medzidruhových bariér (Roudná, 2010).

Významnými nástrojmi na tvorbu GMO sú vektory, pomocou ktorých dokážeme do organizmu hostiteľa preniesť r DNA, či sú to jednobunkové mikroorganizmy,

rastliny alebo živočíchy. Všetky vektory pritom využívajú špecifické procesy akými sa prenáša v prírode genetická informácia medzi organizmami, či sa jedná o fágy, plazmidy, transpozóny v prípade MO, alebo plazmidy pôdných baktérií, ktoré sú schopné modifikovať genetickú informáciu rastlín, až po vírusy, ktoré sú schopné vnieť pozmenenú a nimi kódovanú informáciu do eukaryotických buniek vyšších organizmov (Valková, 2016).

### 3.3.1 Geneticky modifikované plodiny

Prvá GM plodina bola rajčina s predĺženou životaschopnosťou nazvaná FlavrSavr v roku 1994 (Bergougnoux, 2013).

Ďalšie plodiny tolerantné k herbicídom a škodcom sa na trhu objavili v roku 1996, medzi ktoré sa radila sója, kukurica, bavlník a repka. V roku 2004 činila celková svetová plocha, na ktorej sa pestovali GM 810 000 km<sup>2</sup>, čo je asi 20 násobok poľnohospodárskej plochy v ČR. Táto plocha sa každým rokom zvyšuje o viac ako 10% (Ovesná a kol., 2005).

#### 3.3.1.1 Delenie GMP

Geneticky modifikované rastliny boli vyvíjané postupne, preto sú rozdelené do piatich generácií:

##### *I. Odrody odolné voči hmyzím škodcom*

Poľnohospodári bojujú proti hmyzu a škodcom na poliach rozstrekovaním veľkého množstva insekticídov, ale niektoré z nich nie sú jedovaté len pre hmyz ale aj pre iných živočíchov a ľudí (Custers, 2006).

V 50. rokoch sa používal DDT (dichlórdifenyiltrichlórétán). Biotechnológovia ho v dnešnej dobe nahradili toxínom ktorý pochádza z baktérie *Bacillus thuringiensis* (ďalej Bt) a používa sa vo forme postreku. Biotechnológia vyvinula GM rastliny ktoré odolávajú hmyzu z radu *Lepidoptera*. Tieto rastliny samé exprimujú gén, ktorý zabezpečuje produkciu Bt toxínu. Tento typ transgénnych materiálov je v dnešnej dobe používaný vo veľkej miere v USA alebo Číne. Významné je použitie najmä v tých oblastiach, kde je napadnutie škodcami významné (Ovesná a kol., 2005).



Geneticky modifikované plodiny prvej generácie sú vybavené génmi, ktoré ich chránia pred chorobami, škodcami a burinou. Každoročné straty zapríčinené hmyzími škodcami v poľnohospodárstve sú veľmi vysoké. Vývoj plodín rezistentných k škodcom sa zdal byť vhodným riešením technológií ktorý prispieva k rozvoju rastlinnej výroby (Ovesná a kol., 2005).

Táto vlastnosť sa uplatňuje predovšetkým u kukurice v USA, Brazílii, Argentíne, EU a ďalších krajinách. Odroda GM zemiakov odolná voči pásavke zemiakovej je schválená v Austrálii, Kórei a na Filipínach. Bt ryža sa pestuje v USA, Číne a Iráne. Dodržiavanie osevných postupov je dôležité pri pestovaní Bt odrôd, aby nedošlo k vzniku odolných škodcov (Stratilová, 2014).

## *II. Odrody odolné voči herbicídum*

Chemické látky, herbicídy ktoré obmedzujú rast buriny, boli objavené v 19. storočí. Niektoré herbicídy zamedzujú rast len niektorých rastlín, no niektoré obmedzujú rast všetkých rastlín, čo je nežiadúce. Niektoré rastliny sú schopné metabolizovať látky herbicídov na neúčinné, ďalšie obsahujú enzýmy ktoré sú necitlivé k účinku herbicídum a ďalšie proste herbicíd neprijmú. V dnešnej dobe existuje rada rastlín tolerantných k herbicídum, do ktorých bol prenesený gén z baktérií alebo iných tolerantných rastlín. Najznámejšie je navodenie odolnosti k herbicídu Roundupu ktorého zložkou je glyfosfát (Delaney, 2015).

Odolnosť významných druhov rastlín voči herbicídum je v dnešnej dobe široká, ale je vnímaná hlavne Európskou verejnosťou negatívne a jej využitie je prísne regulované (Ovesná a kol., 2005).

V tabuľke č.2 *GM plodiny odolné voči herbicídum* môžete vidieť príklady GM plodín tolerantných k rôznym herbicídum.

*Tabuľka č.2 GM plodiny odolné voči herbicídum*

<b>Aktívna zložka herbicídu</b>	<b>Plodina</b>
Isoxazol	sója, repka, kukurica
Oxynyl	repka, bavlník
Sulfonamid	repka
Chlorsulfuron	slnečnica, cukrová repa

*Zdroj: (Ovesná a kol., 2005)*

### III. Odolnosť voči suchu

Dlhotrvajúce sucho, je jedným z mnohých negatívnych dopadov na poľnohospodársku úrodu. Nedostatok vody a prudké výkyvy teplôt zapríčiňujú vysoké zníženie úrody. V exportných krajinách kde prevláda sucho, a tým zníženie úrody nastáva rapídne zvýšenie cien za potraviny, poprípade ich nedostatok. Biotechnológie vyvinuli kukuricu odolnú voči suchu, ktorá obsahuje gén z baktérie *Bacillus subtilis*, ktorá spôsobuje produkciu proteínu, ktorý zachováva bunkové funkcie za prípadného sucha alebo nedostatku vody. Prieskumy dokázali, že výnosy boli o 6 – 10 % vyššie u kukurice v rovnakých podmienkach. Pestovanie tejto GM kukurice je povolené v USA a Kanade a do EU je schválený len jej dovoz (Stratilová, 2014).

### IV. Zlepšenie nutričných hodnôt

Do modifikácií vykonávaných za účelom zlepšovania nutričných vlastností ktoré sú dôležité pre spotrebiteľov patrí:

- Modifikácia mastných kyselín – prílišná konzumácia nasýtených mastných kyselín neprospieva ľudskému organizmu. Nasýtené mastné kyseliny sú veľa krát príčinou srdcovo – cievnych ochorení a zvyšujú riziko obezity. Omega-3-nenasýtené mastné kyseliny a ich zvýšená konzumácia týmto ochoreniam pomáha predchádzať (Stratilová, 2014).

Olej, ktorý je vyextrahovaný zo semien GM repky, obsahuje viac nenasýtených mastných kyselín a menej nasýtených mastných kyselín ako olej z bežnej repky (Custers, 2006).

V Austrálii, Kanade, Mexiku, USA a Japonsku je schválená geneticky modifikovaná sója s vyšším obsahom nenasýtených MK a od roku 2014 je povolená aj v EU (Stratilová, 2014).

- Modifikácia sacharidov – Obsah sušiny v konvenčných zemiakoch činí 24%, z toho zhruba 75% tvorí škrob (amylóza a amylopektín v pomere cca 1:5). Nežiadúca amylóza sa odstraňuje zo zemiakových hľúz, pri priemyselnej výrobe škrobu, pri čom tento proces znečisťuje životné prostredie. Pomocou biotechnológií bol pomer amylózy a amylopektínu upravený. Nevnášajú sa teda nové vlastnosti, len sa potlačujú prirodzené vlastnosti zemiakov. Výsledná odroda GM zemiakov obsahuje len zanedbateľné množstvo amylózy, čím sa dosiahne pri výrobe škrobu vyšších výnosov za nižšej spotreby energie. V roku

2010 boli zemiaky s upraveným zložením škrobu pre priemyslové spracovanie prvý krát pestované v EU, konkrétne v Nemecku, Švédsku a Českej republike (Stratilová, 2014).

- Modifikácia senzorických vlastností ovocia a zeleniny – V dnešnej dobe sa mnoho plodín zbiera v nezreлом stave (rajčiny, banány, ananás a ďalšie). Dôvodom je lepšia odolnosť popri transferu ktorý trvá veľa hodín (Custers, 2006).

Dozrievanie ovocia a zeleniny prebieha v skladoch alebo na pultoch v obchodoch, čo spôsobuje, že sa zelenina a ovocie dostáva k spotrebiteľovi bez plnohodnotnej chuti a vône. Transgenné rajčiny by sa mohli stať modelovým riešením tejto situácie. Množstvo pektínu určuje pevnosť plodu. Pomocou enzýmu dochádza k rozkladu pektínu v období zrania plodov. Ak sa enzýmu v plodoch vyskytuje menšie množstvo, čo sa dosiahlo u transgenných rajčín, tak si plod ponechá pevnejšiu štruktúru po dlhšiu dobu. Tieto rajčiny sa zbierajú v úplnej zrelosti a následne sa dopravujú ale pritom si ponechávajú pevnú štruktúru (Stratilová, 2014).

- Modifikácia zložiek pozitívne ovplyvňujúcich zdravie – na podnet humanitných organizácií, riešiacich nedostatok potravy v chudobných krajinách vznikla tzv. zlatý ryža. Je to ryža ktorá je obohatená o beta-karotén, z ktorého si ľudský organizmus vytvára vitamín A. U ľudí, ktorí nemajú financie na stravu bohatú na vitamín A, by zlatá ryža mohla byť nápomocná predchádzať slepotu. Do tejto ryže je vložený gén zaisťujúci tvorbu beta-karoténu (Bayer, 2010).

#### *V. Odrody zlepšujúce ekologickú situáciu*

V dnešnej dobe spotreba ropy neklesá a jej zásoby sa postupne mieniajú aj spolu s uhlím (Stratilová, 2014).

Použitie artyčokov, ako paliva predstavuje riešenie. Artyčoky uvoľňujú viac energie ako uhlie a hlavným pozitívom je, že nezvyšujú obsah oxidu uhličitého do ovzdušia. Ďalšie využitie artyčokov je v listoch, ktoré slúžia ako krmivo pre dobytok a semená poskytujú olej na vhodný na smaženie (Custers, 2006).

Nevýhodou je však ich sladká chuť, ktorá priťahuje hľadavce a spôsobujú tým škodu poľnohospodárom. GM artyčoky chutia horko a tým odpudzujú škodcov, čo znamená ich väčší výnos a tým aj väčšie množstvo využiteľnej energie. V súčasnej dobe

je v Európe záujem o GM topoľ, ktorý bol pestovaný v roku 2013 v Číne a ktorý sa mohol taktiež využívať ako energetická plodina alebo ako biopalivo (Stratilová, 2014).

### **3.3.1.2 Zástupcovia GMP**

Medzi najviac pestované plodiny patria sója, kukurica, bavlník a repka. Zemiaky, papája a dyňa predstavujú okolo 1% plochy oproti najpestovanejším plodinám. Hlavné prednosti doposiaľ zavedených transgénnych rastlín je zníženie strát. Z potenciónálnej 100% nej produkcie plodín, škodcovia znižujú výnosnosť o 13,8%, buriny o 9,5%. Plodiny k spracovaniu teda tvoria o cca 25% nižšie množstvo, ako je možné (Kadlec a kol., 2012).

#### **Sója (*Glycine max*)**

Sója ktorej domov je Čína, bola zavedená do Európy a Ameriky koncom 18. storočia. Pestovala sa na krmivo a na siláž. Súčasný druh ktorý je pestovaný, bol vyšľachtený v roku 1940 a od tej doby je neustále krížená. U citlivých jedincov je závažným problémom obsah alergénov a proteínov reagujúcich s protilátkami IgE. Roundup ready sója je najznámejšou geneticky modifikovanou sójou. Je v nej zaistená syntéza aromatických zlúčenín, zavedeným génom, pretože vlastný gén zaisťujúci túto reakciu bol z rastliny vyňatý. S týmto génom je rastlina odolná herbicídu Roundup, ktorý zasahuje rastlinné gény pre syntézu aromatických aminokyselín, všetky buriny sú na tento herbicíd citlivé. Jedno rázové ošetrenie herbicídom zaisťuje vyššie výnosy. Štruktúra bielkovín, ktorá vznikne prepisom génu sa nepodobá žiadnemu známemu alergénu a tvorí maximálne 0,1% celkových bielkovín sójových bôbov. Nutričné hodnoty boli preverené na pokusných zvieratách a neboli dokázané žiadne rozdiely, oproti nemodifikovanej sóji (Kadlec a kol., 2012).

Sója je najrozšírenejšia geneticky modifikovaná plodina. V U.S tvorí podiel GM sóje 90% . Ďalší producenti GM sóje sú krajiny južnej Ameriky. Sója je predovšetkým využívaná ako krmivo, ale aj v potravinárstve. V Českej republike ju poľnohospodári využívajú najmä ako krmivo (Horecký, 2014).

### **Kukurica (*Zea mays L.*)**

Je druhou najrozšírenejšou GM plodinou pestovanou vo svete. Používa sa najmä ako krmivo a to aj v Českej republike kam je dovážaná z Južnej a Severnej Ameriky. Sneť kukuričná (*Ostrinia nubilalis*), ktorej húsenice likvidujú celé plantáže, je veľkým škodcom kukuričných porastov (Kadlec a kol., 2012).

Vznik Bt kukurice, do ktorej bol zavedený gén z baktérie *Bacillus thuringiensis*, sa ukázal ako účinná ochrana pred týmto škodcom. V rokoch 1998 a 1999 viedlo pestovanie Bt kukurice v USA k vynechaniu ošetrovania insekticídmi na 800 000 ha pôdy. Významný je pokles kontaminácie Bt kukurice mykotoxínom fumosinom, ktorú spôsobuje pleseň rodu *Fusarium* o 90% v USA, Španielsku a Francúzsku (Cavaglieri a kol., 2005; Kadlec a kol., 2012).

V nasledujúcej tabuľke č.3 *Výmera pestovanej GM kukurice v EU v rokoch 2009-2014* môžeme vidieť pestovanie GM kukurice v EU v ha.

*Tab. č.3 Výmera pestovanej GM kukurice v EU v rokoch 2009-2014*

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Španielsko	76 057	76 575	97 325	116 306	136 962	131 537
Portugalsko	5 094	4 868	7 723	9 278	8 171	8 542
Česká republika	6 480	4 677	5 091	3 053	2 561	1 754
Poľsko	3 000	3 000	3 900	4 000	0	0
Slovensko	875	1 248	760	189	100	415
Rumunsko	3 244	822	588	217	834	770
Francúzsko	0	0	0	0	0	0
Nemecko	0	0	0	0	0	0

Zdroj: [www.transgen.de](http://www.transgen.de)

### **Repka olejná (*Brassica napus L.*)**

Repka olejná bola vyvinutá koncom 90. rokov v Kanade, kde dominuje jej produkcia. V USA, Austrálii a niekoľkých menších krajinách sa pestuje v menšej miere (Horecký, 2014).

Modifikácia repky olejnej, bola za účelom zníženia kyseliny erukovej, zvýšenie odolnosti voči škodcom, herbicídmi a zmena zloženia zásobných olejov a voskov.

Využitie repky olejnej je mnohostranné: výroba olejov, príprava margarínov, bionafty a ako krmivo (McKeon, 2016).

Komerčné využitie a pestovanie repky v EU nie je povolené (Kadlec a kol., 2012).

#### **Zemiaky (*Solanum tuberosum*)**

Mimo EU sa pestuje odroda Amflora, vyvinutá nemeckým chemickým koncernom BASF. Pre svoj vysoký obsah škrobu sa využíva na technické účely ako je výroba papiera, no povolené sú aj ako krmivo pre zvieratá. Odroda NewLeaf od spoločnosti Monsanto bola schválená, ale nikto ju nepestuje. Boli dokázané vážne poškodenia orgánov u pokusných potkanov kŕmených touto odrodou v Rusku (Williams, 2010).

#### **3.3.1.3 Riziká spojené s pestovaním GMR pre životné prostredie**

Na postupné rozširovanie GM rastlín majú ľudia rôzne názory, pre niekoho sú GM odpoveďou na uživenie postupne narastajúceho obyvateľstva, pre iných sú transgénne rastliny ako trojský kôň, ktorý pre našu krajinu predstavuje veľké genetické znečistenie. Samozrejme s GM plodinami sú spojené možné riziká ktoré majú dopad na ostatné plodiny alebo živočíchy (Custers, 2006):

- Gény prenášané peľom – Gény sa z geneticky modifikovaných rastlín môžu prenášať peľom z jednej rastliny na druhú. Možné je to aj medzi kultúrnymi rastlinami a ich planými príbuznými, čo by mohlo spôsobovať vznik burín, ktoré by sa ťažko odstraňovali. Peľ z transgénnych rastlín sa šíri do prírody a mohol by opeľovať aj plané rastliny príbuzného druhu, ktorých potomstvo by malo niektoré znaky transgénnych rastlín. Rastliny plané ktoré sú odolné voči herbicídum je ťažké vyhubiť, ak sú na poli s plodinou ktorá je k danému herbicídu taktiež odolná. Je preto dôležité vyhýbať sa takémuto kríženiu. Nové gény môžu mať v prírode nepriaznivý vplyv na ekologickú rovnováhu (Choi, 2013).
- Gény prenášané semenami – Z polí na ktorých sa pestujú GM plodiny sa šíria semená, klíčia a vyvíjajú sa z nich nové životaschopné rastliny. Tieto rastliny môžu ohrozovať prírodné druhy, a konkurenčne ich vytlačovať. Následne to môže predstavovať stratu prírodných zdrojov (Custers, 2006).

- Invazívne rastliny - Pri zbere plodín, prichádza k stratám častí rastlín. Nasledujúci rok z týchto častí, hľúz, semien môžu narásť nové rastliny ktoré sa po ďalšie roky môžu ťažšie odstraňovať v dôsledku nových vlastností. Je dôležité zabráňovať vzniku invazívnych rastlín ktoré by mohli utlačovať ostatné rastliny na poli (Custers, 2006).
- Vývoj rezistencie – Burina a taktiež hmyz si môžu vyvinúť rezistenciu voči daným pesticídom ktoré sa dlhodobo používajú. Hmyz si môže vyvinúť rezistenciu voči insekticídom a buriny k herbicídom. Vedci modifikovali rastliny tak, aby si vytvárali vlastný insekticíd. Citlivosť na daný insekticíd je viazaná na niektoré gény, škodcu. Citlivosť týchto génov k insekticídu by sa mohla zmeniť mutáciou génov a tak by škodca mohol napádať aj transgénne rastliny. Doporučuje sa preto na polia s transgénnymi rastlinami osiať aj netransgénne rastliny, ktoré sa nepostrekujú a sú tak záložným zdrojom hmyzu (Custers, 2006).
- Hubenie neškodných organizmov – Rastliny odolné voči škodcom bohužiaľ nehubia len škodcov, ale aj iné užitočné organizmy žijúce na poliach. Množstvá postrekov ničia aj organizmy žijúce v blízkosti. Známe sú prípady úhynu včiel pri postrekoch insekticídmi (Custers, 2006).

#### ***3.3.1.4 Riziká spojené s pestovaním GMR v spojitosti so zdravím ľudí a zvierat***

GMR ktoré sú uvádzané do životného prostredia, do výroby potravín a krmív, sú v zmysle regulačných zákonov predom posudzované, či ich uvedenie nespôsobuje potenciálne riziká zdravotného charakteru. Týka sa to najmä vzniku rôznych alergénov a toxických účinkov (Penzešová, 2011).

Posudzovaním možných rizík GM plodín, je uplatňovaný tzv. princíp predbežnej opatrnosti, zakotvený v Cartagenskom protokole o biologickej bezpečnosti a uplatnený Európskou komisiou v r. 2000. Z Cartagenského protokolu vyplýva, že ak sa preukáže určité riziko, je nutné ho kvalifikovane vyhodnotiť, bez ohľadu na pravdepodobnosť jeho výskytu alebo rozsahu škôd ktoré môžu nastať (Schulze, Tosun, 2016).

Zámerom posudzovania plodín je zistiť ich mieru príbuznosti s porovnávanými nemodifikovanými plodinami, ale taktiež vyhodnotene bezpečnosti a nutričné dôsledky zistených rozdielov. Súčasťou hodnotenia sú testy toxicity a alergenicity, ktoré sa

vykonávajú v laboratóriu na pokusných zvieratách, hospodárskych zvieratách alebo simulovaných tráviacich traktach (Kaźmierski, 2008).

Toto vyhodnotenie je potrebné k zaisteniu bezpečnosti novej potraviny alebo krmiva. Kompetentným odborným orgánom ktorý posudzuje zdravotnú nezávadnosť potravín a krmív v rámci EU je, Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA). Poskytuje odborné stanoviská Európskej komisie, ktorá vydáva konečné rozhodnutia, čo sa týkajú GM plodín, a produktov z nich vyrobených, ktoré sa privádzajú do EU ako krmivá a potraviny (Brimer, 2011).

Napriek, vykonávaným testom boli preukázané alergie na GM kukuricu obsahujúcu Bt toxín. GM kukurica je vybavená génom z pôdnej baktérie *Bacillus thuringiensis*, ktorý uvedený toxín produkuje aby bola kukurica ochránená pred škodcami a nemusela byť postrekovaná inými insekticídmi. Monsanto a EPA (Environmental Protection Agency) zaručovali, že Bt toxín nemá žiadny zlý dopad na človeka, no napriek tomu sa u ľudí prejavili alergie. Na univerzitnej klinike v Qebeku lekári analyzovali krv 39 netehotných a 30 tehotných žien, kde našli Bt toxín u 93% tehotných žien a takmer vždy v pupočnej krvi ich plodu. U netehotných žien to bolo 67%. Imunologické anomálie boli pozorované u laboratórných myší, ktoré boli kŕmené GMO kukuricou Monsanto. Existujú taktiež výskumy ktoré dokazujú úplnú bezpečnosť GMO obsahujúcich Bt toxín. Kukurica, ryža, baklažán, a iné GMO rastliny obsahujúce Bt toxín sa rozširujú na obrovských plochách v Číne, Indii, Kanade a USA. V EU kde je pestovanie týchto plodín obmedzené a je skôr spojené s výskumami, si dopad tejto technológie nevieme predstaviť. Tým pádom je pochopiteľné že GMO a ich dopady či už na prírodu alebo ľudstvo sú stále v stredobode výskumu (Strunecká, Patočka, 2012).

### **3.3.2 Geneticky modifikované mikroorganizmy**

Väčšina nástrojov pre tvorbu geneticky modifikovaných mikroorganizmov pochádza z baktérií, vzhľadom na tento fakt, bol celý proces tvorby GMM prvý krát aplikovaný na baktériách. V dnešnej dobe produkujú geneticky modifikované mikroorganizmy veľkú časť liečiv, ale aj enzýmov využívaných v priemysle a poľnohospodárstve (Kärenlampi, Wright, 2016).

Využitie geneticky modifikovaných mikroorganizmov v dnešnej dobe:



a) Farmácia

V praxi bola prvou aplikáciou produkcia humánneho inzulínu Humulínu GM bunkami *Escherichia Coli*. V roku 1973 získali Boyer a Doyle patent na techniky prípravy rekombinantnej DNA a už o 5 rokov neskôr takýto geneticky modifikovaný mikroorganizmus pripravili. Inzulín je hormón ktorý reguluje hladinu cukru v krvi a vylučovaný Langerhansovými ostrovčekmi pankreasu. Poruchou jeho tvorby dochádza k ochoreniu Diabetes melitus, známeho ako cukrovka. Pacientom na toto ochorenie boli podávané izolované preparáty z pankreasu zvierat, až do objavenia rekombinantného liečiva. Funkčný inzulín sa skladá z dvoch reťazcov A a B. Zo začiatku boli produkované dvomi odlišnými GMM, no dnes už existuje viacero typov GMM, ktoré produkujú viacero typov inzulínov, rekombinantných syntetických molekúl (Valková, 2016).

b) Potravinárstvo

V potravinárstve sa GMM používajú na prípravu enzýmu chymozínu. Chymozín je enzým proteáza ktorý je používaný pri výrobe syrov na koaguláciu (zrážanie) mlieka. Nachádza sa v žalúdku teľiat, kde je jeho úlohou trávenie mlieka a z tohto zdroju bol izolovaný a používaný na výrobu syrov. Keďže stúpa produkcia syrov bolo nutné vytvoriť jeho náhradu. Do potravinárskej kvasinky *Kluyveromyces lactis* bol vnesený gén pre tel'ací enzým chymozín a v dnešnej dobe je pomocou tohto rovnocenného syridla vyrábaná viac ako polovica syrov. Okrem tohto enzýmu sa pomocou GMM vyrábajú aj mnohé iné látky napríklad sladidlá, vitamíny a podobne (Valková, 2016).

c) Poľnohospodárstvo

GMM našli zaujímavé uplatnenie pri ochrane niektorých plodín. Pôdna baktéria *Pseudomonas syringae* spôsobuje významné škody na úrode jahôd. Pri teplotách blízkych nule tvorí proteín ktorý napomáha tvorbe kryštálikov ľadu, ktoré narušujú bunecnú stenu, čím si zabezpečujú baktérie vstup do hostiteľského organizmu. Tento gén bolo možné v modifikovaných baktériách vypnúť, po nájdení génu pre tvorbu proteínu Ice génovou technológiou Knock-out. Vysiatie týchto baktérií na pole s jahodami, ktoré boli ochránené pred divokými baktériami a prízemnými mrazmi bol jediný prípad, kde boli do voľnej prírody uvoľnené GMM (Valková, 2016)

### 3.3.3 Geneticky modifikované živočíchy

Geneticky modifikované živočíchy nie sú používané až v takom hojnom množstve ako GMM, ale predsa v sebe skrývajú obrovský potenciál. Mnohé generácie, vykonávali šľachtenie zvierat za účelom vyzdvihnutia vlastností pre ktoré boli chované (vysoká dojivosť, znáška vajec, rýchly prírastok na váhe či kvalita vlny). Kombinácia kríženia a šľachtenia je pomalý a zdĺhavý proces, avšak v dnešnej dobe sú biotechnológie zahrňujúce transgenézu a tvorbu transgénnych zvierat svetlou budúcnosťou. Drvivá väčšina GM živočíchov je uplatňovaná v základnom výskume biológie a medicíny. Pre tieto účely sú genetické modifikácie využívané napr. u niektorých kaprovitých rýb, ale v najväčšej miere u laboratórnych myší, popripade potkanov. Základom transgenézy živočíchov je možnosť ovplyvniť u potomstva genetickú výbavu. V zásade sa tak deje tromi spôsobmi:

- Vektorovým prenosom – používanie vírusov alebo retrovírusov
- Mikroinjekciou DNA do zárodočnej bunky – zygoty
- Ovplyvnenie zárodočných buniek z blastocysty – klonovanie embryí

Geneticky modifikované živočíchy sú využívané na produkciu biologicky aktívnych látok a z nich humánnych liečiv. Oveľa širšie využitie majú transgénne myši, ako model pre skúmanie ľudských kardiovaskulárnych, metabolických, dedičných a nádorových ochorení. Začiatkom 80. rokov bola prvým transgénnym zvierat'om na svete transgénna myš, ktorá v sebe niesla rastový hormón potkana. Vznikla metódou mikroinjekcie cudzorodej DNA do jednobunkového embrya a vnesený gén sa prenášal na jej potomstvo (Valková, 2016).

V ríši transgénnych zvierat je samostatnou kapitolou transgénna ryba menom GloFish, ktorá vznikla v polovici 90. rokov. Bežná akváriová rybička – zebrička, získala do ikier prenosom DNA gény z morskej medúzy alebo morskej sasanky, vďaka ktorým produkuje proteíny ktoré sú fluoreskujúce, čím získala schopnosť svietiť v tme o ožiarení UV svetlom. Boli vyvinuté ako detektory škodlivých látok vo vode na ktoré mali reagovať zmenou zafarbenia (Stewart Jr., 2006).

Genetické modifikácie majú možné využitie aj v iných nasledujúcich smeroch:

- a) Zvýšenie rastových schopností

Prvé pokusy v chove hospodárskych zvierat boli uprené na zvyšovanie rastových schopností (Forabosco a kol., 2013).

Pri úspechu zvýšenia rastu u GM myši vznikli nádeje, ktoré sa u prasiat, kráv a oviec nepotvrdili, no aj tak sa dosiahlo významných úspechov. Podarilo sa u prasiat doceliť zvýšenú intenzitu rastu zhruba o 30% pri rovnakej spotrebe krmiva. Intenzívnejší rast je možné dosiahnuť aj sprostredkované napr. genetickou modifikáciou ktorou sa zvýši obsah albumínu v mlieku prasníc. Rastové gény sú taktiež využívané pri efektívnom chove rýb, kde do génu rýb je vložený rastový gén ktorý urýchľuje dosiahnutie tržnej veľkosti napr. u lososa namiesto 30 mesiacov len za 16-18 mesiacov (Forabosco a kol., 2013; Kažmierski, 2008).

#### b) Odolnosť voči chorobám

Vyšľachtenie odolných plemien či línii voči rôznym chorobám by prinieslo obrovský prínos, pretože choroby hospodárskych zvierat spôsobujú vysoké ekonomické škody. V USA bol uskutočnený projekt kde bola získaná krava odolná voči mastitíde vyvolávanej baktériou *Staphylococcus aureus*. Táto línia kráv vznikla prenosom bakteriálneho génu lysostaphin z baktérie *Staphylococcus simulans*. Tento gén má schopnosť ničiť škodlivú baktériu a GM kravy ktoré ho produkovali v mliečnej žľaze, boli výrazne odolnejšie voči mastitídám (Kažmierski, 2008).

Genetické modifikácie môžu byť prínosné v boji proti spongiformnej encefalopatii, tj. Bovinná spongiformná encefalopatia (BSE). Pomocou génového inžinierstva sa gén bežné kódujúci patogenný prion vyradí a geneticky modifikovaná krava už nemôže byť nikdy postihnutá chorobou tzv. šíalených kráv (Forabosco a kol., 2013).

#### c) Skvalitnenie živočíšnych produktov

K zmene kvality živočíšnych produktov sa môžu používať genetické modifikácie. Na jednej strane je možné zvýšiť kvalitu produkcie prenosom génov z iných druhov, tak bola získaná krava ktorá vylučuje v mlieku ľudský laktoferín. Laktoferín je bielkovina ktorá ma bakteriostatické účinky na črevnú mikroflóru. Genetické modifikácie by taktiež mohli prispieť k tvorbe zdravších živočíšnych produktov, napríklad geneticky modifikované prasatá ktoré získali gén fat-1 zodpovedný za tvorbu enzýmu ktorý prevádza omega-6-mastné kyseliny na žiadúce omega-3-mastné kyseliny. Konzumácia takéhoto mäsa, by mala mať priaznivý vplyv na kardiovaskulárny systém konzumentov (Kažmierski, 2008).

#### d) GM hospodárske zvieratá a životné prostredie

Geneticky modifikované hospodárske zvieratá môžu byť pre životné prostredie veľkým prínosom, navzdory skutočnosti že sú často stavané do protikladu s ochranou životného prostredia. Pri chove zvierat musia farmári riešiť spracovanie obrovského množstva výkalov, ktoré bežne obsahujú fosfor vo forme nestráviteľných fytátov. Fytáty sú súčasťou krmív rastlinného pôvodu, ako zdroj fosforu sa dôležité pre výživu zvierat, ale negatívne ovplyvňujú životné prostredie. Pôdy sú hnojené trusom obsahujúcim nestráviteľné fytáty. Mnohé MO čerpajú fosfor z fytátov čo im umožňuje intenzívne množenie. Biotechnológovia pridali do krmív enzým fytázu, ktorá mení fytáty na stráviteľnú formu fosforu. Prasatá kŕmené krmivom obohateným o fytázu, fosfor jednoducho strávia, čo podporuje u zvierat mineralizáciu kostí, plodnosť a zároveň šetria životné prostredie (Kaźmierski, 2008).

### 3.3.4 GMO v potravinách

Geneticky modifikované organizmy sú v dnešnej dobe často spomínané najmä v súvislosti s geneticky modifikovanými plodinami, avšak je to len veľmi malá časť ich využitia. Vo farmaceutickom a potravinárskom priemysle majú oveľa širšie uplatnenie pri získavaní nových poznatkov. Spracovávaním geneticky modifikovaných plodín sa dostávajú produkty do potravín, s ktorými sa môžeme stretnúť na našom trhu:

- Potraviny a produkty zo sóje – sójové alkoholické nápoje, tofu, sójový olej, sójová múka, lecitín, pekárske a cukrárske výrobky a výrobky obsahujúce sójový olej.
- Potraviny a produkty z repky – repkový olej, pekárenské a pred smažené výrobky
- Potraviny a produkty z kukurice – kukuričná múka, olej, cukor, sirup, pekárenské a cukrárenské výrobky, výrobky s jedlým olejom a sušené potraviny
- Potraviny a produkty z bavlníka – rastlinné oleje, pred smažené výrobky, obaly, pekárenské výrobky
- Potraviny a produkty so zemiakov – spracované výrobky a suroviny so zemiakov. (Valková, 2016).

Pokiaľ GM zložka obsahuje viac ako 0,9% hmotnosti výrobku, musí byť označená na obale. Označenie na obale GMO sa týka len priamych rastlinných zložiek a netýka sa

živočišnej produkcie. Približne 90 % GM plodín sa používa ako krmivo v živočišnej výrobe, čo tvorí asi 27 miliónov ton GM sóje ročne. Najväčším zdrojom GM v EU sú výrobky živočišnej výroby, vyrábané zo zvierat kŕmených GM krmivami. Medzi ďalšie zdroje GM môžu patriť med a peľ, keď včely opeľujú GM rastliny. Okrem potravín sa s GM môžeme stretnúť v kozmetike (Valková, 2016).

### **3.3.5 GM krmivá**

EU v dnešnej dobe nie je schopná produkovať dostatok plodín, ktoré by okrem potravy slúžili aj na výrobu krmív. V dôsledku toho sa EU stala závislá na donáškach plodín na výrobu krmív z iných krajín. Dovoz plodín na krmivá sa najviac týka sóje. Exportovaná k nám je hlavne z krajín najväčších producentov ako je Brazília a Argentína, ktoré okrem sóje prispievajú aj GM kukuricou. V roku 2010 bolo podľa odhadov Európskeho združenia výrobcov krmív 85% krmných zmesí v EU geneticky upravených. GM krmivá môžu byť zostavené z 23 GM plodín ktoré sú na ich výrobu schválené. Jedná sa o 17 druhov modifikovanej kukurice, 2 druhy modifikovanej sóje a 1 cukrovej repy, repky olejnej, zemiakov a bavlníku (Valíčková, 2013).

## 4 LEGISLATÍVA

### 4.1 Spôsoby používania GMO

Použitie GMO je prísne regulované legislatívou, GMO možno používať a zachádzať s nimi len spôsobmi, ktoré sú definované v našom zákone ako aj v zahraničnej legislatíve (Roudná, 2010):

1. Používanie GMO v uzavretých priestoroch – poskytovateľ vytvorí všetky predpoklady pre to aby sa GMO ktoré je sledované nedostalo spod kontroly a zamedzilo sa vzniku havárie. Konkrétne sa jedná o priestory v ktorých sa vytvárajú a používajú živé GMO, napr: laboratória, skleníky, chovné miestnosti atď. Na používanie týchto priestorov je nutné získať súhlas ktorý vydáva Ministerstvo životného prostredia (Bežo a kol., 2007).
2. Zavádzanie do životného prostredia – je to používanie bez bariér, prísne obmedzujúcich ich styk s okolím. Sú to najmä malé a stredné pokusy, ktoré sa týkajú hlavne GM rastlín, kde sa pestujú vo voľnej prírode, no je prísne zabezpečené aby sa voľne nešírili. Pre tieto pokusy je opäť potrebný súhlas od MŽP. Súhlas sa vydáva na určitý čas, danú plodinu, plochu termín výsevu a určujú sa v ňom všetky obmedzujúce opatrenia (Bežo a kol., 2007).
3. Umiestnenie na trh – je to sprístupnenie GMO pre všetky ostatné strany, GMO sa stáva produktom a je voľne obchodovateľný. Zahrňuje to celý proces s GMO, ako dovoz, skladovanie, pestovanie, spracovanie atď. Po uznaní GMO za tovar, používateľ nepotrebuje získať povolenie od MŽP na jeho používanie v životnom prostredí (Bežo a kol., 2007).

### 4.2 Monitoring GMO

Pred uvoľňovaním GMO do prostredia sa zvažujú možné nežiadúce účinky na zdravie človeka, popřípade ekosystém. Účinky by mohli byť priame a nepriame. Medzi priame účinky radíme prvotné účinky na ľudský organizmus alebo životné prostredie. Nepriame účinky sú tie ktoré sa môžu prejaviť po kombinácii s ďalšími organizmami, prenosom genetického materiálu alebo zmenou v používaní alebo zachádzaním s GMO. Prejavenie nepriamych účinkov môže byť až s odstupom času, preto je dôležité

vykonávať monitoring GMO vypustených do prostredia. Potrebne je hodnotiť riziká, ktoré súvisia s rastlinným druhom, ktorý bol upravený – schopnosť prežívať v prostredí, jeho prirodzená invazivita. Gény ktorých produkty degradujú antibiotiká, alebo ktoré by zvyšovali invazivitu sú nežiadúce. Pri odhadovaní rizika sa zvažujú rôzne aspekty (Ovesná a kol., 2005):

- GM plodiny ktoré by mohli prenikať do prírodných a poľnohospodárskych ekosystémov
- GM plodiny by sa mohli krížiť s inými rastlinnými druhmi a tým zvyšovať charakter zaburinenia
- GM plodiny by sa mohli horizontálne šíriť
- GM plodiny by mohli mať sekundárne ekologické dopady
- GM plodiny by mohli viesť k vzniku nových škodcov a nových chorôb rastlín
- GM rastliny by mohli mať vplyv na biodiverzitu
- GM rastliny by mohli ovplyvňovať biologickú čistotu iných plodín

Hybridizácia s planými príbuznými druhmi je významná a prevádza produkciu a šľachtenie kultúrnych rastlín. Podstatné je taktiež zvažovať podmienky, ktoré sú v každom regióne odlišné (Ovesná a kol., 2005).

Podľa Cartagenského protokolu musí každá krajina overiť prípadné interakcie prípadných GM odrôd podľa miestnych podmienok (Schulze, Tosun, 2016).

### **4.3 Regulácia GMO v SR, ČR a EU**

Použitie GMO je regulované na medzinárodnej aj národnej úrovni. S rýchlim rozvojom moderných biotechnológií sa postupne menia aj príslušné predpisy (Stejskal a kol., 2005)

Od roku 1990 vydala Európska únia radu právnych predpisov týkajúcich sa GMO a k tomu nadväzujúce potraviny a krmivá vyrobené z nich s cieľom vytvoriť jednotný systém pre ich používanie, dodržiavanie zásad, informovaním verejnosti a spolupráce členských štátov s Európskou komisiou. Uvádzanie GMO do životného prostredia a na trh je upravené smernicou Európskeho Parlamentu a Rady 2001/18/ES o zámernom uvoľňovaní geneticky modifikovaných organizmov do životného prostredia a o zrušení smernice Rady 90/220/EHS. V predpise sú definované pojmy z oblasti GMO, stanovuje požiadavky na zaobchádzanie s GMO, administratívne postupy a informačný systém

a zapojenie verejnosti. Vyhodnocovanie žiadostí pre uvádzanie GMO na trh sa týka všetkých členských štátov EU, verejnosti, Európskej komisie a jej odborných zložiek. Tento proces je veľmi zdĺhavý a môže trvať aj niekoľko rokov (Ovesná a kol., 2005).

Právne predpisy týkajúce sa používania genetických technológií a GMO v Slovenskej republike:

- Anonym, 2002a: Zákon NR SR č.151/2002 Z.z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov
- Anonym, 2004e: Zákon NR SR č.587/2004 Z.z. o Environmentálnom fonde a o zmene doplnení niektorých zákonov
- Anonym, 2005b: Zákon NR SR č. 77/2005 Z.z. z 3. februára 2005, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 151/2002 Z.z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov
- Anonym, 2005a: Vyhláška MŽP SR č. 399/2005 Z.z. ktorou sa vykonáva zákon č.151/2002 Z.z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení neskorších predpisov

Právne predpisy týkajúce sa používania genetických technológií a GMO v Českej republike:

- Anonym, 2004d: Zákon č. 78/2004 Sb. o nakladaní s GMO a genetickými produkty (platné znení, s vyznačením zmien provedených zákonom č. 346/2005 Sb.)
- Anonym, 2005c: Zákon č. 346/2005 Sb., ktorým sa mení zákon č. 78/2004 Sb. Vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkach nakladaní s GMO a genetickými produkty
- Anonym, 2006: Vyhláška č. 86/2006 Sb., ktorou sa mení vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkach nakladaní s GMO a genetickými produkty
- Anonym, 2010: Vyhláška č. 29/2010 Sb., ktorou sa mení vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkach nakladaní s GMO a genetickými produkty, ve znení vyhlášky č. 86/2006 Sb.

#### **Nariadenia ES:**

- Anonym, 2002a: Nariadenie (ES) č. 178/2002 Európskeho parlamentu a rady, ktorým sa ustanovujú všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva,



zriaďuje Európsky úrad pre bezpečnosť a stanovuje postupy v záležitostiach bezpečnosti potravín

- Anonym, 2003a: Nariadenie (ES) č. 1829/2003 Európskeho parlamentu a rady o geneticky modifikovaných potravinách a krmivách
- Anonym, 2003b: Nariadenie (ES) č. 1830/2003 Európskeho parlamentu a rady o sledovateľnosti a označovaní GMO a sledovateľnosti potravín a krmív vyrobených z GMO
- Anonym, 2003c: Nariadenie (ES) č. 1946/2003 Európskeho parlamentu a rady o cezhraničnom pohybe geneticky modifikovaných organizmov
- Anonym, 2004a: Nariadenie (ES) č. 65/2004 Európskeho parlamentu a rady o vytvorení postupu pre prípravu a pridelenie jedinečného identifikátora pre GMO
- Anonym, 2004b: Nariadenie (ES) č. 641/2004 Európskeho parlamentu a rady o detailných pravidlách pre implementáciu nariadenia (ES) 1829/2003

#### **4.4 Označovanie GM potravín**

Európsky spotrebiteľ má podľa platnej legislatívy možnosť slobodnej voľby, v rozhodovaní, či si GMO potraviny kúpi, alebo nie. Produkty vyrábané z GM plodín, alebo obsahujúce GMO, poprípade krmivá vyrobené z GMO, ktoré sú uvedené na trh v súlade s právnymi predpismi EU, musia mať na etikete uvedené slová „Tento produkt obsahuje geneticky modifikované organizmy“. Nevzťahuje sa to na potraviny v ktorých obsah GM nepresiahne 0,9%, za predpokladu, že prítomnosť tohto materiálu je náhodná alebo technicky nevyhnutná (Stratilová, 2014).

Pre potraviny ktoré patria k obsahu GMO menej než 0,9% sú stanovené špecifické požiadavky na označovanie. Ak potravina pozostáva z viac ako jednej zložky, uvedú sa slová „geneticky modifikovaný“ alebo „vyrobený z geneticky modifikovanej (názov zložky)“ v zozname zložiek, a to v zátvorkách za dotýčnou zložkou (Ovesná a kol., 2005).

## 5 ZÁVER

Geneticky modifikované organizmy sú veľmi diskutovanou témou v súčasnosti u nás i vo svete. Čo sa týka vyspelých krajín a najmä Ameriky, sú tieto technológie samozrejmosťou. V poľnohospodárstve sa bežne využívajú a ľudia takýmto výrobkom dôverujú a kupujú s ich, najmä preto, že sa o ich neškodnosti a využívaní učia od detstva. U nás majú ľudia z takýchto výrobkov obavy, kvôli nedostatočnej informovanosti zo strany médií, tlače a rozhlasu.

V bakalárskej práci „Geneticky modifikované organizmy v potravinách“ bolo som priblížila problematiku týkajúcu sa geneticky modifikovaných organizmov. Zahrnuté sú taktiež pozitíva a negatíva týkajúce sa GMO a ich budúcnosti.

Je zrejmé, že biotechnológie sú po tejto stránke neustále vo vývoji, a ich rozvoj je podporovaný z ekonomických dôvodov, keďže populácia sa rokmi znásobuje. Na základe dosiahnutých poznatkov sa dá povedať, že moderné biotechnológie prinášajú významné zmeny do života ľudskej spoločnosti, hlavne v riešení otázok ktoré súvisia s ľudským zdravím, dostatkom potravy a tým potenciálne riešenie celosvetového environmentálneho problému – chudoby. Vzhľadom na nedostatočné znalosti týkajúce sa nežiadúcich účinkov pri ich širokom využití, moderné biotechnológie vyžadujú obozretný prístup. Ochrana životného prostredia je predpokladom prežitia ľudstva a preto aj moderné biotechnológie musia byť používané v rovnakom záujme ochrany. Je pravdepodobné že, GM potraviny sa budú v našom jedálničku rozširovať, postupom času, pretože sa javia ako zaujímavé, chutné a lacné aj napriek tomu že sú vyprodukované genetickou modifikáciou.

## 6 POUŽITÁ LITERATÚRA

ANONYM. 2002a: Nariadenie (ES) č. 178/2002 Európskeho parlamentu a rady, ktorým sa ustanovujú všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva, zriaďuje Európsky úrad pre bezpečnosť a stanovuje postupy v záležitostiach bezpečnosti potravín

ANONYM. 2002b: Zákon NR SR č.151/2002 Z.z. o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov

ANONYM. 2003a: Nariadenie (ES) č. 1829/2003 Európskeho parlamentu a rady o geneticky modifikovaných potravinách a krmivách

ANONYM. 2003b: Nariadenie (ES) č. 1830/2003 Európskeho parlamentu a rady o sledovateľnosti a označovaní GMO a sledovateľnosti potravín a krmív vyrobených z GMO

ANONYM. 2003c: Nariadenie (ES) č. 1946/2003 Európskeho parlamentu a rady o cezhraničnom pohybe geneticky modifikovaných organizmov

ANONYM. 2004a: Nariadenie (ES) č. 65/2004 Európskeho parlamentu a rady o vytvorení postupu pre prípravu a pridelenie jedinečného identifikátora pre GMO

ANONYM. 2004b: Nariadenie (ES) č. 641/2004 Európskeho parlamentu a rady o detailných pravidlách pre implementáciu nariadenia (ES) 1829/2003

ANONYM. 2004c: Vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkach nakladání s GMO a genetickými produkty

ANONYM. 2004d: Zákon č. 78/2004 Sb. o nakladání s GMO a genetickými produkty (platné znění, s vyznačením změn provedených zákonem č. 346/2005 Sb.)

ANONYM. 2004e: Zákon NR SR č.587/2004 Z.z o Environmentálnom fonde a o zmene doplnení niektorých zákonov

ANONYM. 2005a: Vyhláška MŽP SR č. 399/2005 Z.z. ktorou sa vykonáva zákon č.151/2002 Z.z o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov v znení neskorších predpisov

ANONYM. 2005b: Zákon NR SR č. 77/2005 Z.z z 3. februára 2005, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 151/2002 Z.z o používaní genetických technológií a geneticky modifikovaných organizmov

ANONYM. 2005c: Zákon č. 346/2005 Sb., ktorým se mění zákon č. 78/2004 Sb.

ANONYM. 2006: Vyhláška č. 86/2006 Sb., kterou se mění vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s GMO a genetickými produkty

ANONYM. 2010: Vyhláška č. 29/2010 Sb., kterou se mění vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s GMO a genetickými produkty, ve znění vyhlášky č. 86/2006 Sb.

BAYER, Peter. 2010: Golden rice and "golden" crops for human nutrition. *New biotechnology*. 27(5), 478-481.

BERGOUGNOUX, Véronique., 2014: The history of tomato: From domestication to biopharming. *Biotechnology Advances*. s170-189.

BEŽO, M., VALKOVÁ, D., a VALKOVIČOVÁ., L., 2007: *Geneticky modifikované organizmy a biologická bezpečnosť na Slovensku*. Bratislava: VEDA vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied

BRIMER, L., 2011: Chemical food safety. CABI, Cambridge

CUSTERS, R., 2006: PRŮVODCE BIOTECHNOLOGIEMI Biotechnologie v zemědělství a potravinářství. Academia, Praha

CHOI, E. K., 2013: Genetic contamination of traditional products. *International Review of Economics & Finance*. (27), 291-297.

DANO, E., 2007: Potential Socio-Economic, Cultural and Ethical Impacts of GMOs: Prospects for Socio-Economic Impact Assessment. *Biosafety first: holistic approaches to risk and uncertainty in genetic engineering and genetically modified organisms*. Trondheim: Tapir Academic Press. ISBN 8251921139.

DROBNÍK, J., ŠPIČÁK, V., 2002: Víme, co jíme?: geneticky modifikované organismy, alergie a další rizika z potravin. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha

FORABOSCO, F, M LOHMUS, L LYDHMER a L.F SUNDSTROM. 2013: Genetically modified farm animals and fish in agriculture: A review. *Livestock Science*. **1-3**(153), 1-9.

HORECKÝ, Ondřej. 2014: Geneticky modifikované plodiny: jaké existují, kde se prodávají a co se pěstuje u nás. *Epoch Times*.

James, C. and A.F. Krattiger. 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. pp. 31.

KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. 2012: *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing,. ISBN 978-80-7418-145-0.

KAŽMIERSKI, T. a kol. 2008: *Genetické modifikace - možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky. ISBN 9788072124930.

KÄRENLAMPI, S.O a A.J von WRIGHT. 2015: Genetically Modified Microorganisms. *Reference Module in Food Science: Encyclopedia of Food and Health*. s. 211-216. ISBN 978-0-08-100596-5.

KIBARDIN, G. M. a I. V. JERMAKOVOVÁ., 2015: *Co pijeme a jíme?*. Bratislava: ARIMES. ISBN 978-80-8100-397

LEZAUN, J., PORTER, N. 2015: Containment and competition: Transgenic animals in the one health agenda. *Social science and medicine.*, 96-105.

OKONKO, I.O, O.P OLABODE a O.S OKELEJI., 2006: The role of biotechnology in the socio-economic advancement and national development: An overview. *African Journal of Biotechnology.* (5), 2354-2366. ISSN ISSN 1684–5315.

OVESNÁ a kol., 2005: MINISTERSTVO ZEMĚLSTVÍ VE SPOLUPRÁCI S ČESKOU ZEMĚDĚLSKOU UNIVERZITOU: *PĚSTOVÁNÍ GENETICKY MODIFIKOVANÝCH PLODIN V ČR koexistence různých forem zemědělství Sborník přednášek ze semináře pořádaného Ministerstvem zemědělství ČR a Českou zemědělskou univerzitou v Praze.* Ministerstvo zemědělství, Praha.

PENZEŠOVÁ, Iveta. 2011: *Biotech/GM kapusta repková pravá: Názory na pestovanie GMO a dôkazy ich prítomnosti v produktoch rastlinného pôvodu.* Nitra. Diplomová práce. SPU Nitra.

ROUDNÁ, M., 2010: *Možnosti využívání geneticky modifikovaných organismů v ČR a informování veřejnosti: sborník ze semináře uspořádaného 28. ledna 2010, Ministerstvo životního prostředí, Praha = Use of genetically modified organisms in the Czech Republic and public awareness : workshop proceedings.* 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí,. ISBN 9788072125333.

SCHULZE, K., TOSUN, J. 2016: RIVAL REGULATORY REGIMES IN INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL POLITICS: THE CASE OF BIOSAFETY. *Public Administration.* **94**(1), 57-72. DOI: 10.1111/padm.12176. ISSN 00333298.

SHERMAN, J.H., a kol., 2015: Transgenic proteins in agricultural biotechnology: The toxicology forum 40th annual summer meeting, Regulatory Toxicology and Pharmacology.

STEJSKAL, V., F. KOCOUREK a Z. PAŽOURKOVÁ (eds.), 2005: *Sborník ze semináře: Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí*. Praha - Ruzyně. ISBN 80-86555-84-4.

STEWART Jr, C. Neal. 2006: Go with the glow: fluorescent proteins to light transgenic organisms. *Trends in biotechnology*. 4(24), 155-162.

STRATILOVÁ, Z. 2014: *GMO bez obalu*. 3., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin,. ISBN 9788074341526

STRUNECKÁ, A., PATOČKA, J., 2012. *Doba jedová 2*. Vyd. 1. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-555-8.

VALÍČKOVÁ, J. 2013: *GMO potraviny*. Brno. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Pavel Veselý, CSc.

VALKOVÁ, D. 2016: *Geneticky modifikované organizmy: základ moderní biotechnologie*. VEDA, za finanční podpory ESF.

VONDREJS, V., 2010: *Otázky kolem genového inženýrství*. Vyd. 1. Praha: Academia,. ISBN 9788020018922.

WILLIAMS, Nigel. 2010: One new potato. *Current Biology*. (7).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2014: *Frequently asked questions on genetically modified foods*.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

ANONYM. [cit. 2016-03-11]. Kde sa pestujú GM plodiny. In: *Vsetko o gmo* [online]. Dostupné z: <http://www.vsetkoogmo.sk/index.php/co-je-to-gmo/kde-sa-pestuju-gmo-plodiny>

*International Service of the Acquisition of Agri-Biotech Applications* [online]. 2016 [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://www.isaaa.org/>