

**MENDELOVA UNIVERZITA**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



**Geneticky modifikované organismy**  
**ve výživě zvířat**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

doc. Ing. Pavel Horký, Ph.D.

*Vypracovala:*

Diana Cernei

---

Brno 2017

## ZADÁNÍ

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci **Geneticky modifikované organismy ve výživě zvířat** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc.Ing. Pavlovi Horkému, Ph.D, za vstřícný přístup a cenné rady, jež mi pomohly při psaní této práce.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce pojednává o využití geneticky modifikovaných organismů v krmivářství. První část práce pojednává o tom, co jsou to geneticky modifikované organismy, od jejich vzniku po současnost a o jejich klonování. Dále jsou popsány senzorické vlastnosti z hlediska nutriční hodnoty. Obsahují více živin jako například vitamín C. Následně je zde popsána legislativa Evropské unie, která je v rozporu s legislativou USA, jelikož obě strany mají rozdílné názory z hlediska pěstování a využití GMO plodin na zpracování GMO krmiv. Evropská unie je v tomto rozporu proti pěstování, kvůli špatnému vlivu na životní prostředí. V České republice bylo zavedeno pěstování těchto plodin z ekonomických důvodů, kvůli eliminaci skladištních škůdců a pesticidů. V práci je popsán vliv krmení GMO krmiv na zvířata a také několik příkladů geneticky modifikovaných plodin a živočichů.

**Klíčová slova:** GMO, legislativa, úprava krmiv, živiny, životní prostředí

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the use of genetically modified organisms in animal feed. The first part of the thesis deals with what the genetically modified organisms are, from their origin to the present, and about their cloning. Sensory properties in terms of nutritional value are also described. They contain more nutrients, such as vitamin C. There is a description of the European Union legislation that is inconsistent with US legislation, as both sides have different views on the cultivation and use of GMO crops for GMO feed processing. The European Union is opposed to cultivation in this contradiction, due to a bad impact on the environment. The cultivation of these crops in the Czech Republic has been introduced for economic reasons, due to the elimination of warehouse pests and pesticides. The work describes the effect of feeding GMO feeds on animals as well as several examples of genetically modified crops and animals.

**Keywords:** GMO, legislation, regulation of feed, nutrients, environment

## Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE.....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	10
3.1	Definice GMO .....	10
3.2	GMO klonování .....	11
3.3	Možnosti stanovení GMO.....	12
3.4	Historie.....	13
3.5	Senzorické vlastnosti GMO plodin.....	14
3.6	Rizika GM plodin .....	15
3.6.1	Alergenní účinky GMO .....	15
3.6.2	Toxické vlastnosti plodin.....	15
3.6.3	Vznik super-plevelů.....	15
3.6.4	Počátek nových virových chorob.....	16
3.7	Pěstování GMO produktů .....	17
3.7.1	Pěstování ve světě.....	17
3.7.2	Pěstování v Evropské unii .....	18
3.7.3	Legislativa z pohledu používání GMO v EU a ve světě .....	18
3.7.4	Legislativa v USA .....	19
3.8	Uvádění GMO do životního prostředí .....	20
3.8.1	Písemné podání Ministerstvu zemědělství pro zasetí GMO plodin .....	21
3.8.2	Ochrana před zdroji znečištění životního prostředí.....	21
3.8.3	Platnost o nakládání s GMO.....	22
3.9	Schvalování GM produktů na trh v EU .....	23
3.10	Značení GMO produktů v EU .....	23
3.11	GMO potraviny v krmivářském průmyslu.....	24
3.11.1	Sestavování krmné směsi pro analýzy.....	24
3.12	Výhody a nevýhody GMO krmných plodin .....	27
3.13	Zvířata krmená GMO krmivou .....	29
3.14	GMO produkty.....	29
3.14.1	GMO free mléko.....	29
3.14.2	GMO losos.....	30

3.15	Pěstování GMO plodin v České republice.....	32
3.15.1	Právní předpisy v ČR.....	33
3.15.2	Povinnosti pro pěstování GMO plodin.....	33
3.16	Účinky Bt kukuřice na skladištní škůdce v ČR .....	35
4	ZÁVĚR.....	36
5	SEZNAM ZKRATEK .....	37
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	38

# 1 ÚVOD

Biotechnologie jsou metody molekulární biologie, manipulace s geny a jejich přenos. Mezi současné technologie, které se podílí na moderní vědě, se zahrnují i geneticky modifikované organismy. Počátek vzniku GMO testu proběhl v Americe přelomu 90. let. GMO jsou aktivní především v potravinářství a krmivářství, hlavně z pohledu kvality, sensorických vlastností a zdraví konzumenta. Tento způsob úpravy potravin je řešením obávaného nedostatku potravin ve světě. Jeho využití má kromě pozitivního vlivu také negativní, který představuje nespočet rizik. Mohou mít záporný vliv jak na lidi, tak i na zvířata. Proto by se mělo dbát na větší opatrnost ve věci využívání GMO.



## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této práce bylo zpracovat základní informace o geneticky modifikovaných organismech se zaměřením na využití GMO v krmivářství. Další část pojednává o vymezení geneticky modifikovaných organismů z pohledu legislativy, vztahující se k EU. Dalším cílem je zpracovat situaci ohledně GMO ve světě a Evropské unii.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Definice GMO

GMO je organismus, u něhož byl dědičný materiál záměrně pozměněn pomocí genetické modifikace. Záměrem této modifikace je změna dědičného materiálu (DNA) k dosažení žádoucích vlastností organismu.

Podle zákona je geneticky modifikovaný organismus takový, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací (cílená změna dědičného materiálu) způsobem, kterého se dosáhne přirozeně: např. křížením nebo šlechtěním. Tato definice se vztahuje na organismy schopné rozmnožování nebo přenosu dědičného materiálu (např. mikroorganismy, rostliny a buněčné kultury). Genetická modifikace je jakákoli změna dědičného materiálu organismu postupem, kterého se nedosáhne přirozenou změnou uspořádání. Může jít vnesení cizorodého materiálu do dědičného materiálu organismu (Drobník, 2010).

Mezi tyto modifikace patří:

přenos cizího genu do organismu,  
vyřazení některého vlastního genu z funkce,  
změna funkce některého vlastního genu (Drobník 2010).

V genech je uložena informace o stavbě organismu a jeho fungování. V přírodě se kombinují pouze geny blízce příbuzných druhů nebo jedinců v rámci stejného druhu. Genetické inženýrství umožňuje přenášet geny i mezi odlišné druhy a měnit tak živé organismy způsobem, který by v přírodě nebyl možný. Vědci zkoušeli vložit do DNA rajčat geny z bakterie, do jahod geny z ryby a do ovoce geny lidské. Tímto způsobem vznikají geneticky modifikované organismy. Genetickou modifikací je každá změna v DNA, jak přirozená, tak i umělá. Z hlediska bezpečnosti zdraví člověka a životního prostředí, je ovšem relevantní pouze změna v genetické informaci organismu vyvolána umělým způsobem. Organismy získané určitými technikami genetické modifikace (např. mutageneze nebo buněčná fáze) se pro účely práva nepovažují za geneticky modifikované organismy (Drahomorský a kol., 2015).

GM organismus se řadí ke konkrétní rostlině, zvířeti či mikroorganismu, jenž se na první pohled neliší od odpovídajícího nemodifikovaného organismu. Pro oblast zemědělství může využití genetických modifikací umožnit získat plodiny s výhodnějšími vlastnostmi, na rozdíl od normálních neupravených rostlin.

Výhoda těchto rostlin je:

odolnost vůči škůdcům nebo chorobám,  
tolerance vůči neselektivním postřikům,  
vyžadují k růstu méně světla, jsou odolné vůči chladu či suchu (Drahomorský a kol., 2015).

### **3.2 GMO klonování**

Podstatou transgeneze je vnesení malé skupiny genů do genomu modifikovaného organismu nebo vyjmutí jednoho nebo více genů z organismů. Další možností je vložení nového genu na zcela určité místo v genomu organismu. U rostlin se přenos genů provádí za pomoci bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. U jednoděložných a dvouděložných rostlin se používá přímé vnášení DNA do jádra buňky modifikovaného organismu „pomocí genové pušky“, kdy se geny dostávají do buněčných jader původní rostliny.

GM zvířata jsou označována jako vzniklá vložím cizorodé dědičné informace do DNA embrya. Tato DNA se stává součástí genetické výbavy embrya a může se projevit u dospělého zvířete (Kolektiv autorů, 2008).

#### Skot rezistentní k BSE

Bovinní spongiformní encefalopatie je prionové onemocnění, které se projevuje póroutěním mozku skotu. Nemoc je nebezpečná proto, že má dlouhou inkubační dobu a je nevléčitelná. Různé varianty se objevují i u dalších druhů zvířat. Dosud neexistuje účinná léčba na toto prionové onemocnění (Stratilová, 2012).

Pomocí genového inženýrství se vyřadí gen běžně kódující patogenní prion, který způsobuje BSE. Geneticky modifikovaný skot poté nemůže být nikdy postižený nemocí BSE (Stratilová, 2012).

### 3.3 Možnosti stanovení GMO

Před samotným uvolněním GM organismu do životního prostředí, jsou GMO testovány, musí být předloženy vhodné metodiky jejich stanovení a identifikace, a to od prvovýroby až ke spotřebiteli. Metodiky jsou prověřovány a validovány CRL (Community Reference Laboratory) při RJC Ispra ve spolupráci se NGL (European Network of GMO Laboratories).

CRL je vedoucím pracovištěm, v rámci ČR spolupracuje s několika specializovanými laboratořemi. Tyto laboratoře především zajišťují rozvoj technik pro identifikaci GMO a DNA.

Celý proces stanovení GMO zahrnuje řadu kroků, které se provádí. Důležitý je správný odběr kontrolních vzorků, zpracování a samotné analytické stanovení obsahu GMO ve vzorku (Kolektiv autorů, 2008).

#### Postup stanovení:

Do genomu vybrané odrůdy je vpraveno GMO, obvykle je vnesena rekombinantní DNA, která se skládá ze selekčního genu (markéru) a vlastního genu. Jako markéry se dlouho využívaly geny, které zajišťovaly odolnost vůči antibiotikům a herbicidům. Vlastní a selekční geny jsou opatřeny řídicími částmi (promotorem), které zabezpečují přepis genu do proteinu.

Proto se detekuje buď příslušný protein, nebo úsek genu. Nejčastěji se využívají postupy na zjišťování přítomnosti části vlastního genu DNA, která je přítomná ve vysoce zpracovaných výrobcích. DNA je testovaná spektrofotometricky. Pro stanovení přítomnosti určitého genu nebo transgenu slouží metoda PCR, která umožňuje pomnožit specificky část sledovaného genu. Pokud je sledovaný gen přítomen, dojde k namnožení kopií vybraného úseku. Kopie pak lze identifikovat pomocí elektroforézy v agarovém gelu.

Po izolaci DNA je potvrzena přítomnost samotné DNA ve vzorku. Využívá se jako amplifikace chloroplastové DNA nebo DNA specificky se vyskytující u jednotlivých druhů (např. gen pro sójový lektin a zásobní protein kukuřice). Pokud je potvrzena přítomnost vlastního genu, lze stanovit vnesený gen. Obvykle se využívají zmíněné úseky promotorů.

Lektin se často využíval při tvorbě transgenních rostlin 35 S. Nejprve se stanoví vlastní transgen, potom je třeba stanovit, jestli se jedná o schválené GMO. Pokud je potvrzena přítomnost schváleného GMO v analyzovaném vzorku, stanovuje se následně

jeho množství. Během analýzy se porovnává množství kopií genu pro lektin. Každá buňka procházející z geneticky modifikované sóji musí mít jednu kopii vneseného genu. Pro vytvoření velkého počtu těchto genů slouží používání speciálního zařízení PCR. Cena tohoto zařízení je vysoká a využívají ji pouze profesionální laboratoře. Tyto laboratoře mají postupy, které umožňují správně se rozhodovat o kvalitě dosažených výsledků (Kolektiv autorů, 2008).

### **3.4 Historie**

První experiment s genovou modifikací se podařil v roce 1973 americkým vědcům Stanlyemu Cohenovi a Herbertu Boyerovi, když vyměnili dědičný materiál dvou různých bakterií.

O deset let později byla vyvinuta první pesticidy modifikovaná plodina, která vznikla přenosem bakteriálního genu rezistentního vůči antibiotikům na tabákovou rostlinu. Tím se otevřely možnosti využití GMO v zemědělství a ve výrobě potravin (Doubková, 2003).

#### Šlechtění savců

Prvním klonovaným savcem byla ovce Dolly ve Skotsku roku 1997. Buňka, která byla geneticky upravena, se spojila s vajíčkem téhož živočišného druhu (jehož jádro bylo zbaveno genetické informace), zárodek se přenesl do těla matky a klonované mládě se narodilo normálním způsobem. Tento klon potom nesl genetickou informaci po celém těle. Aby vznikla ovce Dolly, muselo být provedeno 277 přenosů jader a vzniklo 29 embryí, z nichž se vyvinulo pouze jedno do plodu. Tento způsob klonování byl zamítnut vzhledem k nákladům. Musí být provedeny stovky či tisíce pokusů, aby se vytvořil GMO. Budoucím cílem genetických modifikací u zvířat je například: dosažení odolnosti vůči „nemoci šílených krav“, zvýšení kvality živočišných produktů, ovlivnění růstu hospodářských zvířat (Ovesná 2003).

#### Šlechtění rostlin

Během postupu následujících několika tisíc let, kromě sadby těch nejodolnějších odrůd, docházelo také k samovolnému křížení rostlin s nově přivezenými např. z Ameriky, severní Afriky, Indie. Různé přeměny DNA se kombinovaly a dosud známé rostliny získaly lepší vlastnosti nebo byly naopak náchylnější k nemocem. První cílený vývoj rostlin byl až v 19. století. Mnich brněnského kláštera Gregor Johann Mendel dokázal

pomocí hrachu zákonitosti dědičnosti a tím položil ve 2. polovině 19. století základy genetiky. Svým výzkumem dokázal, že výběrem určitých druhů rostlin lze dospět k rostlině o požadovaných vlastnostech (Ovesná, 2003).

### **3.5 Senzorické vlastnosti GMO plodin**

Z globálního hlediska mohou být GMO plodiny velkým přínosem pro populaci (zvláště pro chudé země), mohou umožnit vyšší výnos plodin a odolnost. Na druhou stranu mají i svoje nevýhody a rizika, příkladem je přemnožení jiného škůdce než toho, vůči němuž byla cílená genetická modifikace nebo riziko vzniku rezistence plevelů proti herbicidům. Pěstování těchto plodin je již dnes realitou, ze zemědělských plodin to je sója, kukuřice, bavlník, řepka, cukrovka, papája, tykev, vajtěška, rajčata a brambory. Na přelomu 90. let vědci dospěli k tomu, že GMO potravina je nejen odolná nepříznivým podmínkám, ale má dokonce vyšší nutriční hodnotu než běžná plodina, například GMO brambory byly vyvinuty se změněným složením obsahu škrobu, aby mohly být využity pro technické účely. Normální brambory mají 2 druhy škrobu v různém poměru, které se při jejich zpracování musí oddělit, aby mohly být využity k technickým účelům, zatímco GMO brambory obsahují pouze jeden typ škrobu, tím se výroba urychlí a oddělování odpadá. Takto upravené plodiny nesou řadu výhod, které lze využít v agrotechnice (snazší obdělávání), mají nižší spotřebu insekticidů. Dalším příkladem jsou GMO rostliny, které mají více vitamínu C. Gen zvyšující produkci vitamínu C kóduje dakalkturonátreduktasu, byl naklonován z jahod a následně byl experimentálně přenesen do genomu huseníčku rolního, kde způsobil zvýšení vitamínu C (Drobník, 2010).

## **3.6 Rizika GM plodin**

GMO organizmy představují riziko pro přírodu. Každý živý organismus vztahující se ke genetickým modifikacím jako jsou rostliny a živočichové se dále šíří. Některé GM rostliny způsobují úhyn motýlů a hmyzu. Vznikají „super-plevele“ odolné vůči herbicidům.

Pěstování GMO má na potravinářství společenské důsledky. Ztráta možnosti odbytu na trhu, větší závislost na agrochemických firmách. Zemědělci se stávají závislími na biotechnologických firmách, které vlastní patenty na osivo.

### **3.6.1 Alergenní účinky GMO**

Příkladem je alergenní reakce na potraviny připravené genetickými metodami. Například po vložení genu paraořechu do sóji, byly zaznamenány alergie u lidí, kteří předtím nejevili alergenní účinky na sóju. Dalším ukazatelem byl ústav Australského svazu pro vědecký výzkum. Tento průzkum trval 10 let, konkrétně se týkal hrachu. Zjistilo se, že hrách je odolný vůči napadení zrnokazem hrachovým. Tím se ukázalo, že geneticky modifikovaný hrách vyvolal u myši alergické reakce, které vedly k jejich úmrtí (Kolektiv autorů, 2008).

### **3.6.2 Toxické vlastnosti plodin**

Pěstování geneticky modifikované kukuřice, do níž byla vložena genová informace, vedlo k produkci bakteriálního toxinu (Bt toxin), jehož účelem je chránit kukuřici proti určitému druhu hmyzu.

Evropská agentura (ESFA) schválila pěstování kukuřice na základě studie firmy Monsanto, která prováděla pokusy na zvířatech. Nakonec, díky žalobě se toto pěstování zamítlo, jelikož během přezkoumání experimentu se zjistilo, že kukuřice vykazuje vysoce toxické účinky, které mohou mít negativní vliv na ledviny a játra.

### **3.6.3 Vznik super-plevelů**

Tento typ plevelů je odolný vůči herbicidům vyskytujícím se na poli s jinými plodinami. Samotná odolnost vůči chemickým postřikům může vznikat spontánně vlivem značného tlaku dlouhodobého a opakovaného používání stejného pesticidu. Může se také vyvinout přenosem pylu GMO plodiny na rostoucí plevely. Příkladem je

GMO řepka a příbuzné plevelné rostliny. Na polích výskyt“super-plevelů“ vede k nasazení dalších pesticidů.

#### **3.6.4 Počátek nových virových chorob**

GMO plodiny související s odolností vůči virovým chorobám mohou být spojeny s jistými riziky, jelikož je využíváno přenosu genů pocházejících z virů, které tyto choroby způsobují.

Obsahují tři typy rizik:

- Rekombinace mezi přenesenými virovými geny rostliny a virem napadající rostlinu.
- Vzájemné působení mezi produkty syntetizovanými virovými geny a virem napadajícím rostlinu.
- Přenos vloženého virového genu z GMO rostliny do jiných virů.

Tímto způsobem vznikají nové viry a virové kmeny. Ty způsobují závažnější chorobu než původní virus, před kterým měla být GMO plodina chráněna (Kolektiv autorů, 2008).



## 3.7 Pěstování GMO produktů

### 3.7.1 Pěstování ve světě

Podpora vývoje nových technologií v rozvojových a vývojových zemích se projevila v praktickém využití biotechnologických metod a postupu genetického inženýrství. Tento trend se projevila v průběhu několika let, kdy došlo k významnému nárůstu pěstebních ploch GMO plodin v globálním měřítku. V dnešní době je součástí uvolňování geneticky modifikovaných vyšších rostlin do životního prostředí přibližně 260 modifikovaných znaků. Tyto znaky spolu souvisí jak po morfologické, tak i po biochemické stránce, jelikož jsou spojeny s určitými změnami. Cílem těchto změn, je zvýšit hodnotu nových odrůd kulturních rostlin pro pěstitele, ale i pro konečného spotřebitele.

Celosvětové pěstování GMO plodin tedy částečně vzrůstá. V roce 2002 bylo téměř 60 milionů hektarů v 16 zemích světa. Nárůst ploch za posledních šest let vzrostl o 10 %. Nejvíce je pěstovaná geneticky modifikovaná sója (51 %), která je odolná vůči herbicidům. Potom je to GMO bavlník odolný vůči hmyzím škůdcům, představuje cca 20 % světové produkce, dále kukuřice se zvláštními modifikacemi (odolná vůči hmyzu a herbicidům), její světová produkce je zhruba 9 %. GMO se nejvíce pěstují v USA, Kanadě, Argentině, Číně a Indii.

*Tabulka č. 1: Výrobky z GM plodin (Zdroj: Stejskal a kol., 2005)*

Sója	Sójové alkoholické nápoje, tofu, sójový nápoj, sójová mouka, lecitin, sójová omáčka a další pekařské výrobky
Řepka	Řepkový olej, smažené výrobky, pekárenské výrobky
Kukuřice	Kukuřičný olej, mouka, sirup, cukr, pekárenské výrobky, smažené výrobky, cukrářské výrobky
Brambory	Zpracované suroviny a výrobky z brambor, sendviče
Řepa	Výrobky obsahující cukr
Bavlník	Olej, rostlinné oleje, smažené výrobky pekárenské výrobky, obaly, vlákno

### **3.7.2 Pěstování v Evropské unii**

Genetické technologie jsou v dnešní době součástí trhu s potravinami. Podle odhadu přichází zhruba 60-70 % všech potravin rozdílnými způsoby společně do styku v GIT. V Evropské unii jsou přísná pro nakládání s GMO. Proto je podstatné tyto GMO produkty označovat dle legislativy. GMO potraviny musí být jasně identifikovatelné pro dovozce, obchodníky a spotřebitele. Dle Evropského parlamentu a Rady ministrů EU platí princip použití těchto plodin, jelikož každé použití GMO v průběhu tvorby nebo výroby potravin a krmiv, musí být povinně vyznačeno. Důležité je i pozorování možného uvolnění GMO do prostředí, které sleduje případný výskyt rizik, které souvisejí s rostlinným druhem a také vneseného transgenu. Mezi nežádoucími geny jsou např. antibiotika, která by zvyšovala invazivitu druhu.

V členských zemích Evropské unie má nejvíce oseté plochy transgenními plodinami Španělsko s 100 000 ha Bt-kukuřice. Česká republika osévá pouze 270 ha. Některé státy se ke GMO plodinám staví negativně (např. Rakousko, Velká Británie). Důvodem je řada domněnek, protože GMO plodiny mají své pro a proti a ostatní státy se domnívají, že by zavedení těchto plodin nevedlo k prospěchu ale naopak k riziku. Důvodem této pochybnosti je vznik nových alergenů (GMO sice je odolné vůči těmto podmínkám, ale může vyvolat riziko kvality produktu jako např. alergie) a vytvoření nového druhu škůdce. Přesto se předpokládá rozšíření pěstování GMO plodin, a to z ekonomických důvodů. V budoucnu se plánuje vybudování kontrolního systému, který umožní bezpečné nakládání s GMO rostlinami (Doubková 2003, Stratilová 2012).

### **3.7.3 Legislativa z pohledu používání GMO v EU a ve světě**

Právní regulaci nakládání s geneticky modifikovanými organismy dělí evropské právo již od 90. let 20. století. Jelikož je EU jako celek smluvní stranou Cartagenského protokolu, provádí v něm pravidla v něm stanovená nařízením č. 1946/2003 o příhraničních pohybech GMO. Hlavními prameny evropské unijní úpravy uvolňování GMO do životního prostředí a uvádění na trh jsou:

Směrnice EP a Rady č. 2000/18/ES o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí.

Nařízení EP a Rady č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech.

Nařízení EP a Rady č. 1830/2003 o sledovanosti a označování GMO a sledovatelnosti potravin a krmiv vyrobených z GMO (Kolektiv autorů, 2006).

### **Postoj USA k právní úpravě v EU**

USA, Argentina a Kanada vyzvaly Světovou organizaci pro obchod, aby zařídila postoj urovnávající spor, který by měl přezkoumat, zda nová pravidla EU pro označování GMO produktů a krmiv jsou stejná s mezinárodními obchodními smlouvami. Ostatní státy jako Austrálie, Mexiko a Nový Zéland s těmito pravidly souhlasí. Pro tyto státy jsou totiž pravidla EU příliš komplikovaná, jejich dodržování je příliš přísné a nákladné. V USA přesahují sklizně GMO sóji cca 80 % a kukuřice 48%. Kromě toho se GM kukuřice a tradiční kukuřice v USA zásadně neoddělují, tedy zhruba 98% produkce obsahuje podíl GM odrůd, které nejsou dosud z velké většiny povoleny v jiných zemích nebo EU. Tím pádem, ale EU přichází o 300 mil. USD ročně. Spotřebitelé v USA nelpí tolik na označování GMO produktů a krmiv, protože plně důvěřují úřadům (Svatoš a kol., 2011).

### **3.7.4 Legislativa v USA**

V USA se o možných rizicích GMO nevyjadřují na rozdíl od Evropské Unie, kde vládní představitelé nevyslyšeli názory obyvatelstva na označování výrobků, na kterých se podílely GM plodiny. Spojené státy v roce 2007 dokonce uvažovaly nad vytvořením „černé listiny“ zemí, které odmítají uvádět na trh geneticky modifikované plodiny. Proti zmíněným státům pak měla být zavedena nejružnější odvetná opatření, včetně obchodních sankcí. Katalyzátorem návrhu byl francouzský zákaz pro GM plodiny společnosti Monsanto na území Francie. Podle slov amerického velvyslance ve Francii Craiga Stapletona měla být podniknuta dlouhodobě udržitelná opatření. Přes všechny okolnosti tak v USA nakonec úředníci schválili Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti na jaře roku 2006. Podle protokolu musí být veškeré dovážené zboží označeno informací o obsahu GMO, jeho přesnou identifikací a kontaktními údaji, kam se lze obrátit při jakýchkoli dotazech či nejasnostech. Daná země má plné právo zásilku s obsahem neschválené geneticky modifikované látky odmítnout, aniž by jí hrozila nějaká sankce například ze strany Světové obchodní organizace. I když Spojené státy mezi členy Cartagenského spolku nepatří, musí se dotyčným rozhodnutím řídit, hlavně pokud se chystají dovážet do země, která se řídí protokolem. Toto však způsobilo americkým pěstitelům velké problémy, protože část plodin pěstovaných v USA

obsahuje genetické modifikace. Kromě toho mnoho z nich bylo schváleno pouze na území USA, ostatní země dosud nevydaly povolení pro jejich dovoz. Podle splněných požadavků v jednání se tak protokol stal přínosem zejména pro rozvojové země, které tím získaly zastavení dovozu nechtěných výrobků. Nežádá se totiž stává, že jsou k nim dovezeny GM plodiny, a to dokonce i v rámci deklarované potravinové pomoci. Pro příště se proto toto opatření bude vztahovat i na import v rámci Světového potravinového programu. Dané opatření by tedy mohlo přispět ke zlepšení tamější potravinové bezpečnosti, jelikož tyto chudé země nedisponují efektivními kontrolními opatřeními na dovážené výrobky. Je ovšem diskutabilní, do jaké míry se importéři zmiňovaným nařízením skutečně řídí (Gilbert, 2014).

### **3.8 Uvádění GMO do životního prostředí**

Směrnice 2001/18/ES se uvádí pro záměrné uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí. Každé rozhodování o povolení nakládání s modifikovaným organismem musí spočívat na předchozím zhodnocení rizika pro životní prostředí. Důsledná pozornost je při takovém hodnocení věnována genům rezistentním vůči antibiotikům, která jsou používána v humánním nebo veterinárním lékařství, ty by ve svém důsledku mohly mít nepříznivý účinek na lidské zdraví. Směrnice taktéž uvádí postupy pro případ, že se mohou objevit nové vědecké informace, které znamenají jiné posuzování rizik u GMO. Pokud dojde k uvolňování GMO a jeho produktu do oběhu musí být po celou dobu zajištěn monitoring geneticky modifikovaných organismů, jehož cílem je sledovat a zachytit možné negativní účinky povolených GMO. Dále směrnice upravuje mimo jiné informování a zapojení veřejnosti do procesu povolování nakládání s GMO, označování utajení některých údajů uvedených v žádostech o povolení. Taktéž ze své působnosti vylučuje regulaci GMO a produktů, na které se vztahují nebo budou vztahovat speciální právní předpisy Evropské společnosti (týká se to léčiv, krmiv, některých potravin), také u rozhodování o těchto produktech, musí být dodrženy minimální standardy stanovené směrnicí. Na tuto směrnici se váže řada rozhodnutí Evropské komise a Rady. V nynější době je v pokročilé fázi legislativního procesu návrh nařízení Rady o příhraničním pohybu geneticky modifikovaných organismů, které by mělo v rámci komunitárního práva, kde je výše uvedený Cartagena protokol v rámci ES strany. Pro uvádění GMO do oběhu slouží vnitrostátní orgán, který vypracuje hodnotící zprávu a tu poté zasílá Evropské komisi. V případě neshody v rozporu s EK o rizicích geneticky modifikovaných

organismů, která má být uvedena na trh, se rozhoduje o notifikaci na základě stanoviska vědeckého výboru zřízeného jako poradní orgán Komise (Hrudová, 2010).

### **3.8.1 Písemné podání Ministerstvu zemědělství pro zasetí GMO plodin**

Žádost schvaluje Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo zdravotnictví a Česká komise pro nakládání s genetickými organismy a jejich produkty. V souladu se zákonem se vytvořila organizace MŽP jako odborný orgán sdružující vědce, zástupce správních úřadů i nevládních organizací. Konečné rozhodnutí o provedení zápisu nebo o zamítnutí žádosti přísluší MŽP, které v povolujícím rozhodnutí stanoví podmínky o nakládání s GM produkty. Platnost rozhodnutí o zápisu do předmětného seznamu může být časově omezena s tím, že na žádost uživatele je možné prodloužení platnosti rozhodnutí o zápisu (Hrudová, 2010).

### **3.8.2 Ochrana před zdroji znečištění životního prostředí**

Dovážet nebo vyvážet GMO produkty (pro které nebylo přiděleno povolení pro uvádění do oběhu) může pouze uživatel, který je zapsán v seznamu uživatelů. Zákon stanoví v souvislosti s příhraničním pohybem GMO některé další povinnosti, jako např. vyznačení na obalu přepravované zásilky, že se jedná o GMO produkt, kde údaje musejí být přeloženy do českého jazyka a taktéž je nutné uvést země původu vzniku.

#### **Koncepční nástroje:**

Mezi tyto nástroje lze zařadit hodnocení rizika a havarijní plán.

#### *Hodnocení rizika:*

V tomto hodnocení je podaná písemná analýza, která obsahuje posouzení možných přímých i nepřímých, škodlivých účinků na zdraví člověka, zvířata a rostliny. Souvislost s těmito účinky způsobuje omezenou možnost léčit onemocnění, usídlení a rozšíření GMO v životním prostředí, jakož i riziko přirozeného přenosu GMO na jiné organismy.

Hodnocení je součástí jak nynějších vědeckých poznatků, tak ověřených skutečností či kvalifikovaných odhadů tam, kde ověřené vědecké poznatky chybí. Toto posouzení předkládá uživatel současně se žádostí o zápis do předmětného seznamu. Poté po uplynutí 5 let od data provedení posledního hodnocení, kdy se objevují nové vědecké poznatky obsahující o novém možném nebezpečí pro životní prostředí.

### *Havarijní plán:*

Je dokument, v němž jsou popsány činnosti a opatření při vzniku havárie. Havárie je podle zákona taková událost (např. při nakládání s GMO), při které došlo k závažnému nežádoucímu úniku GMO do životního prostředí a v jehož důsledku může dojít k následnému ohrožení životního prostředí.

Úlohu v oblasti využívání GMO sehrává poskytování včasných informací veřejnosti, i její účast na správních řízeních o povolení nakládat s GMO. Každému je umožněno nahlížet do předmětných seznamů a pořizovat si z nich výpisy. Ministerstvo životního prostředí jednou za rok zveřejňuje ve svém věstníku aktualizované seznamy, které jsou zpřístupněné na internetové síti (Hrudová, 2010).

### **3.8.3 Platnost o nakládání s GMO**

Na uživatele, který získal oprávnění k nakládání s určitým druhem GMO, se vztahuje celá řada povinností. Zejména povinnosti evidenční, dokumentační a informační, tedy povinnost vést dokumentaci o nakládání s GMO a pravidelně informovat MŽP o častém užití GMO. Odbornou kontrolu nad řádným výkonem činností, při nichž se využívá GMO, provádí odborný poradce jmenovaný uživatelem. Zvláštním způsobem pro nakládání s GMO, kde zákon stanoví doplňující požadavky, je dovoz, vývoz a tranzitní přeprava geneticky modifikovaných organismů.

Uživatel může ve svých žádostech označit ty informace, o nichž se domnívá, že jejich zveřejnění by mohlo poškodit jeho konkurenceschopnost. Takové údaje se nesmějí stát předmětem zveřejnění. Zákon č. 254/2001 Sb. o nakládání s geneticky modifikovanými organismy umožňuje, aby se občanské sdružení (jehož cílem je ochrana životního prostředí nebo práv zájmů spotřebitelů), účastnilo správního řízení k povolení pro nakládání s GMO. Koncepce účasti občanských sdružení podle GMO není zcela zřejmá. Na rozdíl od zmiňovaných zákonů (zákon o ochraně přírody a krajiny, o vodách, o nakládání s geneticky modifikovanými organismy). Občanské sdružení má postavení účastníka řízení pouze pokud je oprávněno účastnit se správního řízení (ale nenáleží mu všechna oprávnění).

Součástí povinnosti poskytovat veřejnosti informace o GMO je povinnost vyznačovat na obalech produktů informace o skutečnosti, že obsahují GMO (Kružiková a kol. 2003, Římanová a Doubková 2001).

## **Nakládání s GMO**

Osobám, které nakládají s GMO neoprávněně nebo v rozporu se zákonem lze uložit pokuty a následné opatření k nápravě. Pokud nelze zjistit původce škodlivého stavu, tak odpovídá za provedení nápravných opatření vlastník nemovitosti, v níž probíhá nakládání s GMO. Pokuty se pohybují podle závažnosti protiprávního jednání v rozmezí 100 000 Kč až 1 500 000 Kč. Pokud by došlo k opakovanému porušení zákona, částky pokut by mohly být zvýšeny až dvojnásobně. Avšak nedostatkem zákona je, že nestanoví postih pro osoby, které nakládají s GMO neoprávněně, aniž by byly zapsány v některém z předmětných seznamů (Kružíková a kol. 2003, Římanová a Doubková 2001).

### **3.9 Schvalování GM produktů na trh v EU**

Než vkročí každý produkt obsahující nebo vyrobený z GMO na trh, musí být schválen na základě vědeckých studií, analýz a testování. Schvalovací proces pro GMO produkty v EU patří k nejpřísnějším na světě. Žádost je podávána k prozkoumání na národní úrovni. V České republice je za příjem a administraci žádosti odpovědné Ministerstvo zemědělství, konkrétně Úřad pro potraviny – Odbor bezpečnosti potravin. Po kontrole je žádost podstoupena Evropskému úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA – European Food Safety Authority). Evropská komise si vyžádá k dané žádosti stanovisko EFSA. Posuzováním žádostí o uvedení geneticky modifikovaných potravin a krmiv na trh se zabývá úřad pro geneticky modifikované potraviny. K žádosti se také může vyjadřovat veřejnost. Pokud je žádost kladně posouzena, dochází k hlasování na úrovni Komise, která se skládá ze zástupců členských států v EU. V případě, že nedojde k podpoře, předá Komise žádost ke konečnému rozhodnutí Odvolací komisi, která rozhodne. Žádostí se rozumí obrovské množství dokumentů, které v součtu tvoří tisíce listů. Uvádění na trh geneticky modifikovaných potravin a krmiv je v Evropské unii poměrně komplikovaný proces, který často trvá i několik let. Jednotlivé kroky jsou definovány Nařízením Evropského parlamentu a Rady č.1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech (Kovářová, 2010).

### **3.10 Značení GMO produktů v EU**

V EU je povinností označit GMO potraviny a krmiva, dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady č.1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech.

Značí se na obalu daného produktu slovy „obsahuje geneticky modifikované organismy“.

Po vstupu v platnost Nařízení EU k označování a zpětné sledovatelnosti GMO potravin a krmiv, měly by příslušné podniky do šesti měsíců zahájit jejich pěstování (Stratilová, 2012).

### **3.11 GMO potraviny v krmivářském průmyslu**

Jedná se o specifickou úpravu, která je na rozdíl od základního režimu GMO ještě více zpřísněná. GMO potraviny a krmiva vstupují do potravního řetězce a mohou ovlivnit zdraví jak lidské, tak i zvířat. Je zde nutné dodržovat povolovací režim. V povolovacím režimu se žadatel obrací na vnitrostátní orgán, který žádostí obsahující hodnocení rizik musí prokázat, že předmětný GMO produkt splňuje všechny požadavky nařízení. Tuto prosbu posuzuje EFSA, která uvědomí všechny ostatní členské státy a poskytne dokumentaci veřejnosti. Poté EFSA vydá své odborné stanovisko, které poskytne Komisi, členským státům a veřejnosti. Na základě stanoviska vydá Komise rozhodnutí o žádosti. Povolená potravina nebo krmivo se zapíše do Registru Společenství pro GMO potraviny a krmiva.

#### **3.11.1 Sestavování krmné směsi pro analýzy**

Vhodně sestavená krmná směs má rozhodující důležitost pro efektivnost produkce. Nemusí to být směs z nejlepších surovin. Krmiva je třeba posuzovat při dodávce a během vykládky. Smyslově se posuzuje barva vůně a vlhkost. Z každé dodávky by měly být odebrány vzorky pro laboratorní analýzy. Při odběrech vzorků je třeba postupovat podle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 124/2001 Sb., kterou se stanoví požadavky na odběr vzorků a principy metod laboratorního zkoušení krmiv. Rozbory u nás provádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský nebo laboratoře, kterým ÚKZÚZ udělil oprávnění k provádění některých laboratorních zkoušek krmiv. Údaje zkoušených hodnot jsou považovány ještě za vyhovující, pokud nepřekračují tolerance jakostních znaků uvedené v přílohách Vyhlášky MZe č. 451/2000 Sb. (Kolektiv autorů 2008, Stejskal a Fraňková 2009).

#### **Úprava vzorku krmiv pro stanovení GMO**



Vzorky se dopraví do laboratoře s nejvyšší možnou homogenitou. Při postupu nesmí dojít ke změně stanovených látek. Hmotnost vzorku je dána podle legislativních požadavků dle Vyhlášky 124/2001 Sb. Vzorek má mít minimálně 500 g sušiny a upravený zkušební vzorek má mít hmotnost nejméně 100 g.

### **Typy vzorků:**

Dílčí vzorek – je to hmotnostní část vzorkové partie, která se získává jedním náběrem. Dílčí vzorky se odebírají tak, aby zahrnovaly celou vzorkovou partii. Hmotnost všech dílčích vzorků musí být zhruba stejná.

Souhrnný vzorek – je celkové množství všech odebraných dílčích vzorků. Souhrnný vzorek se upravuje promícháváním, dokud není rovnoměrně homogenní. Jestliže se vyskytují hrudky, musí se odděleně rozdrtit, poté se smějí promíchávat se zbylou částí souhrnného vzorku. Objem souhrnného vzorku se zmenšuje mechanickým děličem. Ze souhrnného vzorku se připraví 3 konečné vzorky.

Konečný vzorek – reprezentativní část souhrnného vzorku určena k laboratornímu zkoušení nebo archivaci.

Původní laboratorní vzorek – je reprezentativní část laboratorního vzorku, která slouží jako rezerva pro případ nutnosti opakovat stanovení z původního vzorku.

### **Příprava vzorků k mletí:**

Před mletím se vzorky obilí, které byly namořené, důkladně promyjí a nechají uschnout. Poté se odstraní příměsi cizích semen. Po úpravě obilí se vzorek vloží do horkovzdušné sušárny, kde teplota vzduchu nesmí přesáhnout 40 °C. Pokud je vzorek silně zaplísněný, tak se nezařazuje do analýz.

### **Dekontaminace:**

Před mletím se pracovní plocha pečlivě omyje etanolem. Po domletí každého vzorku se odmontují všechny demontovatelné části mlýnku, které přicházejí do přímého kontaktu se vzorkem, opláchnou se teplou vodou, roztokem chlornanu draselného nebo etanolem. Vzorek se osuší savým materiálem. Tímto způsobem se dekontaminují i navažovací lžičky a misky po navážení každého vzorku.

### **Mletí vzorku:**

Mele se celý vzorek, dle množství vzorku se usuzuje čas mletí. Samotné mletí by nemělo přesahovat teplot více jak 40 °C, protože by mohlo dojít ke ztrátě nutriční hodnoty, a především znehodnocení DNA. Granulované a lisované pokrutiny je třeba před mletím podrtit ve třecí misce. K dispozici je speciální laboratorní mlýnek, použije se laboratorní šrotovník. V případě, že množství vzorku mnohonásobně překračuje kapacitu sběrné misky šrotovníku, tak se směs důkladně pomíchá, nakvartuje a odebere se k mletí jeho přístupná hmotnost. Doba mletí u celých semen trvá tři sekundy, u vzorků šrotovaných jedna sekunda.

### **Uchování vzorku po mletí:**

Vzorky je nutné uchovat v obalu při pokojové teplotě. Po prevenci vývinu škůdců je třeba směs pomlít do 2 týdnů po přijetí. Pomletá část se uchová zatavená v plastovém sáčku. Hodnota a DNA u obilí se uchovává po dobu 6 měsíců.

### **Likvidace vzorků:**

Po uplynutí skladovací doby se vzorky stanovené jako GMO- negativní mohou vyhodit do komunálního odpadu. Jestliže se jedná o GMO pozitivní vzorky, na které se vztahuje Vyhláška 78/2004 Sb., tak se tepelně ošetří v horkovzdušné sušárně při 120 °C po dobu 2 hod. Poté se předají odborné firmě k likvidaci (Kolektiv autorů 2008, Stejskal a Fraňková 2009).

### 3.12 Výhody a nevýhody GMO krmných plodin

Každé krmivo má své specifické vlastnosti, výhody a nevýhody, rizika kontaminace a vliv při použití v příliš vysokých dávkách. Je třeba nastavit hranice minima nebo maxima jejich použití. Stane se, že dostupnost krmiv nastaví rozsah použití některých komponentů jinak, bez ohledu na jejich nutriční nevýhody. Kukuřice dobré kvality nepřináší větší problémy. Kvalitní kukuřice může být zařazena do krmných směsí i 60-70 %. Při vysokém podílu této komponenty se směsi obtížněji granulují. Rizikový je obsah plísní a mykotoxinů; možnost použití kukuřice pak závisí na stupni kontaminace. Hladina aflatoxinu nesmí, stejně jako u ostatních obilnin, překročit 0,02 mg/kg. Pšenice má velmi variabilní obsah dusíkatých látek (10-17 %, obvykle mezi 11 a 14 %), proto je třeba pracovat s hodnotami stanovenými vlastním rozbořem. Minimální sušina má být 86 %, hmotnost alespoň 72 kg. Desetiprocentní zastoupení pšeničného šrotu stačí ke zlepšení kvality granulí. Doporučený obsah ve směsi je do 20-25 %. Čerstvě sklizená pšenice je špatně stravitelná a nepříznivě ovlivní užitkovost. Pravděpodobnou příčinou je vyšší obsah rozpustných neškrobových polysacharidů. Při posklizňovém dozrávání se jejich množství dva až čtyři týdny po sklizni snižuje. Pšenice se musí před použitím několik týdnů po sklizni skladovat. Ječmen obsahuje mnoho vlákniny. Pšeničné otruby mají málo energie a vysoký obsah vlákniny. Jsou vhodné pro odchovávaná zvířata, jejich zastoupení by však nemělo být vyšší než 5 %. Plnotučná sója musí být pečlivě zahřátá, aby se v ní zničily inhibitory růstu. Jde nejen o inhibitor v pankreatu produkovaného trypsinu nezbytného pro trávení bílkovin, ale i o řadu dalších tepelně labilních inhibitorů proteáz, hemaglutinin, saponin, lipooxidázu. Většinou se k tomuto účelu používá extruze, kdy se třením silně stlačovaného krmiva na velmi krátkou dobu zvyšuje teplota na 130-150 °C. Zahřátí se kontroluje ureázovým testem. Maximální zastoupení ve směsi je 15 %. Sójový extrahovaný šrot obsahuje 44-48 % dusíkatých látek s limitujícím methioninem.

Slunečnicový extrahovaný šrot má vysoký obsah argininu, který se někdy dostává v pořadí limitujících aminokyselin ve směsi před některou z těch aminokyselin, které se za přijatelnou cenu vyrábějí průmyslově. Použitelnost slunečnicového extrahovaného šrotu závisí na obsahu vlákniny, zda pochází z loupané nebo jen částečně loupané slunečnice. Obvykle nečiní potíže zařazení 7-10 % ve směsi. Řepkový extrahovaný šrot by neměl obsahovat více glukosinolátů než 20 mol/g. Pro mladší kategorie zvířat by se neměl zařazovat v množství větším než 3 %, u starších zvířat lze použít i 5 %.

Rybí moučka je kvalitním zdrojem bílkovin i energie. Složení závisí na použité surovině a způsobu jejího zpracování.

Při zkrmování granulovaných krmiv je třeba také počítat se zvýšeným nebezpečím výskytu kanibalismu. K výhodám tvarovaných krmiv patří snížení jejich objemu, a s tím spojené menší nároky na dopravu, manipulaci a skladovací prostory. Především se však zvýší spotřeba krmiva při nabídce. Podobně jako tuková směs jsou i směsi upravené do granulí pro drůbež lákavé a zvířata v nich vždy přijmou o něco více energie než ve směsi netvarované. Sežere-li vykrmované zvíře více, roste rychleji a snižuje se spotřeba. Zvířata potřebují k přijetí stejného množství krmiva za den jen polovinu času jako při zkrmování směsi netvarované, spotřebují tedy méně energie pro pohyb spojený s příjmem krmiva. Tvarovaná krmiva mají menší povrch vystavený účinkům prostředí; oxidace tuků a některých vitamínů i kontaminace plísněmi klesá. Ztráty při skladování jsou proto menší a skladovatelnost je delší. Při dopravě (zejména pneumatické) nedochází k samotřídění směsi a snižuje se prašnost.

Granulováním se zejména u směsí s vyšším podílem kukuřičného šrotu zlepšuje stravitelnost organických živin a zvyšuje se až o 3 % obsah metabolizovatelné energie.

Tímto zvýšením se kompenzuje značná část nákladů spojených s granulováním. Zvyšuje se také využitelnost fosforu z některých krmiv rostlinného původu. Výživná hodnota granulovaného krmiva se liší od hodnoty krmiva netvarovaného. Při sestavování krmných směsí je třeba brát v úvahu formu, ve které budou zkrmovány.

Má-li granulovaná směs vyšší energetickou hodnotu, musí být pro zachování správného poměru živin zvýšen také obsah dusíkatých látek. Bezprostředně před granulováním by měla být směs zahřátá párou na 81 °C. Působením této teploty po dobu 15 minut je zničena značná část bakterií a plísní. Po granulování je třeba směs rychle zchladit, aby se omezila degradace vitamínů a lysinu. Granule nesmí být příliš dlouhé, poměr jejich průměru k délce 1 : 1,3 – 1,4 je vyhovující. Délka granulí nikdy nemá přesahovat dvojnásobek jejich průměru. Příprava granulí o malém průměru je zvláště nákladná. Startérové směsi je výhodné upravovat do granulové drtě, kterou mladá zvířata přijímají ještě lépe (Holec a Soukup 2006, Zedník a kol. 2007).

### **3.13 Zvířata krmená GMO krmiv**

Vše živé se skládá z genů. Během trávení potravin, dochází k jeho rozkladu až na báze a vstřebání jednotlivých částí AGTC, ať už pochází z jablka či GMO potravin. Výsledek je srovnatelný, jelikož rozklad probíhá na základní báze. U zvířat tyto procesy probíhají obdobně. Zvíře při požití GMO krmiva rozloží DNA na základní báze a ty využije pro vlastní potřebu. Maso, mléko, vejce a další produkty živočichů, kteří jsou krmeni GMO krmiv, nemusí být označeny, protože produkty jsou nerozeznatelné od běžných potravin (Petr, 2006).

### **3.14 GMO produkty**

#### **3.14.1 GMO free mléko**

V posledních letech se diskutovalo, jak by se mohla zvýšit produkce mléka, aniž by se zvýšily náklady. Proto Američtí vědci zjistili, že použití hormonu rBGH (recombinant Bovine Growth Hormon) má povzbudit vyšší produkci mléka dojníc. Tento způsob využití hormonů rBGH byl poprvé testován v USA. S tímto novým objevem přišla firma Monsanto public relation. Vědci za pomoci injekční stříkačky aplikovali dojnici hormon rBGH. Po aktivaci hormonu produkce mléka vzrostla o 10 až 15 %. Tento experiment byl poprvé schválen v USA v roce 1993 pro potraviny.

Oficiálně GMO free mléko vstoupilo na trh až v roce 1994. Výsledkem tohoto objevu je mléko, jehož produkce by měla být levnější, ale jeho složení se může značně lišit od mléka produkovaného přirozenou cestou. Dané hormonální rBGH metody využívají především velkochovy s počtem dojníc nad 500 ks. Legislativně, musí být krabicové mléko, které je vyrobeno metodou rBGH označeno, to však již neplatí pro sušené mléko a syrovátku, tedy také sušené syrovátkové, či mléčné koncentráty a izoláty.

Česká republika a ostatní státy jeho používání zakázali, a to na základě studie, vzhledem k vyššímu riziku vzniku rakoviny prsu u žen a prostaty u mužů. Protože jsou s aplikací rBGH spojeny i další vedlejší účinky na zdravotní stav skotu, jako je křivice, hnisavý zánět vemene a neplodnost, jsou kravám navíc průběžně aplikována antibiotika, která mají tyto vedlejší účinky tlumit.

V minulosti byl odpor amerických spotřebitelů vůči GMO hormonu tak velký, že si firma Monsanto najala public relation (PR) agenturu Burson-Marsteller, která běžně

zastupuje různé diktátorské režimy nebo firmy ničící životní prostředí. Úkolem PR agentury bylo zastrašit odpůrce GMO hormonu a zlomit odpor veřejnosti proti rBGH. PR agentura pro Monsanto založila virtuální organizaci Národní mléčná rada, která ihned začala používání GMO hormonu veřejně propagovat. Na radu PR agentury také Monsanto přestalo GMO hormon označovat jako rBGH (lidé slovo hormon vnímali negativně) a začalo používat veřejnosti méně srozumitelný název - hovězí somatotropin (Bovine Somatotropin, BST).

Monsanto se zachovalo hlavně k právu spotřebitelů na informace a na svobodnou volbu toho, co si chtějí koupit. Monsantožalovalo stát Vermont, který jako první stát americké federace oficiálně zavedl značení mléka, aby si spotřebitelé v obchodě mohli vybrat, zda chtějí "hormonální" mléko nebo čisté.

Výsledkem zastrašovací kampaně Monsanto je to, že vUSA dnes každá čtvrtá až pátá dojnice dostává kontroverzní GMO hormon (Kolodinsky, 2008).

### **3.14.2 GMO losos**

V druhé polovině 20. století došlo ke značnému úbytku ryb, kvůli narůstající populaci a častému rybolovu, došlo k velkému úbytku až zániku rybích živočichů (Bobrow a kol., 1989).

Otázkou bylo, kde brát rybí maso s omega-3-polynenasycenými mastnými kyselinami, které mají účinek na lidské zdraví. Řešením bylo zavést individuální chov ryb. Produkci rybího masa dominují intenzivní chovy v tzv. akvakulturách. V těch ale nebyl dostatek prostoru pro ryby, což vedlo ke zdravotní závadnosti (např.: přenos chorob) a mohlo to vést k větší životní pohromě, než vyhynutí těchto živočichů. Proto se tento způsob šlechtění ryb z ekonomických a zdravotních důvodů zamítl.

Americká biotechnologická firma Aqua Bounty Technologies proto před více než dvaceti lety začala šlechtit „turbo-lososa“, který by stoupal doslova dvakrát rychleji než běžný losos a po zdravotní a nutriční stránce by měl více pozitivních vlastností. Tyto ryby by rostly rychleji, výkrm by trval kratší dobu a obnášelo by to menší náklady (Bakke-McKellen a kol., 2000).

GMO losos vznikl poté, co genoví inženýři upravili dědičnou informaci lososa obecného. Američtí lososi Aqua Advantage mají vnesen do dědičné informace gen pro růstový hormon amerického lososa čavyči. Gen je upraven tak, aby se podle něj vyráběl růstový hormon v malém množství v každé buňce lososího těla.

U geneticky modifikovaných organismů je samozřejmostí, že se velmi důkladně testuje jejich nezávadnost pro lidské zdraví. Losos Aqua Advantage těmito testy úspěšně prošel. Jeho maso nejen že je zdravotně nezávadné, ale navíc má i vynikající kvalitu.

V kulinářských testech, kdy přední senzoricí hodnotili „naslepo“ lososa nejružnější provenience včetně vyhlášených norských nebo chilských lososů, se maso z lososa Aqua Advantage umísťovalo vždy na prvních pozicích (Berntssen a kol., 1997).

### **Testy na GMO (ryby)**

Bezpečnost potravin může být spojena s možným přestupem dietních fragmentů DNA a GMO v celém střevním traktu chovné ryby.

V současné době je nejčastěji používanou metodou pro sledování geneticky modifikovaných organismů nebo jejich fragmentů DNA metoda PCR. Tato metoda poskytuje kvantitativní nebo kvalitativní informace o perzistenci a osudu DNA.

Z biologického hlediska, je rovněž důležité využít a optimalizovat metody, které výslovně umožňují lokalizaci a vizualizaci cizích DNA fragmentů v přímé buňce. Přetrvávající cizí DNA v gastrointestinálním traktu byla prokázána u myší. Zároveň bylo prokázáno, pomocí techniky fluorescenční hybridizace *insitu* (FISH), že docházelo k akumulaci intaktních makromolekul v rybích střevech. Jen málo studií zkoumalo osud cizí DNA lososa obecného (*Salmo salar*) s použitím odlišné biologické a experimentální DNA. Výzkum byl proveden tak, že upravená DNA se vpravila injektorem do lososa. Poté bylo zjištěno, že fragmenty DNA byly plně využité v trávení ryb.

Zbytečný je strach z toho, že by geneticky modifikovaní lososi unikli do volné přírody a páchali škody. Chovné sádky byly důkladně zabezpečeny. Únik geneticky modifikovaného lososa Aqua Advantage by nepředstavoval pro přírodu žádné riziko. V přírodě by neměla ryba dost kvalitní potravy, aby dokázala růst tak rychle, jako lososi v sádkách. Tato ryba je náchylná a měla by s přežitím v potocích či řekách velké

problémy. Nemůže se rozmnožovat, protože firma vykrmuje pouze samice, které jsou po zásahu do dědičné informace neplodné.

Žádost o povolení chovu lososa Aqua Advantage byla podaná americké Food and Drug Administration. Finální verdikt z úřadu FDA ale stále nevycházel.

FDA neměla jednoduchou pozici, protože na ni silně tlačili chovatelé geneticky modifikovaných lososů, kteří proti schválení chovu lososa Aqua Advantage ostře protestovali.

Samozřejmě se nabízí otázka, zda se nemůže geneticky modifikovaný losos objevit i v Evropě. Toho se bát nemusíme, protože Evropská unie je v tomto směru zcela nekompromisní a nedělá si násilí s nějakou věcnou argumentací.

### **3.15 Pěstování GMO plodin v České republice**

V současné době se GMO rostliny ve světě pěstují na 81 mil. ha orné půdy, příkladem je sója, kukuřice, bavlník a řepka. V EU bylo od první povolené GMO rostliny schváleno do současné doby dalších 14 genetických plodin. Povolení GMO organismu je platné 10 let, poté je nutné žádost obnovit včetně aktualizace hodnocení rizika na základě nových vědeckých či praktických poznatků. Je to důležité pro zemědělce, aby mohli v budoucnu využít moderní technologie, týkající se GMO plodin ale i možnost nadále hospodařit klasicky či v režimu ekologického zemědělství, kde je třeba stanovit pravidla koexistence. Principem koexistence všech zemědělských systémů jsou opatření vylučující na nejmenší míru vzájemné poškození producentů, která mohou vzniknout na základě příměsí GMO v ekologickém produktu. Podle EU je třeba označovat GMO všechny produkty obsahující 0,9 % GMO složky.

Koncept koexistence vychází z Evropské komise z roku 2003/556/EC, týká se metodických pokynů pro vytváření národních strategií a správných postupů k zajištění koexistence geneticky modifikovaných zemědělských plodin s konvenčním a ekologickým zemědělstvím.

Základní podstatou koexistence je dodržování odstupných vzdáleností mezi různými typy produkčních systémů při pěstování té samé plodiny a evidence ploch, dalších údajů o pěstování GMO plodiny, včetně informační povinnosti pěstitele. V obecné podobě je koexistence nově stanovena zákonem o zemědělství č. 441/2005 Sb., kterým se mění



zákon č. 252/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů. V roce 2005 byla poprvé pěstována GMO kukuřice typu MON 810 na celkem 270 ha orné půdy. Tuto kukuřici zaseto 52 subjektů na 63 polích, z toho 2/3 prostorů byly pěstovány víceméně pokusně na rozloze menší než 1ha. Nejvíce GM kukuřice bylo zaseto na jižní Moravě a ve Středočeském kraji (Holec a Soukup, 2006).

### **3.15.1 Právní předpisy v ČR**

V právním řádu je problematika GMO upravena zákonem 78/2004 Sb., o nakládání s genetickými modifikovanými organismy a produkty. Zákon byl přijat 22. ledna 2004 a nahradil zákon 153/2000 Sb. K zákonu vztahujícímu se k 78/2004 Sb. byla přijata vyhláška MŽP č.209/2004 Sb., ze dne 15. dubna 2004, o bližších podmínkách nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty. Legislativní změny souvisely z české právní úpravy a úpravou Evropských společenství (Římanová a Doubková, 2001).

Zákon 78/2004, vysvětluje základní pojmy, co se pro účely zákona rozumí organismem, dědičným materiálem, genetickou modifikací, geneticky modifikovaným organismem a genetickým produktem. Současně zákon 78/2004 Sb. upravuje nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech, postup při podání žádosti o povolení k použití GMO nebo genetických produktů. Žádost pro povolení a uvádění GMO do životního prostředí či na trh stanovuje Ministerstvo životního prostředí (Kružíková 2003, Trnková 2015).

### **3.15.2 Povinnosti pro pěstování GMO plodin**

Ke změně zákona došlo 1. ledna 2014, Vyhláška č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů. Tímto se ruší duplicita hlášení o pěstování GMO kukuřice na Ministerstvo zemědělství a zároveň na Ministerstvo životního prostředí. Zůstává ohlašovací povinnost pěstitelů na Ministerstvo zemědělství.

Považujeme za klíčový úkol ohlašovací povinnost kvůli sousedním pěstitelům, která je aktuální v průběhu února. Každý, kdo se chystá pěstovat GMO kukuřici, musí svůj záměr ohlásit všem sousedním pěstitelům. Ohlašování může proběhnout pouze ústní formou.

Kompletní souhrn pravidel pro pěstitele GMO kukuřice je, že každý, kdo pěstuje Bt kukuřici, musí:

1. Informovat nejpozději do 1. března o záměru vysetí GMO kukuřice sousedního pěstitele. Ohlášení nemusí být písemné, ale v případě potřeby lze využít formulář Ohlášení GMO plodiny PŘED zahájením pěstování.
2. Dodržet minimální vzdálenost 70 m mezi porostem GMO kukuřice a jiným pozemkem s nemodifikovanou kukuřicí.
3. Dodržet minimální vzdálenost 200 m mezi porostem GMO kukuřice a jiným pozemkem s kukuřicí, která je pěstována v režimu ekologického zemědělství.
4. Informovat o vysetí GMO kukuřice sousedního pěstitele do 15 dnů od zasetí.
5. Písemně informovat o vysetí GMO kukuřice příslušné pracoviště KAZV nejpozději do 30 dnů od zasetí.
6. Po sklizni označit produkt GMO kukuřice jako „geneticky modifikovaný organismus“ včetně příslušného identifikačního kódu - u hybridů kukuřice typu MON810.
7. Evidovat údaje o nakládání s GMO kukuřicí a uchovat je v podniku po dobu min. 5 let.

Konkrétní požadované údaje jsou uvedeny ve vyhlášce č. 89/2006 Sb. (Vyhláška č. 78/2004 Sb., Ministerstvo životního prostředí).

### 3.16 Účinky Bt kukuřice na skladištní škůdce v ČR

Vývoj skladištních škůdců v obilovinách vede ke snížení jakosti. Dochází ke kontaminaci toxinogenními plísněmi a zamoření alergeny. Skladované obilí má tendenci přijímat cizí pach, vlhkost a napadení mnoha druhy skladištních škůdců. Proti tomuto napadení se používají reziduální protektanty a plynné insekticidy. Tyto insekticidní protektanty zanechávají rezidua a plynné přípravky, které jsou v průběhu aplikace vysoce toxické. Proto se v současné době hledají alternativy, mezi které patří i transgenní rostliny obsahující Bt. Příkladem jsou výsledky hodnocení insekticidní účinnosti Bt kukuřice zavíječe kukuřičného. V České republice ukazují, že současné hybridy Bt kukuřice mají velmi vysokou biologickou účinnost. V rámci projektu NAZV vědci studovali supresivní efekt Bt kukuřičných hybridů, obsahující Bt toxin vypěstovaný v ČR, na 4 druhy skladištních zavíječů (*Ephestiakuehniella*, *Ephestiaelutella*, *Cadracautella* a *Plodiainterpunctella*). Z kukuřice byla připravena dieta, která se testovala na zavíječích v laboratorních experimentech. Potravinový terén škůdců způsobil 100% úmrtnost konkrétně u druhu *E. elutella*, *C. cautella* a *P. interpunctella* na rozdíl od *E. kuehniella*, kde byla dosažena úmrtnost 65%. Z toho vyplývá, že užívání ochranných prostředků má značný dopad na obilniny. Proto ČR podstoupila pěstování GMO plodin, jelikož tyto potraviny jsou schopné se samy ubránit škůdcům, aniž by se použily ochranné prostředky (Stejskal a kol. 2006).

## 4 ZÁVĚR

Účelem mé bakalářské práce bylo zpracovat informace ohledně pěstování GMO v krmivářství. Ohledně tohoto tématu se šíří řada spekulací v souvislosti s výhodami a nevýhodami při zpracování na krmné účely. Jeden z mnoha důvodů je, že geneticky modifikované potraviny nejsou na trhu v České republice, stejně tak jako v celé Evropské unii, příliš rozšířené. Je to z několika důvodů, jeden z nich je legislativa, protože Evropská unie má v souvislosti s geneticky modifikovanými organismy jeden z nejpřísnějších právních postojů na světě, proto je uvádění GM potravin a krmiv na trh velmi komplikované. Především za to může negativní postoj spotřebitelů a neochota ke koupi výrobku označeného jako GMO. Následujícím faktorem může být také nedostatek informací o této problematice, což ovlivňuje vnímání výhod a rizik. Ve spojených státech se neberou příliš velké ohledy týkající se této problematiky, naopak podporují rozvoj GMO a plně důvěřují úřadům, které tento zákon schválily. Tento způsob zpracování plodin má řadu výhod ohledně ekonomických nákladů nebo zajištění dostatku příjmu produktu a krmiva pro populaci, což vylučuje hladomor. Česká republika se také zapojila do pěstování hlavně proto, aby zabránila rozvoji skladištních škůdců, kteří snižovali jakost plodin.

## 5 SEZNAM ZKRATEK

AGTC	AppliedGenetic Technologies Corp.
BSE	Bovinní spongiformní encefalopatie
BST	Bovine Somatotropin
Bt	Bakteriální toxin
CRL	Community Reference Laboratory
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
EFSA	European Food SafetyAuthority
EFSA	European Food SafetyAuthority
EU	Evropská unie
FDA	Food and DrugAdministration
GMO	Geneticky modifikovaný organismus
MZe	Ministerstvo Zemědělství
PCR	Polymerázová řetězová reakce
rBGH	recombinantBovineGrowthHormonn

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

BAKKE-Mc KELLEN A. M., NORDRUM S., KROGDAHL A., BUDDINGTON R.K., 2000: *Fish Physiology and Biochemistry* 22(1):33–44. Springer Netherlands. ISSN 1573-5168.

BERNTSSEN M.H.G., KROGLUND F., ROSSELAND B. O., WENDELAAR BONGA S.E., 1997: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 54, iss. 5, pp. 1039-1045. *Responses of skin mucous cells to aluminium exposure at low pH in Atlantic salmon (Salmo salar) smolts*. ISSN 0706-652X

BOBROW M.N., HARRIS T.D., SHAUGHNESSY K.J., LITT G.J., 1989: *Catalyzed reporter deposition, a novel method of signal amplification*. Application to immunoassays. *J Immunol Methods*, sv. 125, č. 1-2, s. 279-285. ISSN 0022-1759

DAMOHOŘSKÝ M., H. MÜLLEROVÁ, M. SMOLEK a T. SNOPOKOVÁ. *Zemědělské právo*, Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2015 ISBN 978-80-7380-584-5.

DOUBKOVÁ, Z. *Geneticky modifikované organismy Otázky spojené s jejich vznikem a využíváním*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. 39 s. ISBN 80-7212-259-1.

DROBNÍK, J. *Moderní šlechtění a potraviny: co potřebujeme vědět o potravinách z geneticky modifikovaných plodin*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2010. Publikace České technologie platfry pro potraviny. ISBN 978-80-903930-8-0.

GILBERT, S. 2014: *Genetically Modified Foods*. In: Toxipedia [online]. [citováno 30. 3. 2017]. Dostupné z: <http://toxipedia.org/display/toxipedia/Genetically+Modified+Foods>

HOLEC J. aj. SOUKUP. *Pěstování transgenních odrůd polních plodin – stav a perspektivy*. In *Sborník Geneticky modifikované organismy*. Ministerstvo zemědělství ČR a České zemědělská univerzita v Praze, 2006, s 10-16.

HRUDOVÁ, E. *Ochrana životního prostředí ČR se zaměřením na zemědělství*. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2010. ISBN 978-80-8667178-9.

KOLEKTIV AUTORŮ, *Úprava vzorků krmiv a rostlinného materiálu*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2008. Jednotné pracovní postupy. ISBN 978-80-7401-005-7.

KOLEKTIV AUTORŮ. *Ekologické zemědělství a GMO : otázky koexistence: vaše otázky – naše odpovědi*. Olomouc: Bioinstitut, 2008. ISBN 978-80-904174-6-5.

KOLODINSKY, J. 2008: *Affect or information? Labeling policy and consumer valuation of rBST free and organic characteristics of milk*. Department of Community Development and Applied Economics, University of Vermont, 202.

KOVÁŘOVÁ, K.. *Certifikace potravin*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2010. ISBN 978-80-213-21334-2.

KRUŽÍKOVÁ E., ADAMOVÁ, E., KOMÁREK, J. *Právo životního prostředí Evropských společenství: praktický průvodce*. 1. vyd. Praha: LINDE, 2003. 416 s. ISBN 80-7201-430-7.

OVESNÁ, J. *GMO v zemědělství a potravinářské produkci: sborník ze semináře v Praze dne 30. 10. 2003*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003. ISBN 978-80-86555-38-0.

PETR, J. *GMO v živočišné produkci – Co hrozí zvířatům krmeným krmivy z GMO*. In Sborník Geneticky modifikované organismy. Ministerstvo zemědělství ČR a České zemědělská univerzita v Praze, 2006, s. 17-20.

ŘÍMANOVÁ, Dana a Zuzana DOUBKOVÁ. *Zákon o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty a o změně některých dalších zákonů včetně prováděcích předpisů s komentářem*. Praha: POLYGON, 2001. ISBN 8072730320.

STEJSKAL, V. a FRAŇKOVÁ M. *Metody a analýzy vzorků komodit, potravin a půdy: Sborník ze semináře*. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 27. listopadu 2009. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. ISBN 978-80-7427-025-3.

STEJSKAL, Václav, František KOCOUREK a Zuzana PAŽOURKOVÁ. *Přínosy a rizika GMO využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí: sborník ze semináře*: Výzkumný ústav rostlinné výroby

Praha-Ruzyně, 26. říjen 2005. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2006. ISBN 8086555844.

STRATILOVÁ, Z. *GMO bez obalu*. Praha: Ministerstvo zemědělství, odbor bezpečnosti potravin, 2012. ISBN 978-80-7434-057-4.

SVATOŠ, M. *Ekonomika agrárního sektoru*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011. ISBN 978-80-213-1846-5.

TRNKOVÁ, J. *Organizace a kontrola pěstování GM plodin v ČR*. II. Aktualizované vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015. ISBN 978-80-7434-194-6.

ZEDNÍK J., J. HEGER, L. ZEMAN. *Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv*. Brno: Metodická činnost k podpoře zemědělského a poradenského systému Ministerstva zemědělství ČR, 2007. ISBN 978-80-7375-091-6.