

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Bakalářská práce

Problematika GMO a produkce ve světě a v ČR

Ruslana Hrabar

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Problematika GMO a produkce ve světě a v ČR" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Heleně Řezbové, Ph.D. za odbornou pomoc a vedení mé práce, dále Ing. Tomášovi Hlavsovi za pomoc se statistickými výpočty. Závěrem bych chtěla poděkovat také své rodině za podporu.

Problematika GMO a produkce ve světě a v ČR

The issue of GMOs and products in the world and in the Czech Republic

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou geneticky modifikovaných organismů a jejich produkcí ve světě a v České republice. Cílem práce je analýza trendů vybraných skupin transgenních plodin podle jejich využití. Pro EU a Českou republiku je analyzována kukuřice. Pro svět jsou analyzovanými skupinami plodin sójově boby, kukuřice, bavlník a řepka. Problematika vývoje ploch GM plodin je řešena pomocí regresní analýzy časových řad. Na základě regresní analýzy je stanovena predikce vývoje ploch geneticky modifikovaných plodin na následující tři roky (2014-2016).

Summary

This thesis deals with the issue of genetically modified organisms and its production in the world and the Czech Republic. The aim is to analyze the trend of selected groups of transgenic crops according to their use. Corn is analyzed for the EU and the Czech Republic. For the rest of the world the analyzed crops are soybeans, corn, cotton and canola. The development of the area of GM crops is solved by means of regression analysis of time series. Based on regression analysis, the development of the area of genetically modified crops is predicted for the next three years (2014-2016).

Klíčová slova: Geneticky modifikované organismy, kukuřice, potraviny, krmivo, spotřebitel, trendy

Keywords: Genetically modified organisms, corn, food, fodder, consumer, trends

Obsah

1 Úvod.....	3
2 Cíl práce a metodika	4
2.1 Cíl práce	4
2.2 Metodika	4
3 Teoretická východiska	6
3.1 Obecná problematika geneticky modifikovaných organismů.....	6
3.1.1 Definice a historie geneticky modifikovaných plodin.....	6
3.1.2 Legislativa	7
3.1.3 Rizika geneticky modifikovaných rostlin.....	8
3.2 Vývoj ploch geneticky modifikovaných plodin ve světě.....	9
3.2.1 Sója, kukuřice, bavlník, řepka a ostatní druhy ve světě.	10
3.2.2 Situace na Ukrajině a v Rusku.....	14
3.3 Vývoj ploch geneticky modifikovaných plodin v Evropské unii a postoje autorů	16
3.4 Situace v České republice	22
4 Vlastní práce	24
4.1 Statistické metody a zdroje dat	24
4.2 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v České republice	26
4.3 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice ve Španělsku	33
4.4 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v Portugalsku	35
4.5 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v Rumunsku.....	37
4.6 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice na Slovensku.....	39
4.8 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice ve Spojených státech amerických	41
4.9 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii .	43
4.10 Celkové vyhodnocení analýzy osevních ploch geneticky modifikované kukuřice .	45
5 Závěr a doporučení	46
Seznam použitých zdrojů.....	49
Seznam tabulek	52
Seznam grafů	53
Přílohy.....	54

1 Úvod

Výzkum, vývoj a využívání biotechnologií jsou teprve na začátku. Biotechnologie kromě široké škály možného uplatnění mohou představovat také značná rizika, zejména při zavádění do životního prostředí. Zavedení geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí musí předcházet důkladný výzkum všech souvislostí a rizik.

Na úrovni Evropské unie dochází z velké části k rozhodování o využití těchto technologií, příslušné instituce si neověřují nezávislými organizacemi jejich potenciální dopady. Pravidla mezi zemědělci, kteří pracují s geneticky modifikovanými rostlinami a těmi, kteří produkují potraviny konvenčně nebo ekologicky jsou v každé evropské zemi jiná.

Zvažování přínosů a rizik geneticky modifikovaných organismů nemůže být výsadním právem expertů, ale tyká se každého z nás. Genetika 21. století přináší významné změny do života lidské společnosti, zejména řešením otázek souvisejících s lidským zdravím, potřebným množstvím potravin a chudobou.

Výše uvedené téma jsem se rozhodla zpracovat, protože mne zaujal vliv ploch geneticky modifikovaných plodin na zemědělství a ekonomický dopad na státy EU. Problematika geneticky modifikovaných plodin je poměrně komplikovaná, se značnými odlišnostmi v legislativě České republiky, Ukrajiny a Evropské unie, odlišnými názory autorů, rozdílnými mechanismy hodnocení bezpečnosti a uvolňování do prostředí.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je posoudit trend vývoje geneticky modifikovaných plodin na základě analýzy světových a evropských ploch s geneticky modifikovanými organismy. Popsat přístup v Evropě a ve světě. Posoudit prognózu trendu osevních ploch pro transgenní kukuřici, sóju, řepku a bavlnu.

Dílní cíle práce jsou:

- i. Vymezení teoretických východisek pěstování geneticky modifikovaných plodin.
- ii. Definice a historie geneticky modifikovaných plodin. Legislativa a rizika geneticky modifikovaných plodin.
- iii. Stanovení vývoje ploch kukuřice, sóji, bavlníku a řepky ve světě. Vývoj ploch transgenních plodin na Ukrajině a v Rusku, v Evropské unii a v České republice.
- iv. Provedení výpočtů v programu Excel, STATISTICA 10.
- v. Odborný komentář, konfrontace se současnou situací ve vybraných zemích.
- vi. Stanovení závěru a doporučení.

2.2 Metodika

V teoretické části je vymezen přístup k problematice geneticky modifikovaných organismů: terminologie, historie, komodity, rizika, legislativa. Pro zpracování údajů v teoretické části, byly použity odborné články, knihy a také internetové databáze ProQuest a EBSCO.

V praktické části jsou data čerpaná z těchto zdrojů: ISAAA Briefs No. 1-46:Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops (Clive James), National Agricultural Statistic Service (NASS) - Agricultural Statistics Board. U. S. Department of Agriculture. Data pro Evropskou unii a Českou republiku byla čerpána z webových stránek Ministerstva zemědělství České republiky a GMO Compass. V této práci je použita metoda analýzy časových řad. Předpověď trendu vývoje osevních ploch geneticky modifikovaných plodin je popsána pomocí metody regresní analýzy.

Časovou řadu lze charakterizovat několika způsoby. Vysoce názorným způsobem je grafický popis spojnicovým nebo sloupcovým diagramem a Z-diagramem. Časové řady lze rozdělit na čtyři základní složky:

1. Trend, který je výsledkem (růstů, poklesů či stagnace)
2. Cyklické kolísání
3. Sezónní kolísání (pravidelně se opakující výkyvy uvnitř roku způsobené ročními obdobími nebo sociálními zvyklostmi)
4. Náhodně kolísání je výsledkem působení různých náhodných vlivů (války, stávky, přírodní katastrofy)

Trend stanovíme vyrovnáním časové řady:

- a. Grafickým vyrovnáním – proložením vyrovnávací čary, přímkou, křivkou přes spojnicový graf.
- b. Metodou klouzavých průměrů - pomocí výpočtu klouzavých úhrnů.
- c. Analytickým vyrovnáním – popisem časové řady regresní funkcí, ve které nezávisle proměnou je čas a závisle proměnnou je sledovaný ukazatel (trendová funkce),(Synek, 2009).

Časovou řadu lze popsat lineární funkcí (přímkou), parabolickou funkcí 2. nebo 3. stupně, exponenciální funkcí a logaritmickou funkcí. V teoretické části je použita lineární a kvadratická funkce. Časová řada je znázorněna spojnicovým diagramem.

Lineární trend lze popsat vzorcem $T_t = a + bt$

Kvadratický trend lze popsat vzorcem $T_t = a + bt + ct^2$ (Svatošová, 2012)

Strukturální parametry trendových funkcí se obvykle odhadnou pomocí metody nejmenších čtverců: $\sum_{t=1}^n (Y_t - Y'_t)^2 = \min$,

$y_t, t=1, \dots, n$ jsou pozorované hodnoty časové řady,

$y'_t, t=1, \dots, n$ jsou očekávané hodnoty sledované veličiny.

V případě velmi frekventovaného lineárního trendu zvolíme aplikaci metody nejmenších čtverců: $na + b \sum t = \sum y t$

$$a \sum t + b \sum t^2 = \sum t y_t$$

Odhady parametru lineárního trendu se získají řešením soustavy:

$$b = \frac{n \sum t y_t - \sum t \sum y_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$a = \frac{\sum y_t}{n} - b \frac{\sum t}{n} = \bar{y} - b \cdot \bar{t}$$

Výpočty jsou zpracovány pomocí programu STATISTCA 10.

3 Teoretická východiska

3.1 Obecná problematika geneticky modifikovaných organismů

3.1.1 Definice a historie geneticky modifikovaných plodin

Zákon č.78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, definuje GMO takto: Geneticky modifikovaný organismus-organismus, kromě člověka, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací. Genetická modifikace představuje cílenou změnu dědičného materiálu, které se nedosáhne přirozenou rekombinací, nýbrž vnesením cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo vynětím části genetického materiálu organismu (Vejl, 2007).

Rozvoj moderních biotechnologií umožnil objevení struktury kyseliny deoxyribonukleové (DNA), která je nositelkou genetické informace, v padesátých letech dvacátého století. Nová technologie je spojena se jmény James Watson, Francis Crick, Maurice Wilson, Rosalind Franclin. V sedmdesátých letech se podařilo izolovat jednotlivé geny a následně je přenést do buněk jiného organismu (Roudná, 2008). Pro tvorbu geneticky modifikovaných organismů je důležitý výzkum, provedený v roce 1972 P. Bergem, který započal s tvorbou in vitro rekombinovaných molekul (DNA). V roce 1973 Changová a S. Kohen prokázali, že in vitro rekombinované plazmidové molekuly se v *Escherichia coli* replikují. V roce 1975 se již řešila problematika spojená s legislativou a bezpečností práce s GMO. Firma Genetech jako první na světě v roce 1977 začala používat organismy a rekombinovanou DNA pro produkci látek určených k výrobě léků. V roce 1993 se objevila první komerčně využívaná geneticky modifikovaná odrůda rostlin - rajče "FlavrSavr" s dlouhou trvanlivostí plodů (Vejl, 2007).

3.1.2 Legislativa

Legislativa České republiky

V České republice je nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty upraveno zákonem č.78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty, v platném znění, a vyhláškou č.209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s GMO a genetickými produkty.

- I. Zákon č.78/2004 Sb. o nakládání s GMO a genetickými produkty (platné znění, s vyznačením změn provedených zákonem č.346/2005 Sb.)
- II. Zákon č. 346/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 78/2004 Sb.
- III. Vyhláška č 209/2004Sb., o bližších podmínkách nakládání s GMO a genetickými produkty
- IV. Vyhláška č. 86/2006 Sb., kterou se mění Vyhláška č.209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s GMO a genetickými produkty
- V. Vyhláška č.29/2010Sb., kterou se mění vyhláška č. 209/2004 Sb., o bližších podmínkách nakládání s GMO a genetickými produkty, ve znění vyhlášky č. 86/2006 Sb.

Legislativa Evropské unie

Nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty na úrovni EU je upraveno směrnicemi 2001/18/ES o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a směrnicí 2009/41/ES o uzavřeném nakládání s geneticky modifikovanými mikroorganismy, a přímo použitelnými nařízeními ES 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech, 1830/2003 o sledovatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a 1946/2003 o přeshraničních pohybech GM organismů (MZp, 2008).

Mezinárodní Legislativa

Mezinárodní smlouvou stanovující pravidla přeshraničního pohybu živých modifikovaných organismů je Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti k Úmluvě o biologické rozmanitosti, který vstoupil v platnost roku 2003 (Doubková, 2008).

3.1.3 Rizika geneticky modifikovaných rostlin

V zemích EU i mnoha dalších státech jsou před vydáním souhlasných stanovisek k uvolnění konkrétního geneticky modifikovaného organismu do životního prostředí posuzována jeho možná rizika ve vztahu ke zdraví lidí, zvířat, životního prostředí a zachování biologické rozmanitosti. Problematikou hodnocení rizik geneticky modifikovaných organismů ve světě se zabývá: Organizace OSN pro životní prostředí-UNEP, Organizace OSN pro výživu a zemědělství-FAO, Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj-OECD, Světová zdravotnická organizace-WHO, Světová obchodní organizace-WTO (Rakouský, 2008). Bezpečností potravin a krmiv v EU se zabývá Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA), a v ČR jsou to Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo zdravotnictví.

Označování GM produktů je zásadním ukazatelem postojů k problematice GMO. Produkty s obsahem GMO jsou výrobci povinni označit v EU, v Japonsku, Ukrajině, Malajsii a Austrálii (Stratilová, 2014).

Dle, Ermakové (2010), nebezpečí geneticky modifikovaných organismů může být způsobeno nejen prostřednictvím zavedení genů, ale také geny které jsou vloženy. V procesu zavádění genu, mohou geny mutovat samy o sobě, a mají negativní vliv na genom hostitelského organismu. V důsledku toho, aktivním zavedením genu mohou být vytvořeny neznámé toxické proteiny, které způsobují toxicitu a alergické reakce u lidí a zvířat. Šíření geneticky modifikovaných organismů vede k rychlému poklesu biologické rozmanitosti, včetně důležitých biosféricky prospěšných bakterií. Například vymizení půdních bakterií je příčinou degradace půdy. Dle, Ermakové (2010) geneticky modifikované organismy mohou způsobit zhoršení životního prostředí, změny klimatu, rychlé a nevratné ničení biosféry.

3.2 Vývoj ploch geneticky modifikovaných plodin ve světě

Geneticky modifikované plodiny se komerčně pěstují od roku 1995. Komerční využití geneticky modifikovaných odrůd se stále zaměřuje na sóju, kukuřici, bavlnu a řepku. Pozoruhodná je produkce geneticky modifikované sóji v USA (Doubková, 2008). Celosvětově se plochy biotechnologických plodin zvýšily více než 100–krát z 1,7 milionu hektarů v roce 1996 na více než 175 milionů hektarů. V období 1996-2013 přijaly miliony zemědělců po celém světě - biotechnologické plodiny závratným tempem. V roce 2013 již 27 zemí vysázelo biotechnologické plodiny (viz příloha č. 1). Rekordních 18 milionů zemědělců v roce 2013, ve srovnání s 17,3 miliony v roce 2012, oselo biotechnologické plodiny (Clive, 2013).

USA nadále vede v osetí GM plodinami na celém světě s 70,1mil. ha (40% z celosvětových). **Brazílie** je na 2. místě po USA v osetí biotechnologických plodin na světě s 40,3mil. ha (nárůst z 36,6 milionu v roce 2012) a je globálním lídrem v oblasti biotechnologických plodin. Brazílie komerčně zasadila v roce 2013 svoji první kombinovanu sóju rezistenční k hmyzu a tolerantní k herbicidu na 2,2 mil. hektarů. **Kanada** vykazuje pokles z 11,6 milionu hektarů v roce 2012 (ISAAA, 2013) na 10,8 mil. ha GM plodin v roce 2013. V pěti vedoucích rozvojových zemích na třech kontinentech: Brazílii a Argentině v Latinské Americe, Indii a Číně v Asii a Jižní Africe plochy s GM plodinami vzrostly o 47% (82,7 mil. ha). **Indie** kultivovala rekordních 11,0 milionů hektarů Bt bavlny, zatímco 7,5 mil. malých farmářů v **Číně** oselo plochu Bt bavlny (4,2 mil. ha). V **Latinské Americe, Asii** a **Africe** plochy s GM plodinami dosahují 94 mil. ha nebo 54% celosvětových 175 mil. ha (oproti 52% v roce 2012). **Burkina Faso** zvýšila své plochy Bt bavlny o více než 50% z 314 tis. ha na 474 tis. ha. **Súdán**, ve svém druhém ročníku komercializace GM plodin ztrojnásobil plochy s Bt bavlnou z 20 tis. hektarů v roce 2012 na 62 tis. hektarů v roce 2013 (ISAAA 2012,2013). Za pozornost stojí dalších sedm afrických zemí (Kamerun, Egypt, Ghana, Keňa, Malawi, Nigérie a Uganda), které provedly polní pokusy v širokém rozsahu (bavlna, kukuřice a banány).

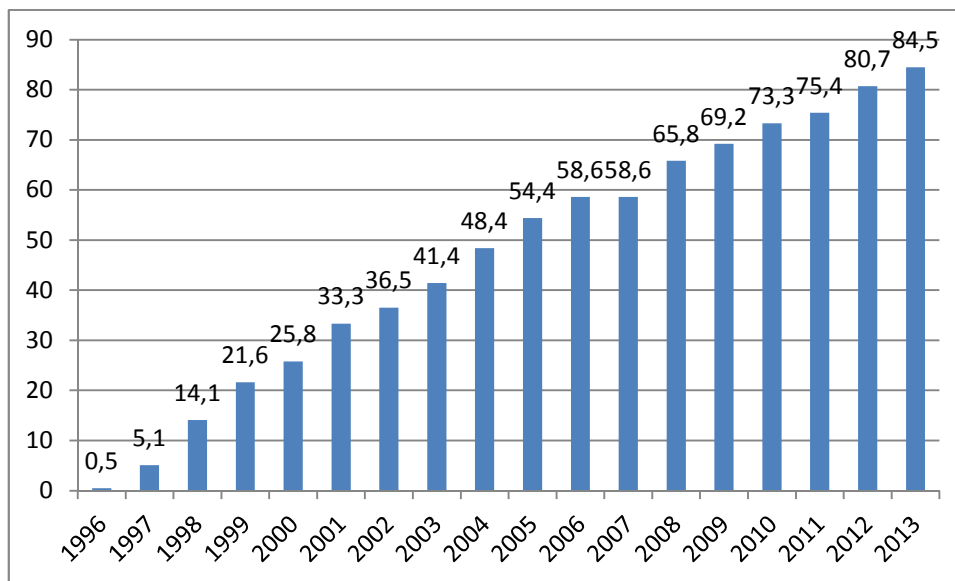
3.2.1 Sója, kukuřice, bavlník, řepka a ostatní druhy ve světě.

Sója

Komerční využití geneticky modifikovaných odrůd se stále zaměřuje na sóju, kukuřici, bavlnu a řepku. Závislost EU na dovozu se nejvíce projevuje u sójí, ta je důležitou složkou krmiv především pro prasata a drůbež. Sója je zároveň plodinou, u které v celosvětovém měřítku zcela převládá pěstování GM odrůd nad konvenčními. Transgenní sója 40-3-2 Roundup Ready společnosti Monsanto byla mezi prvními GMO schválenými pro komerční použití. Dosud úspěšně prošlo schvalovacím procesem v EU 7 typů GM sóji s tolerancí k herbicidům (HT) a jedním transgenem (Bt), pro odolnost k hmyzím škůdcům (Doubková, 2012).

V roce 2013 plocha geneticky modifikované sóji v celosvětovém měřítku vzrostla - a dosáhla 84,4 mil. ha. Největším producentem GM sóji je Brazílie. Ostatní pěstitelé jsou: USA, Argentina, Kanada, Uruguay, Bolívie, Paraguay, Chile, Mexiko, Kostarika a Jihoafrická republika (GMO Compass, 2013).

Graf 1. Světové plochy geneticky modifikované sóji v mil. ha



Zdroj: Global status of commercialized biotech/GM crops: 1996-2013. ISAAA Briefs. ISAAA: Ithaca

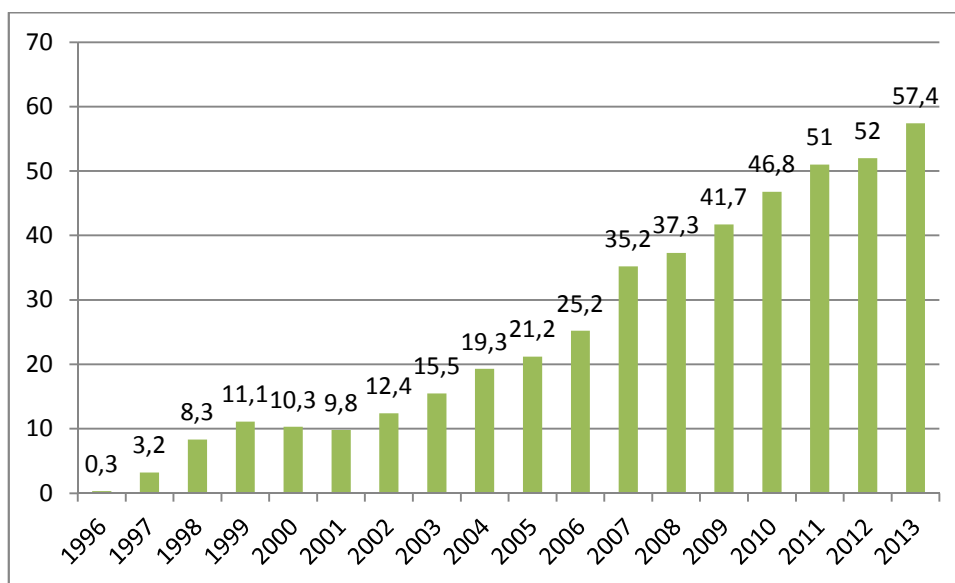
Z grafu 1 je patrné, že v roce 2013 plocha geneticky modifikované sóji v celosvětovém měřítku vzrostla a dosáhla 84,5 mil. ha, což je nárůst o 55 % v porovnání s rokem 2005, kdy osetá plocha geneticky modifikované sóji byla jen 54,4 mil. ha.

Kukuřice

Pro dovoz a použití na výrobu potravin a krmiv bylo v EU povoleno v roce 2012 celkem 27 typů GM kukuřice. V tomto zdánlivě vysokém počtu jsou obsaženy různé kombinace dvou základních vlastností: tolerance k herbicidům (HT) a odolnosti ke škůdcům. V roce 2009 byla podána žádost o komerční využití první modifikace odlišné od HT a Bt typů – jedná se o kukuřici MON87460 s odolností proti suchu. Kukuřice MON810, odolná vůči zavíječi kukuřičnému, byla schválena pro pěstování v EU již v roce 1998 (Doubková, 2012).

V roce 2013 plochy GM kukuřice ve světě dosáhly rekordní úrovně 57,4 mil. ha., plocha oseté GM kukuřice v EU dosáhla pouhých 148 620 ha. Více než dvě třetiny odrůd GM kukuřice (71%) mají od jara 2013 kombinované znaky (2 a více genů). Hlavní producenti GM kukuřice jsou: USA, Argentina, Kanada, Uruguay, Brazílie, Španělsko, Portugalsko (GMO Compass, 2013).

Graf 2. Světové plochy geneticky modifikované kukuřice v mil. ha



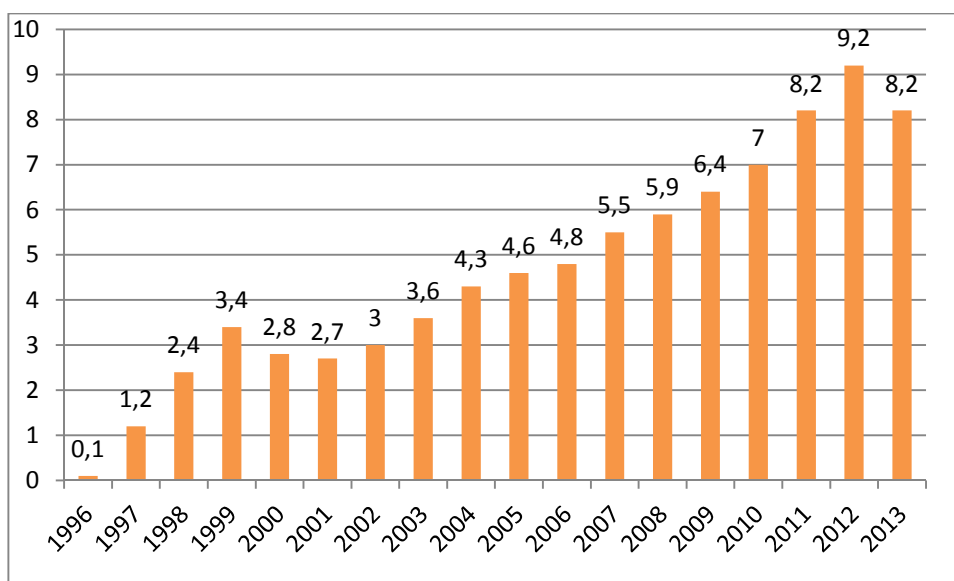
Zdroj: Global status of commercialized biotech/GM crops:1996-2013.ISAAA Briefs. ISAAA:Ithaca

Z grafu 2 je patrné, že v roce 2013 plochy GM kukuřice ve světě dosáhly 57,4 mil. ha., což představuje nárůst o 170,8% oproti roku 2005, kdy plocha geneticky modifikované kukuřice činila pouhých 21,2 mil. ha

Řepka

V EU bylo schváleno použití několika modifikací řepky s tolerancí k herbicidům. Registr GMO v současné době uvádí tři typy řepky, povolené pro zpracování jako potraviny a krmiva (viz příloha 3). Ve světě se plochy oseté geneticky modifikovanou řepkou snížily z 9,2 na 8,2 mil. ha. Podíl pěstované geneticky modifikované řepky ve světě klesl o 108%. Mezi významné pěstitele GM řepky patří: Kanada, Austrálie, USA (Doubková, 2012).

Graf 3. Světové plochy geneticky modifikované řepky v mil. ha



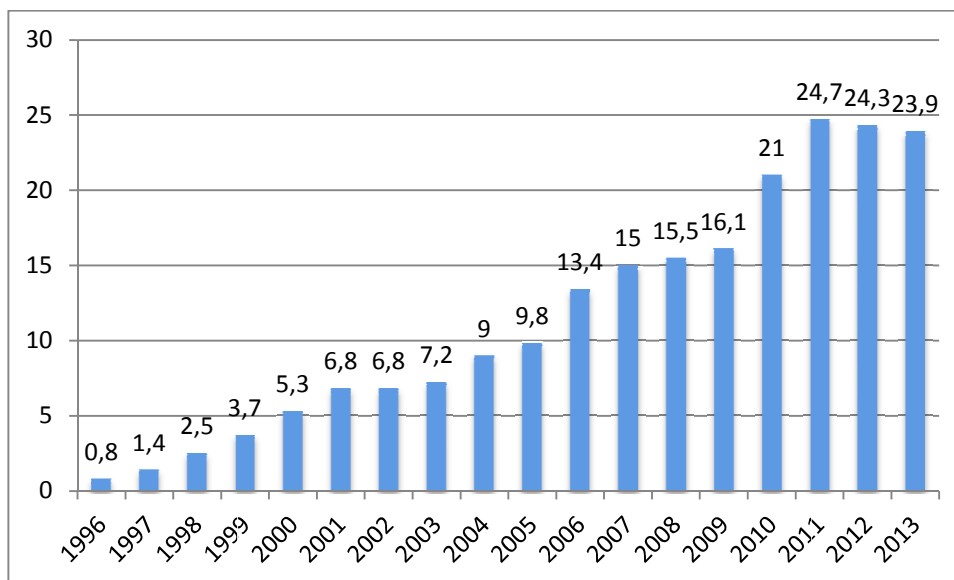
Zdroj: Global status of commercialized biotech/GM crops: 1996-2013. ISAAA Briefs. ISAAA: Ithaca

Z grafu 3 je patrné, že v roce 2013 plocha geneticky modifikované řepky v celosvětovém měřítku vzrostla, a dosáhla 8,2 mil. ha, což je nárůst o 78 % v porovnání s rokem 2005, kdy osetá plocha geneticky modifikované řepky byla jen 4,6 mil. ha.

Bavlna

Bt bavlník se pěstuje ve velkém rozsahu v Indii, Číně, Pákistánu, Jižní Africe a dalších zemích. Jelikož se bavlníková semena používají jako složky krmiv a bavlníkový olej nachází využití v potravinářství i farmacii, musí být GM bavlníky v EU schváleny podle právních předpisů pro GM potraviny a krmiva. V EU bylo povoleno použití potravin, krmiv a aditiv z 8 typů bavlníku, jedná o dvě základní modifikace, HT a Bt, a jejich kombinace. Výrazný nárůst GM bavlny v roce 2013 je v Burkině Faso asi 500 tis. ha (GMO Compass, 2013).

Graf 4. Světové plochy geneticky modifikované bavlny v mil. ha



Zdroj:Global status of commercialized biotech/GM crops:1996-2013.ISAAA Briefs. ISAAA:Ithaca

Z grafu 4 je patrné, že v roce 2013 plocha geneticky modifikovaného bavlníku v celosvětovém měřítku vzrostla, a dosáhla 23,9 mil. ha, což je nárůst o 144 % v porovnání s rokem 2005, kdy osetá plocha geneticky modifikovaného bavlníku byla jen 9,8 mil. ha

Ostatní GM plodiny

V USA se pěstuje GM cukrová řepa od roku 2007. V roce 2013 GM cukrová řepa odolná vůči herbicidu měla rozlohu 460,000 ha. Geneticky modifikovaná cuketa v roce 2013 měla rozlohu 2,000 ha. GM papája (6,275 ha) a GM topoly (450 ha) se pěstuje v Číně (GMO Compass, 2013).

3.2.2 Situace na Ukrajině a v Rusku

Ukrajinský systém regulace GMO je nový a nedokonalý. Zákon Ukrajiny pro statní biologickou bezpečnost při vytvoření, testování a využívání geneticky modifikovaných organismů byl schválen 30. 05. 2007. Povinné označování potravin, které obsahují 0,1% GMO platí od roku 2009. Oficiálně na Ukrajině není registrována žádná GMO plodina (Balasovyč, 2010).

Ukrajina je v současnosti bezkonkurenčně největším producentem geneticky modifikovaných plodin na evropském trhu. Na Ukrajině se v současné době pěstuje asi 800 tis. ha RR sóji a okolo 50 tis. ha různých linií GM kukuřice. Je pravděpodobné, že se pěstuje i RR cukrovka a RR nebo LL řepka. Celá tato obrovská rozloha GM plodin se pěstuje nelegálně. Nízká úroveň vymahatelnosti práva spolu s korupčním prostředím umožnila nelegální dovoz osiv z USA a Kanady a jejich následnou reprodukci na Ukrajině. Nelegální pěstování tady začalo pravděpodobně už v roce 2003 a velmi rychle expandovalo až do současných téměř 900 tis. ha (toto je neoficiální odhad, se kterým v současnosti počítá i ukrajinská vláda). Docházelo k velmi bizarním situacím. Na jedné straně se GM plodiny pěstovaly na statisících hektarů, na straně druhé schválila ukrajinská vláda nej přísnější zákony o označování GM produktů. Bylo zavedeno povinné negativní značení široké škály produktů, včetně všech potravin. To znamená, že v produktech je povinné označovat nepřítomnost. Toto bylo nutné dokázat pomocí analýz (obrovsky výdělečný business pro vybrané laboratoře), a tak se na ukrajinském trhu objevila minerální voda, stolní sůl a dokonce i boty označené „bez GMO“. V současné době bylo toto nařízení zrušeno a Ukrajina používá stejný způsob označování produktů s GM příměsí jako EU (hranice je 0,9%). Protože Ukrajina připravila komplex zákonů a nařízení o registraci GMO a jejich zavádění na trh, nemůže už nad nelegálním pěstováním zavírat oči a připravuje řešení, jak nelegálně pěstované GM plodiny povolit. Objevuje se velký tlak ze strany ukrajinských farmářů, kteří se nechtějí vrátit k pěstování konvenční sóji a kukuřice. Proto je pravděpodobné, že Ukrajina v průběhu příštích několika let oficiálně povolí pěstování GM plodin na svém území. Nebude to lehký proces, ukrajinská ministerstva si konkurují, místo aby spolupracovala, a různé osobní zájmy mohou zavedení GM plodin hodně ztížit (Velčev, 2012).

Rusko

Na ruském trhu se GM plodiny vyskytují už v 90 letech. Rusko v roce 2005 schválilo prodej výrobků, které obsahují geneticky modifikované plodiny: brambory (2 druhy), kukuřice (5 odrůd), sója (3 druhy), rýže a cukrová řepa (2 odrůdy). Od roku 2007 v Rusku platí zákon „O ochraně a právech spotřebitelů“. Tento zákon musí dodržovat všichni podnikatelé, kteří vyrábějí potraviny obsahující geneticky modifikované organismy. Pokud potraviny obsahující méně než 0,9% nemusí být označeny (Ermaková, 2010). Společnost Monsanto dostala v Rusku povolení k použití těchto GM plodin v potravinách: sója 40-3-2(odolnost vůči herbicidu Roundup), kukuřice GA 21(odolnost vůči herbicidu Roundup), kukuřice NK 603(odolnost vůči herbicidu Roundup), kukuřice MON 810 (odolná vůči zavíječi kukuřičnému), kukuřice MON 863, brambory Superior NyuLif. K výrobě krmiv pro zvířata jsou povoleny tyto GM plodiny: sója 40-3-2, kukuřice GA 21, kukuřice NK 603, kukuřice MON 810 a MON 863.

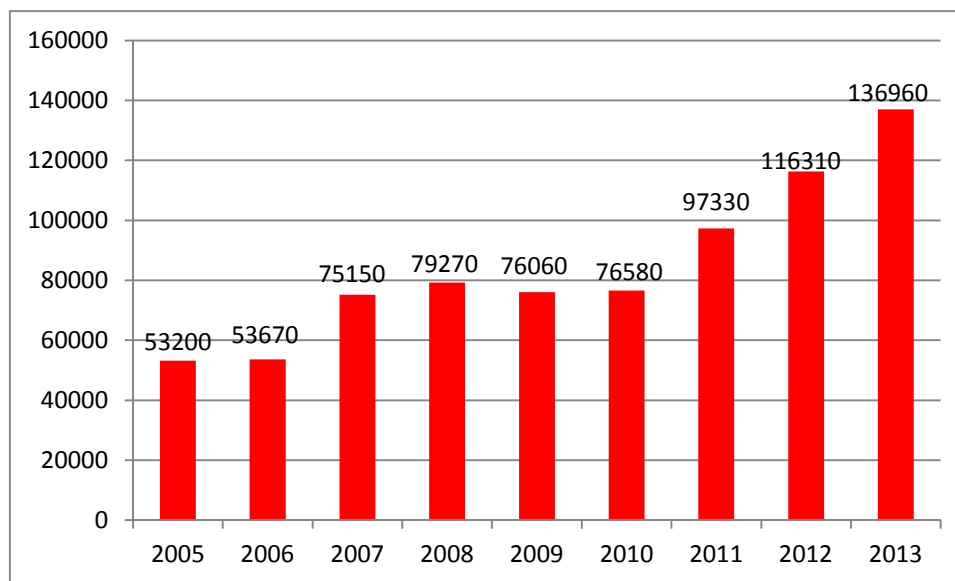
Rusko dosud nevydalo jediné povolení pro komerční pěstování geneticky modifikovaných plodin. Všechna krmiva, obsahující geneticky modifikované organismy jsou na ruský trh dovezena ze zahraničí. Nejvíce se dováží GM sója. GM sója se používá v desítkách produktů: mléko a mléčné výrobky, sušenky. Dle Ponomarové (2009), ruští spotřebitelé jsou uváděni v omyl, když kupují výrobky „Bez GMO“, jelikož to není vždy pravda. Postoj Rusů k - GM plodinám je spíše záporný. Z tohoto důvodu nebylo vydáno povolení pro jejich pěstování.

3.3 Vývoj ploch geneticky modifikovaných plodin v Evropské unii a postoje autorů

Španělsko

V Evropské unii se začala pěstovat geneticky modifikovaná kukuřice v roce 2005. Španělsko je lídrem EU s největším počtem hektarů Bt kukuřice. Bt kukuřice MON 810 je geneticky modifikovaná odrůda (GM), odolná vůči zavíječi kukuřičnému. To je hmyz, který napadá rostliny kukuřice a způsobuje ztráty až 30% z celkového výnosu plodiny. Oblastí, ve které je tento škodlivý organismus nejaktivnější je údolí řeky EBRO, Španělsko. Kukuřice MON 810 obsahuje přírodní půdní protein zvaný *Bacillus thuringiensis*. Tato bakterie škodí pouze zavíječi kukuřičnému a nemá žádný vliv na ostatní hmyz. Dle, Stratilové (2014) byla v roce 2013 Bt kukuřice pěstovaná na ploše 148 tis. ha v 5 členských státech EU (Španělsko, Portugalsko, Česká republika, Rumunsko a Slovensko). V roce 2013 Španělsko dosáhlo historický rekord 136 960 pěstovaných hektarů.

Graf 5. Vývoj ploch Bt kukuřice ve Španělsku (2005-2013)



Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

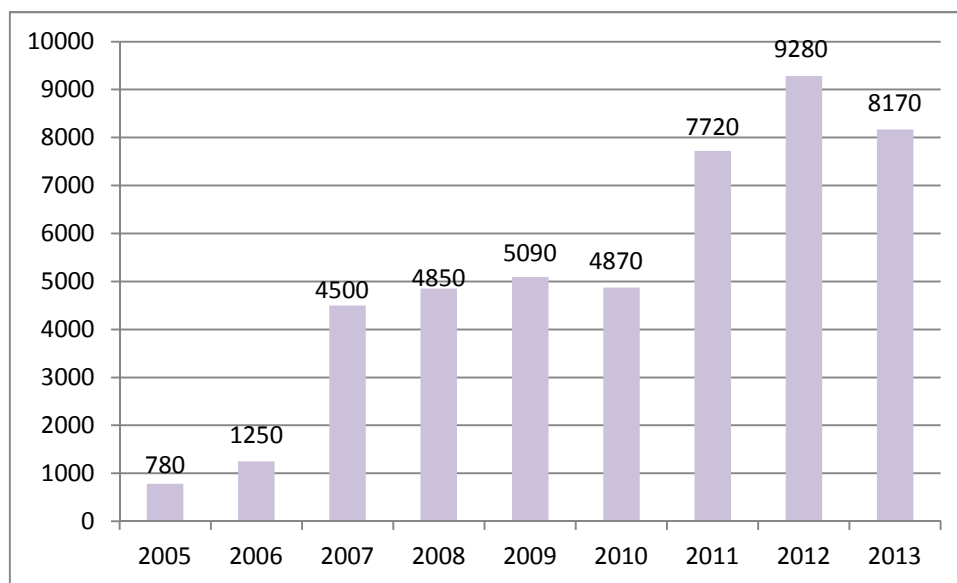
Dle, Benitez, Ines, (2010) se převážná část GM kukuřice používá k výrobě krmiva pro zvířata. Krmiva pro zvířata prodávaná ve Španělsku jsou směsí transgenní a konvenční kukuřice, což představuje porušení práv pěstitelů skotu, kteří chtějí pro svůj dobytek non-GMO krmivo.

Dle, Gil, Jose Maria (2008) ve Španělsku za prudkým růstem osevních ploch Bt kukuřice stojí také kladný postoj spotřebitelů a pěstitelů.

Portugalsko

Největšími pěstiteli geneticky modifikované kukuřice Evropské unie jsou Španělsko a Portugalsko. V těchto zemích byla kukuřice MON810 schválena v roce 1998. (GMO Compass, 2013). Narůst osevních ploch v Portugalsku mezi roky 2005 - 2013 je o 1047,4%

Graf 6. Vývoj ploch Bt kukuřice v Portugalsku (2005-2013)

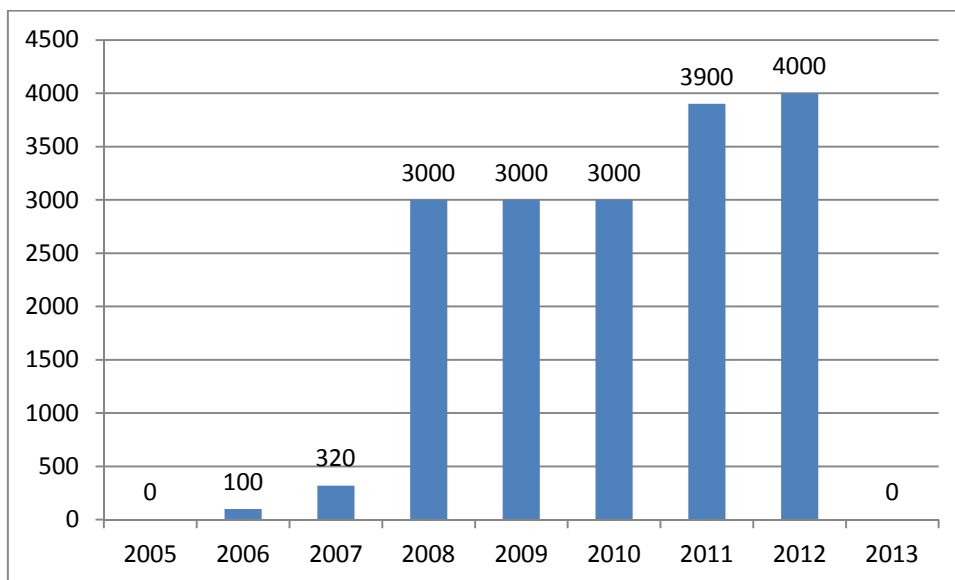


Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

Polsko

Dle Evropského sdružení výrobců krmiv (FEFAC) je 85 % krmných směsí vyrobených v EU označeno jako GM materiál. EU je odkázána na dovoz sóji a kukuřice z Argentiny a Brazílie, které patří k významným producentům GM sóji. Největšími odpůrci GM potravin v Evropě jsou Francie a Německo. Mezi další země, které se k zákazu připojily, patří Rakousko, Řecko, Maďarsko a Lucembursko a od počátku roku 2013 také Polsko. Polsko zákazem pěstování GM plodin udělalo významný krok dozadu. Polská vláda zakázala významnou zemědělskou technologii z čistě politických důvodů bez jakéhokoli vědeckého odůvodnění (Warzecha, 2013).

Graf 7. Vývoj ploch Bt kukuřice v Polsku (2005-2013)

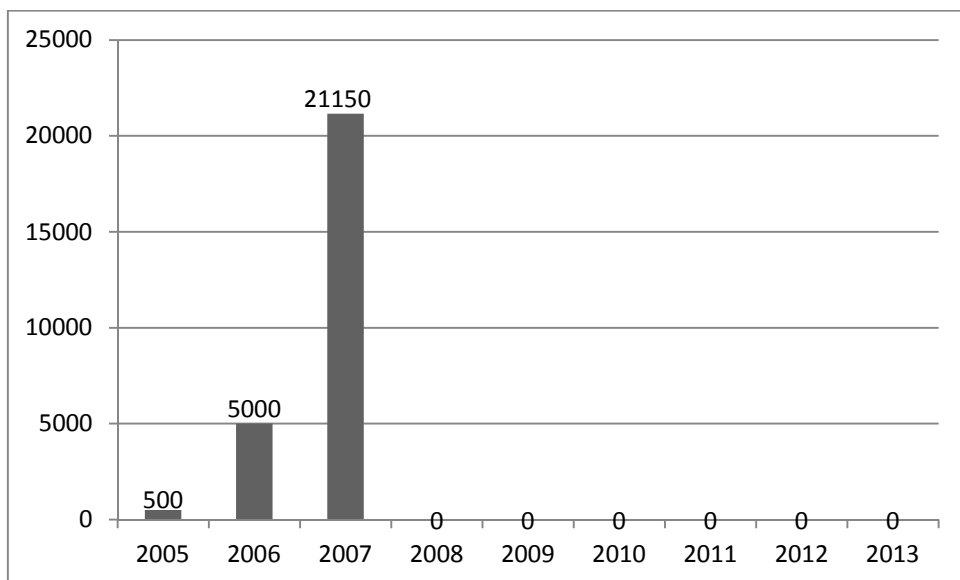


Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

Francie

Francie byla do roku 2007 druhým největším pěstitelem GM kukuřice v Evropské unii na ploše o rozloze 21 150 ha. Roku 2008 Francie zakázala z důvodu ohrožení přírody pěstovat kukuřici MON 810. V roce 2007 prohlásilo 400 farmářů, že by měli mít možnost se svobodně rozhodnout, zda pěstovat či nepěstovat schválené GM plodiny. EFSA odmítla francouzské požadavky na zákaz pěstování kukuřice Bt11 a označila předchozí zákaz kukuřice MON 810 za neoprávněný (Štěpanková, 2012).

Graf 8. Vývoj ploch Bt kukuřice ve Francii (2005-2013)



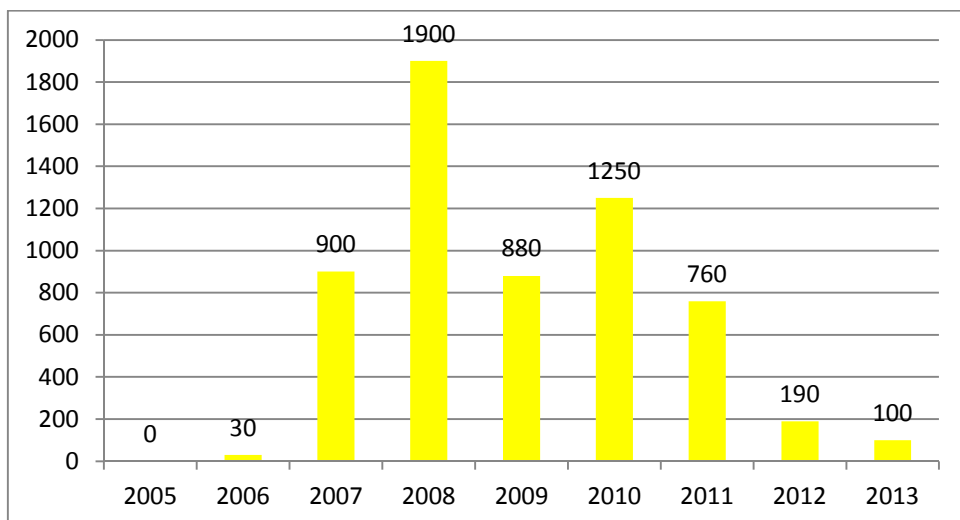
Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

Slovensko

Geneticky modifikované plodiny se na Slovensku pěstují pro komerční účely od roku 2006. Geneticky modifikovaná kukuřice MON 810 od společnosti Monsanto se pěstuje v Trnavském a Košickém kraji. V roce 2014 činila celková plocha osetá geneticky modifikovanou kukuřicí MON 810 411 ha., v roce 2013 celková výměra této kukuřice byla jen 100 ha. Kukuřice se pěstuje v okrese Piešťany, Sobrance, Humenné (Mpsr, 2014).

Dle Horvath (2013), jsou pěstitelé GM plodin povinni zachovat odstup 200 metrů od pěstitelů konvenčních plodin a 300 metrů od pěstitelů ekologického zemědělství. Na Slovensku je pěstování GM kukuřice na ústupu stejně jako ve většině států EU.

Graf 9. Vývoj ploch Bt kukuřice na Slovensku (2005-2013)

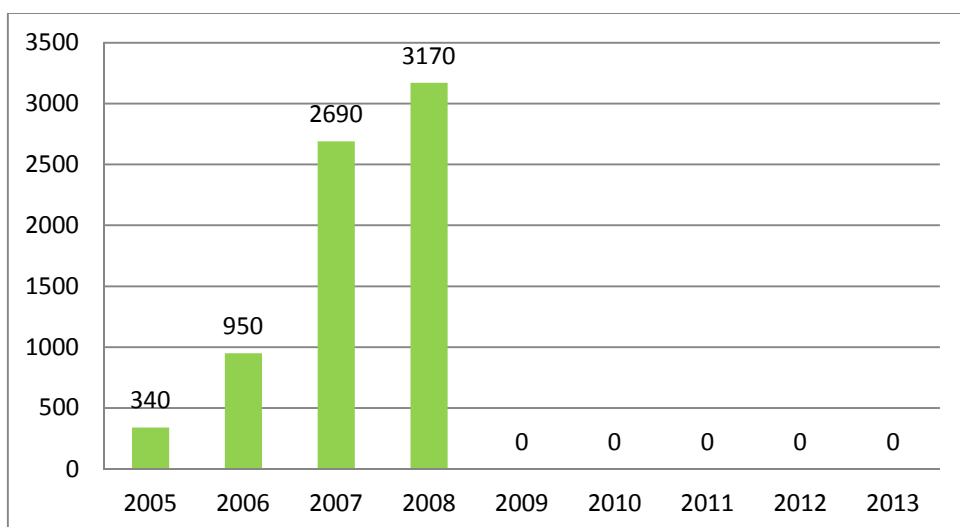


Zdroj: Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, 2013

Německo

Kukuřice firmy Monsanto MON 810 byla zakázána roku 2009, osevní plocha této plodiny v roce 2008 činila 3170 ha., což představuje 0,15% z celkové výměry kukuřice 2 mil. ha (Houben, 2014). V roce 2010 bylo povoleno pěstování geneticky modifikovaných brambor Amflora. Brambory Amflora byly vysazeny na 15 akrech, v roce 2011 jen na 2 akrech. V Německu, stejně jako ve většině zemi Evropské unie, jsou pole označeny „GM-free“ (GMO Compass, 2009).

Graf 10. Vývoj ploch Bt kukuřice v Německu (2005-2013)

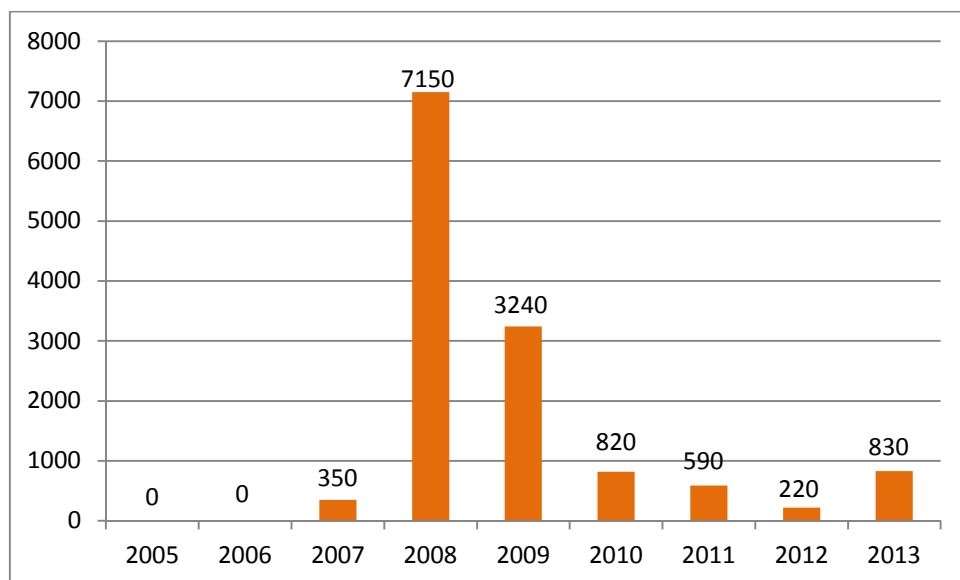


Zdroj: www.transgen.de, 2013.

Rumunsko

Rumunsko patří mezi 5 států, které pěstují GM kukuřici. V roce 2013 zde dosáhla plocha osetá Bt kukuřicí 830 ha., a v roce 2012 tato plocha činila pouhých 220 ha (Clive, 2013).

Graf 11. Vývoj ploch Bt kukuřice v Rumunsku (2005-2013)



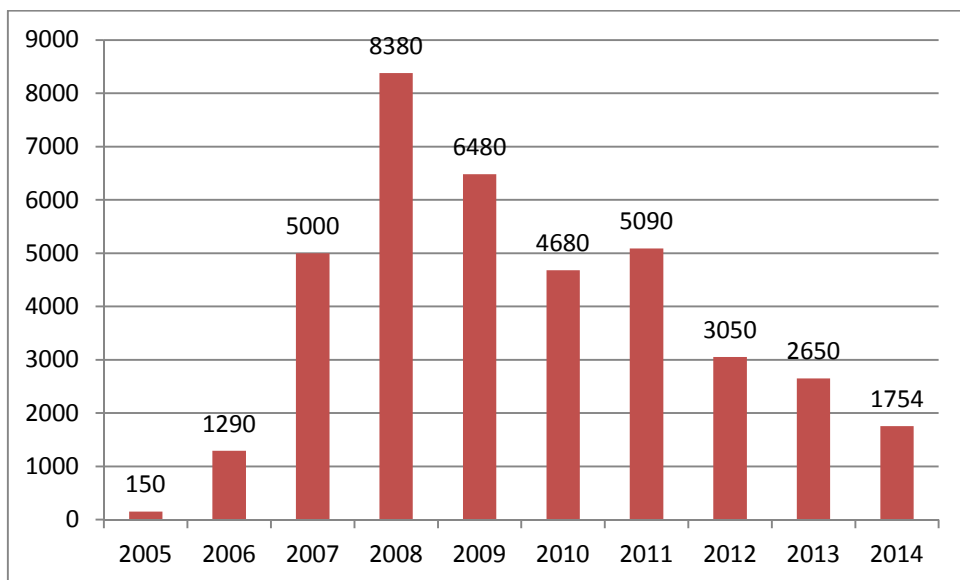
Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

3.4 Situace v České republice

V České republice se výzkumem geneticky modifikovaných rostlin zabývá několik institucí. Od konce 90. let probíhají polní pokusy s různými geneticky modifikovanými plodinami. Komerčně se geneticky modifikovaná kukuřice MON 810 (odolná vůči zavíječi kukuřičnému) začala pěstovat v roce 2005, kdy osetá plocha činila 270 ha. V roce 2006 se plocha s Bt kukuřicí rozšířila na 1290 ha (Čeřovská, 2007). Plodina se v ČR používá jako krmivo pro hospodářská zvířata či jako surovina k výrobě bioethanolu a bioplynu, nikoli k potravinářským účelům. Je jedinou geneticky modifikovanou plodinou, která se v současnosti v EU může pěstovat. V roce 2010 začal v Česku a několika dalších zemích EU německý koncern BASF pěstovat geneticky modifikované brambory odrůdy Amflora, roku 2012 - je biotechnologická firma stáhla z trhu z důvodu negativní atmosféry vůči GMO v EU. V roce 2013 bylo navíc povolení pro pěstování geneticky modifikovaných brambor Amflora kvůli procesní chybě při schvalování anulováno (Mze, 2014).

K hlavním přednostem pěstování Bt kukuřice patří efekty spojené s absencí zavíječe kukuřičného v porostu- menší ztráty, a tím i vyšší výnosy produktu. Dle, Čeřovské (2007) má pěstování geneticky modifikované kukuřice kromě výhod svoje nevýhody, a to zejména z pohledu specifických pravidel, které je třeba při pěstování geneticky modifikovaných plodin dodržovat. Plochy geneticky modifikované kukuřice pěstované v Česku se meziročně snížily téměř o třetinu na 1754 ha. Hlavními důvody poklesu zájmu o pěstování GM kukuřice je administrativní zatížení, zvýšena cena osiva, odbyt a problémy s prodejem produktu. Tento pokles trvá v celé Evropské unii již několik let a vede až k úplnému zákazu (Německo, Francie, Polsko). Spolu s výměrou GM kukuřice se snižuje počet jejích pěstitelů (viz. Graf 12, 13)

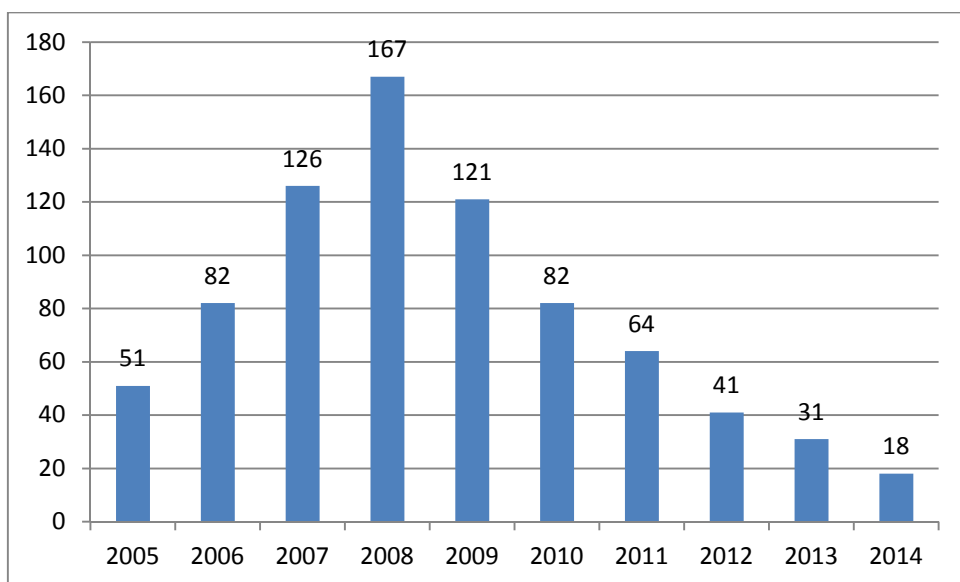
Graf 12. Vývoj ploch Bt kukuřice v České republice (2005-2013)



Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

Z grafu 12 je patrné, že - v roce 2005 plocha s Bt kukuřicí činila pouhých 150ha. Velký skok byl zaznamenán v roce 2008 až na 8380 ha, tedy nárůst o 5487 %. Od roku 2009 v ČR dochází k poklesu, až na 1754 ha v roce 2014, což je oproti roku 2008 pokles o 79 %.

Graf 13. Pěstitelé Bt kukuřice v České republice (2005-2013)



Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

Z grafu 13 je patrné, že v České republice v letech (2005-2008) počet pěstitelů roste, tento nárůst je o 227%. V roce 2009 dochází k poklesu pěstitelů geneticky modifikované kukuřice, pokles mezi roky (2008-2014) je o 89%.

4 Vlastní práce

4.1 Statistické metody a zdroje dat

Vlastní část mé práce se zabývá problematikou GMO v České republice, Evropské unii a ve světě (Spojené státy americké) včetně stanovení trendů vývoje ploch v těchto zemích. V České republice se geneticky modifikovaná kukuřice pro komerční účely začala pěstovat od roku 2005. Celá vlastní práce je řešena pomocí grafů (výstupy ze softwaru STATISTICA 10).

Pro prognózu pěstování GMO v následujících letech (2014-2016) je použita metoda proložení daných časových řad pomocí trendových funkcí. Pro časové řady ve všech sledovaných zemích byl otestován lineární a kvadratický trend.

Kromě modelu lineární regrese existují také další regresní modely, které mohou v některých případech předpovídat vysvětlovanou proměnnou lépe než lineární model. Mezi nejčastěji používané regresní funkce patří:

- a. Lineární funkce $T_t = a + bt$
- b. Kvadratická funkce $T_t = a + bt + ct^2$
- c. Logaritmická funkce $T_t = a + b \log t$ (viz. Kapitola 2.2 Metodika)

Pro určení optimální trendové funkce byla použita dvě hlavní kritéria:

- 1) Grafické posouzení tvaru bodů, reprezentujících daný vývoj.
- 2) Použití koeficientu determinace R^2 . Koeficient determinace R^2 říká, z kolika procent je vysvětlovaná proměnná y (GM v ha) vysvětlena pomocí vysvětlující proměnné x (časová proměnná t). Čím je koeficient determinace R^2 vyšší, tím je model lepší.

Pokud by však měl lineární trend koeficient determinace R^2 jen o málo nižší než některý z nelineárních trendů, dává se přednost trendu lineárnímu t z důvodu zjednodušení prognózy. Jednoduchá lineární regrese je spočítána pomocí programu STATISTICA 10 Software.

Samotná prognóza následujících tří let (2014-2016) byla provedena dosazením časové proměnné t do výsledné trendové funkce. Pro předpověď vývoje ploch Bt kukuřice bylo vybráno 5 států Evropské Unie (Česká republika, Španělsko, Portugalsko, Rumunsko,

Slovensko), a Spojené státy americké. Pro následnou analýzu trendů byla využita data z tabulek 1), 2) a 3).

Tabulka 1. Vývoj osevních ploch Bt kukuřice a počet pěstitelů v ČR (2005-2014)

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Plocha (ha)	150	1290	5000	8380	6480	4680	5090	3050	2650	1754
Počet pěstitelů	51	82	126	167	121	82	64	41	31	18

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2014

Dle Tabulky 1. v České republice od roku 2005 roste počet pěstitelů i velikost osevních ploch Bt kukuřice. V roce 2008 se Bt kukuřice pěstuje až na 8380 ha. Od roku 2009 množství pěstitelů i velikost osevních ploch pozvolna klesá.

Tabulka 2. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii (2005-2013)

Vývoj ploch GM kukuřice v EU/ha	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Česka Republika	150	1290	5000	8380	6480	4680	5090	3050	2560
Španělsko	53200	53670	75150	79270	76060	76580	97330	116310	136960
Portugalsko	780	1250	4500	4850	5090	4870	7720	9280	8170
Rumunsko	0	0	350	7150	3240	820	590	220	830
Slovensko	0	30	900	1900	880	1250	760	190	100
Francie	500	5000	21150	0	0	0	0	0	0
Německo	340	950	2690	3170	0	0	0	0	0
Polsko	0	100	320	3000	3000	3000	3900	4000	0

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013

Z Tabulky 2. je od roku 2005 patrný růst pěstování geneticky modifikované kukuřice ve všech sledovaných zemích. V České republice a na Slovensku se od roku 2008 velikost ploch snižuje, zatímco ve Španělsku a Portugalsku roste. V Rumunsku se počet hektarů s GM kukuřicí od roku 2009 rapidně snížil, avšak v posledním roce 2013 mírně roste.

Tabulka 3. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v USA (2005-2013)

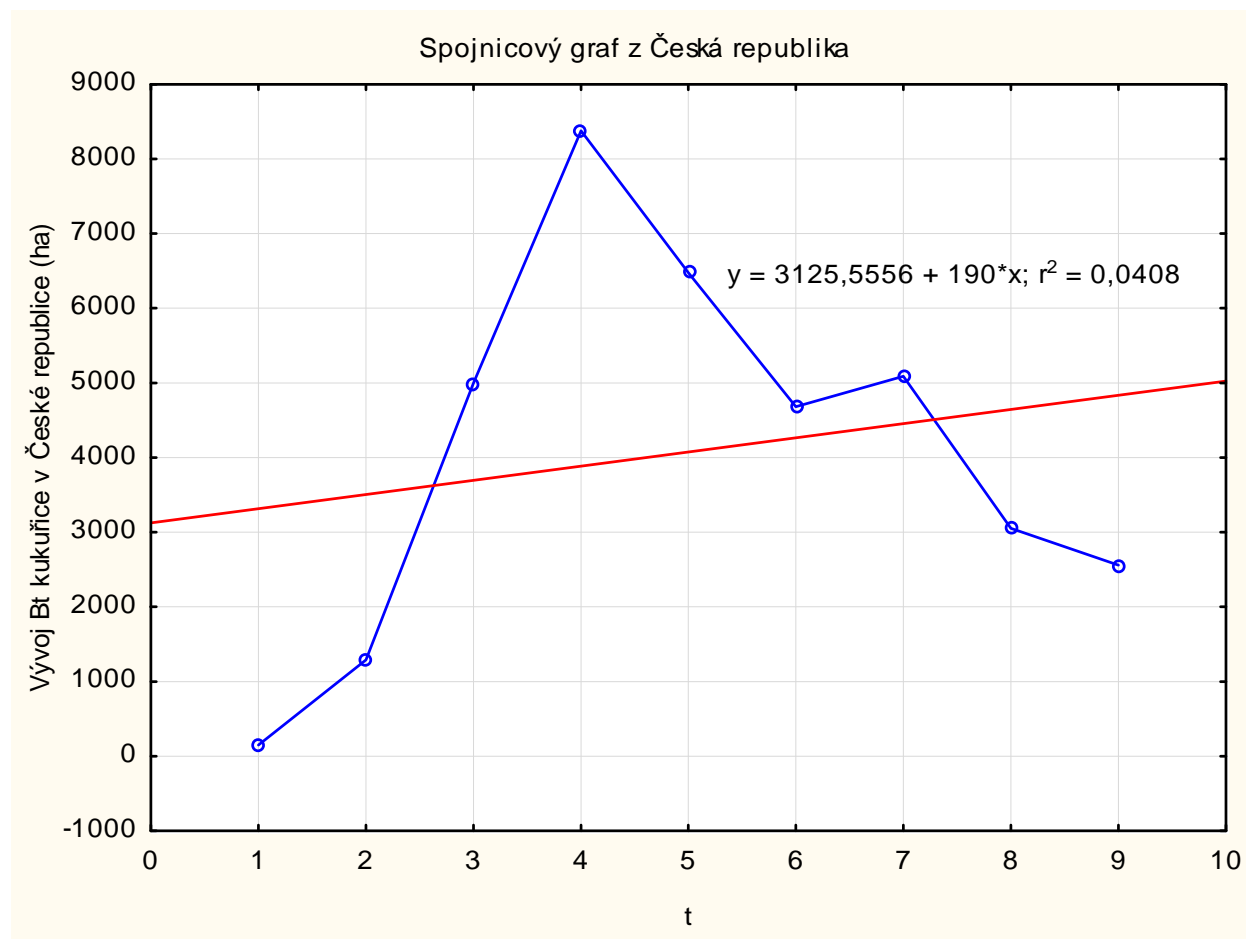
Vývoj ploch GM kukuřice v USA mil. ha	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
USA	21	23,08	26,23	28,2	29,9	30,2	33,9	34,1	34,8

Zdroj: U.S. Dept of Agriculture (NASS), 2013

V USA dle Tabulky 3. velikost ploch, kde je pěstována GM kukuřice, stále mírně roste. Tento nárůst je o 65,7%

4.2 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v České republice

Graf 14. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v České republice (2005-2013)- lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, software STATISTICA 10

Tabulka 4. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice

Výsledky regrese se závislou proměnnou : Česká republika (Data)					
R= ,20201220 R2= ,04080893 Upravené R2= ----					
F(1,7)=,29782 p<,60220 Směrod. chyba odhadu : 2696,8					
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.	
Abs. člen	3125,556	1959,209	1,595315	0,154672	
t	190,000	348,161	0,545725	0,602204	

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,60220, tedy větší než 5%. Model je tedy statisticky nevýznamný a nevhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 3125,556 + 190x$. Koeficient determinace je $R^2 = 4,08\%$.

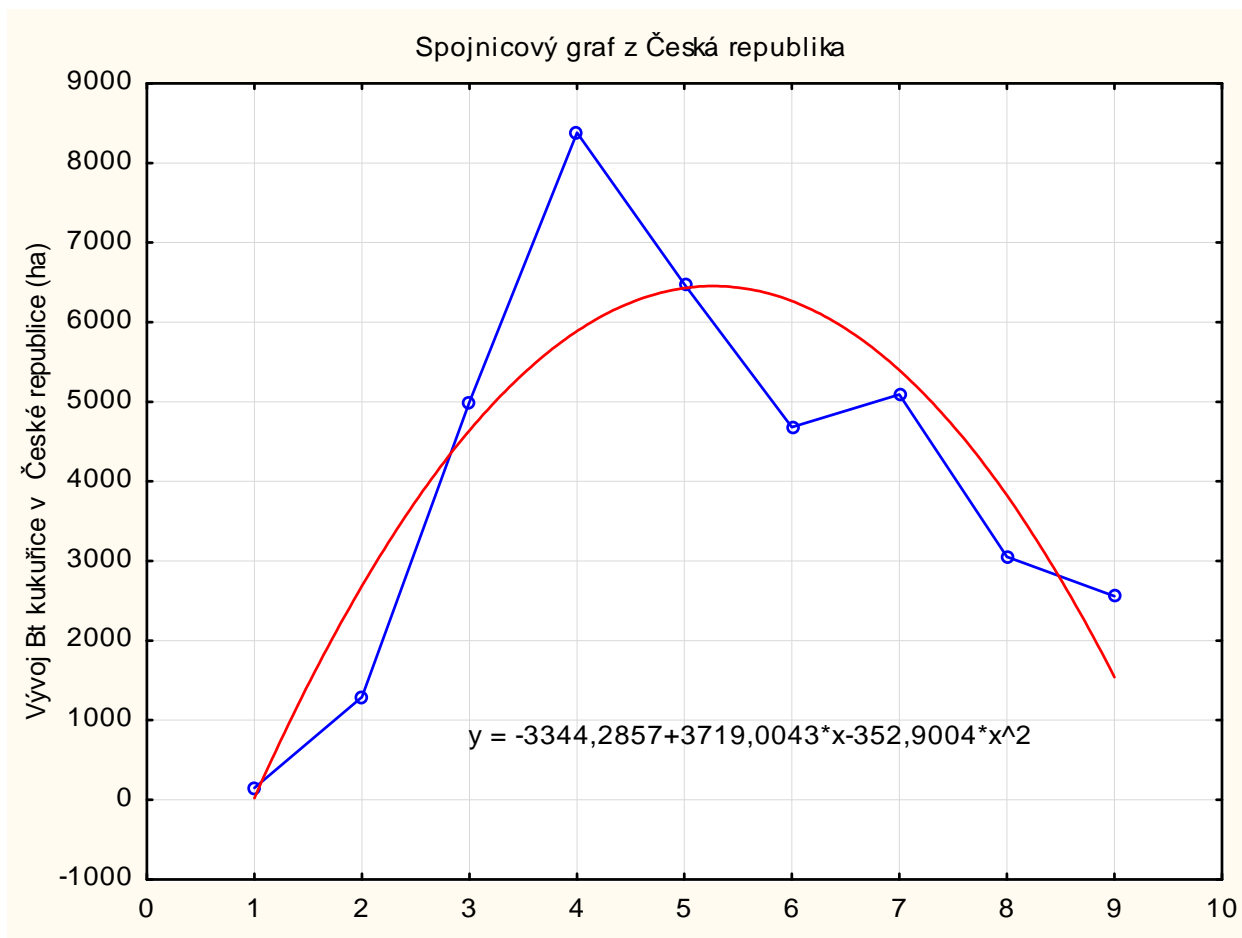
Tabulka 5. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016

Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Česká republika		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	190,0000	12,00000	2280,00
Abs. člen			3125,56
Předpověď			5405,56
-95,0%LS			-736,86
+95,0%LS			11547,97

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Předpověď vývoje velikosti plochy GM kukuřice v České republice pro rok 2016 je 5 405,56 ha. Pro tuto předpověď na následující 3 roky je interval spolehlivosti 95 % (-736,86; 11 547,97). S 95 % jistotou tedy můžeme očekávat, že výsledné množství pěstované GM kukuřice bude v tomto intervalu. Pro Českou Republiku byl vybrán lineární tvar regrese kde koeficient determinace $R^2 = 4,08\%$, (graf 14). Byl použit také nelineární tvar regrese kde koeficient determinace $R^2 = 76,34\%$ (graf 15), lepší model, ale testované plochy GM kukuřice nemohou být záporné, a proto bylo zvoleno ještě jiné testování a to tzv. Pseudoprognoza (zkrácena časová řada).

Graf 15. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v České republice (2005-2013) - kvadratický trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, software STATISTICA 10

Tabulka 6. Kvadratická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice

Výsledky regrese se závislou proměnnou : Česká republika (Data)				
R= ,87378404 R2= ,76349856 Upravené R2= ,68466474				
F(2,6)=9,6849 p<,01323 Směrod. chyba odhadu : 1446,4				
N=9	b	Sm.chyba z b	t(6)	p-hodn.
Abs.člen	-3344,29	1840,444	-1,81711	0,119097
t	3719,00	845,060	4,40087	0,004564
V2**2	-352,90	82,417	-4,28188	0,005195

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Tabulka 7. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016

Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Česká republika		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	3719,004	12,0000	44628,1
V2**2	-352,900	144,0000	-50817,7
Abs. člen			-3344,3
Předpověď			-9533,9
-95,0%LS			-18726,6
+95,0%LS			-341,2

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

*Použitím kvadratické funkce vyšla předpovězená hodnota na rok 2016 = -9 533,9 ha.

Zvážíme tedy ještě použití jiného trendu – hyperbolické funkce.

Vhodnost nahrazení kvadratické funkce funkcí hyperbolickou posoudíme pomocí pseudoprognozy.

Pseudoprognoza

V rámci provedení pseudoprognozy byla časová řada pro Českou republiku zkrácena z původní délky 9 let (2005-2013) o jeden rok na délku 8 let (2005-2012). Z této zkrácené časové řady byla provedena pseudoprognoza na rok 2013 pro hyperbolickou i kvadratickou funkci.

Hyperbolická funkce

Tabulka 8. Hyperbolická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice

N=8	Výsledky regrese se závislou proměnnou : Česká republika-do2012 (Data) R= ,69721696 R2= ,48611148 Upravené R2= ,40046340 F(1,6)=5,6757 p<,05459 Směrod. chyba odhadu : 2079,6					
	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(6)	p-hodn.
Abs. člen			6430,57	1169,124	5,50033	0,001514
1/V2	-0,697217	0,292657	-6374,34	2675,629	-2,38237	0,054591

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Tabulka 9. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016

Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Česká republika-do2012		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
1/V2	-6374,34	0,111111	-708,260
Abs. člen			6430,567
Předpověď			5722,308
-95,0%LS			3382,009
+95,0%LS			8062,607

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Předpovězena hodnota velikosti ploch GM kukuřice vyšla 5 722,308 ha. Reálná hodnota v roce 2013 je pro srovnání 2 560 ha. Míra odchylky byla změřena pomocí relativní chyby prognózy

$$r = \frac{P - S}{S} \cdot 100 (\%)$$

$$r = \frac{5722,308 - 2560}{2560} \cdot 100 (\%) = 123,52 \%$$

Parabolická funkce

Tabulka 10. Parabolická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice

N=8	Výsledky regrese se závislou proměnnou : Česká republika-do2012 (Data) R= ,90104950 R2= ,81189021 Upravené R2= ,73664629 F(2,5)=10,790 p<,01535 Směrod. chyba odhadu : 1378,3					
	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(5)	p-hodn.
Abs. člen			-4344,29	1922,887	-2,25925	0,073421
t	4,03857	0,894129	4428,10	980,369	4,51677	0,006302
V2**2	-3,73179	0,894129	-443,81	106,336	-4,17366	0,008708

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Tabulka 11. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku

Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Česká republika-do2012		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	4428,095	9,00000	39852,9
V2**2	-443,810	81,00000	-35948,6
Abs. člen			-4344,3
Předpověď			-440,0
-95,0%LS			-5382,9
+95,0%LS			4502,9

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Ze zkrácené časové řady byla provedena pseudoprognoza na rok 2013 i pro kvadratickou závislost. Předpovězená hodnota velikosti ploch GM kukuřice vyšla -440 ha, tedy záporně. V případě prognózy plochy geneticky modifikovaných plodin je tato hodnota nereálná.

Přes poměrně velkou relativní chybu prognózy u hyperbolické funkce (123,52%) použijeme pro finální prognózu na rok 2016 hyperbolickou funkci vypočtenou již pro celou délku časové řady 9 let (2005-2016).

Tabulka 12. Hyperbolická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice

N=9	Výsledky regrese se závislou proměnnou : Česká republika (Data) R= ,59633450 R2= ,35561484 Upravené R2= ,26355982 F(1,7)=3,8631 p<,09009 Směrod. chyba odhadu : 2210,4					
	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.
Abs.člen			5768,69	1133,562	5,08899	0,001417
1/V2	-0,596335	0,303406	-5386,48	2740,557	-1,96547	0,090091

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

T=12, 2016

Tabulka 13. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016

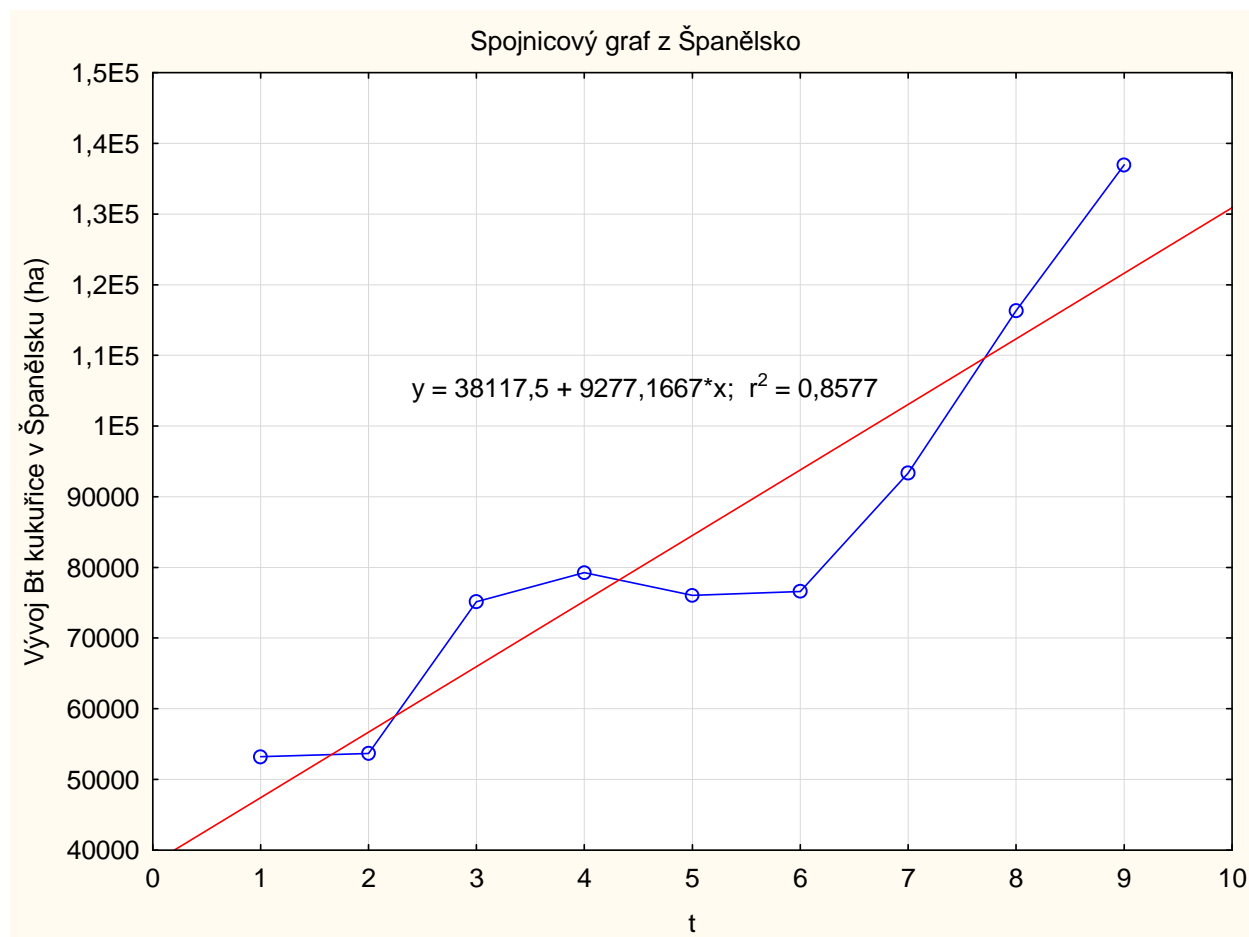
Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Česká republika		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
1/V2	-5386,48	0,083333	-448,871
Abs. člen			5768,687
Předpověď			5319,815
-95,0%LS			3022,780
+95,0%LS			7616,851

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Výsledná prognóza velikosti ploch pěstované GM kukuřice v České republice pro rok 2016 je tedy 5 319 ha. Česká republika patří k státům, které mají odmítavý postoj ke GM plodinám. Za negativní postoj může hlavně špatný odbyt GM plodin, zdlouhavý proces registrace, cena osiva a vysoké vstupní náklady (Čeřovská, 2007). S 95 % jistotou tedy můžeme očekávat, že v roce 2016 výsledné množství pěstovaného GM bude v tomto intervalu (3 022,780; 7 616,851).

4.3 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice ve Španělsku

Graf 16. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice ve Španělsku (2005-2013) - lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, software STATISTICA 10

Tabulka 14. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice ve Španělsku

Výsledky regrese se závislou proměnnou : Španělsko (Data)				
R= ,92611196 R2= ,85768337 Upravené R2= ,83735242				
F(1,7)=42,186 p<,00034 Směrod. chyba odhadu : 11064,				
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.
Abs. člen	38117,50	8037,701	4,742339	0,002102
t	9277,17	1428,337	6,495083	0,000336

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,00034, tedy menší než 5%. Model je tedy statisticky významný a vhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 38117,50 + 9277,17x$. Koeficient determinace je $R^2 = 85,76\%$.

Tabulka 15. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Španělsko na rok 2016

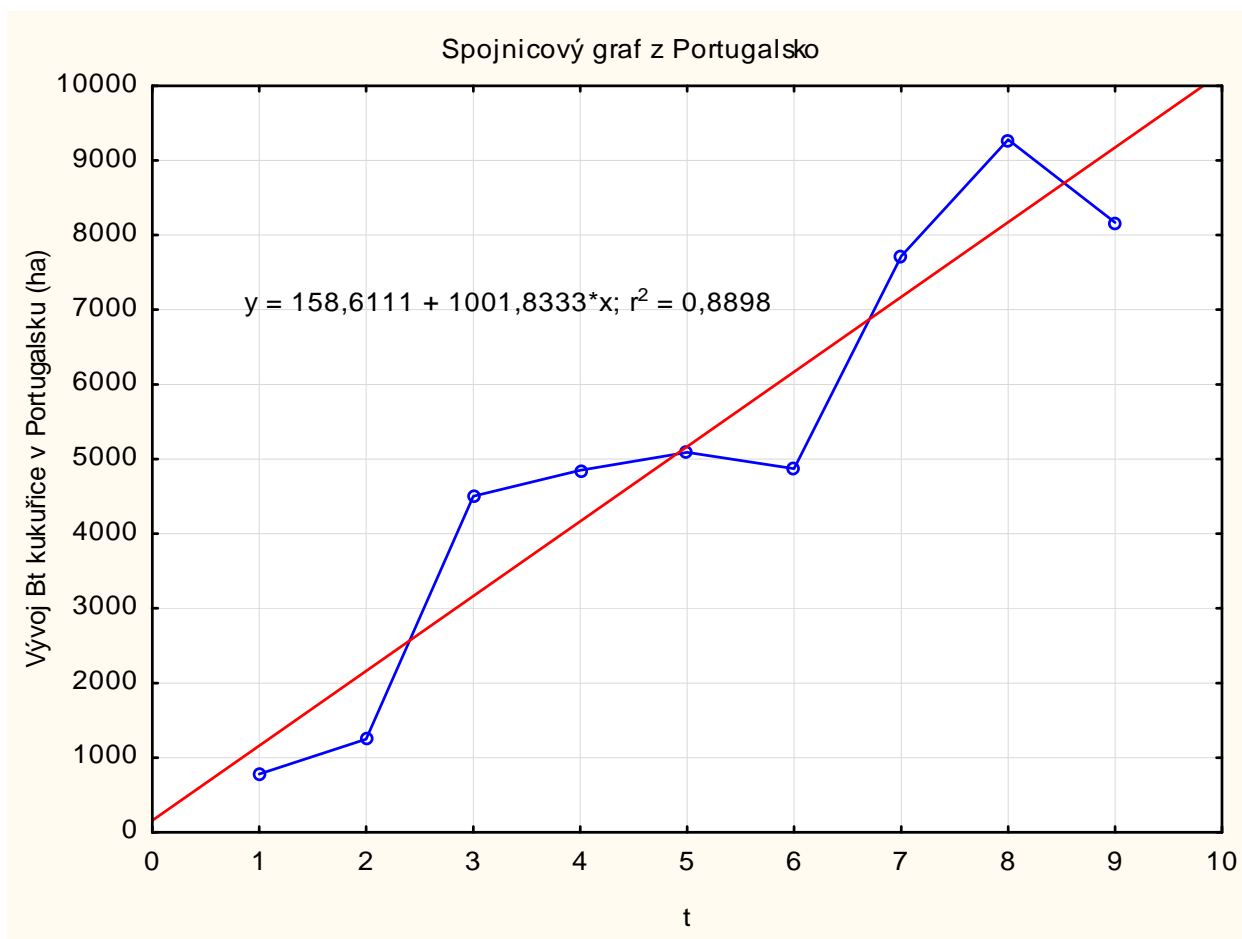
Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Španělsko		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	9277,167	12,00000	111326,0
Abs. člen			38117,5
Předpověď			149443,5
-95,0%LS			124244,1
+95,0%LS			174642,9

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Předpověď vývoje velikosti plochy GM kukuřice pro rok 2016 ve Španělsku je 149 443,5 ha. Interval spolehlivosti (95 %) pro tuto předpověď na 3 roky do budoucna je (124 244,1; 174 642,9). Za prudkým růstem ploch GM kukuřice v Španělsku stojí kladný postoj zemědělců k těmto plodinám, snadný odbyt GM kukuřice, vysoký hektarový vynos (Gil, Jose Maria, 2008). Lze tedy očekávat zvětšování ploch GM kukuřice do budoucna.

4.4 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v Portugalsku

Graf 17. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Portugalsku (2005-2013) - lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, software STATISTICA 10

Tabulka 16. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v Portugalsku

Výsledky regrese se závislou proměnnou : Portugalsko (Data)				
R= ,94327539 R2= ,88976846 Upravené R2= ,87402110				
F(1,7)=56,503 p<,00014 Směrod. chyba odhadu : 1032,4				
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.
Abs. člen	158,611	750,0014	0,211481	0,838537
t	1001,833	133,2787	7,516828	0,000135

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,00014, tedy menší než 5%. Model je tedy statisticky významný a vhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 158,611 + 1001,833x$. Koeficient determinace je $R^2 = 88,976\%$.

Tabulka 17. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Portugalsko na rok 2016

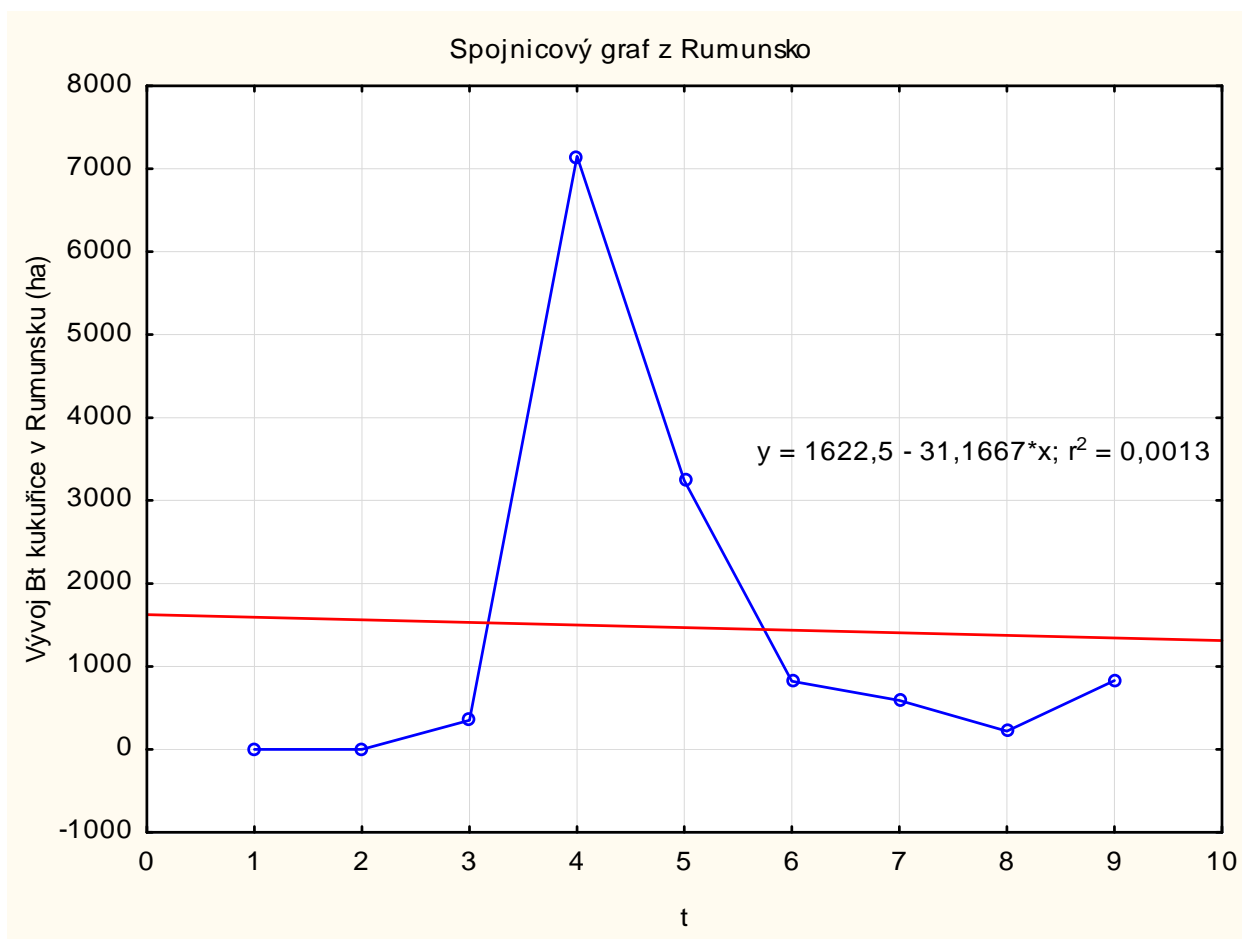
Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Portugalsko		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	1001,833	12,00000	12022,00
Abs. člen			158,61
Předpověď			12180,61
-95,0%LS			9829,24
+95,0%LS			14531,98

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Předpověď velikosti ploch pěstované GM kukuřice pro rok 2016 v Portugalsku je 12 180,61 ha. Interval spolehlivosti (95 %) pro tuto předpověď na 3 roky do budoucna je (9 829,61; 14 531,98). Portugalsko je ihned po Španělsku lídrem v pěstování GM kukuřice v Evropské unii. Za tento vývoj může kladný postoj zemědělců, snadný odbyt GM kukuřice, vysoký hektarový vynos. S 95 % jistotou tedy můžeme očekávat, že v roce 2016 výsledné množství pěstované GM kukuřice bude v tomto intervalu (9 829,61; 14 531,98).

4.5 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v Rumunsku

Graf 18. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Rumunsku (2005-2013) – lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, software STATISTICA 10

Tabulka 18. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v Rumunsku

Výsledky regrese se závislou proměnnou : Rumunsko (Data)				
R= ,03633690 R2= ,00132037 Upravené R2= ----				
F(1,7)=,00925 p<,92606 Směrod. chyba odhadu : 2509,5				
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.
Abs.člen	1622,500	1823,089	0,889973	0,403029
t	-31,167	323,971	-0,096202	0,926057

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,92606, tedy větší než 5%. Model je tedy statisticky nevýznamný a nevhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 1622,5 - 31,1667x$. Koeficient determinace je $R^2 = 0,13\%$.

Tabulka 19. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Rumunsko na rok 2016

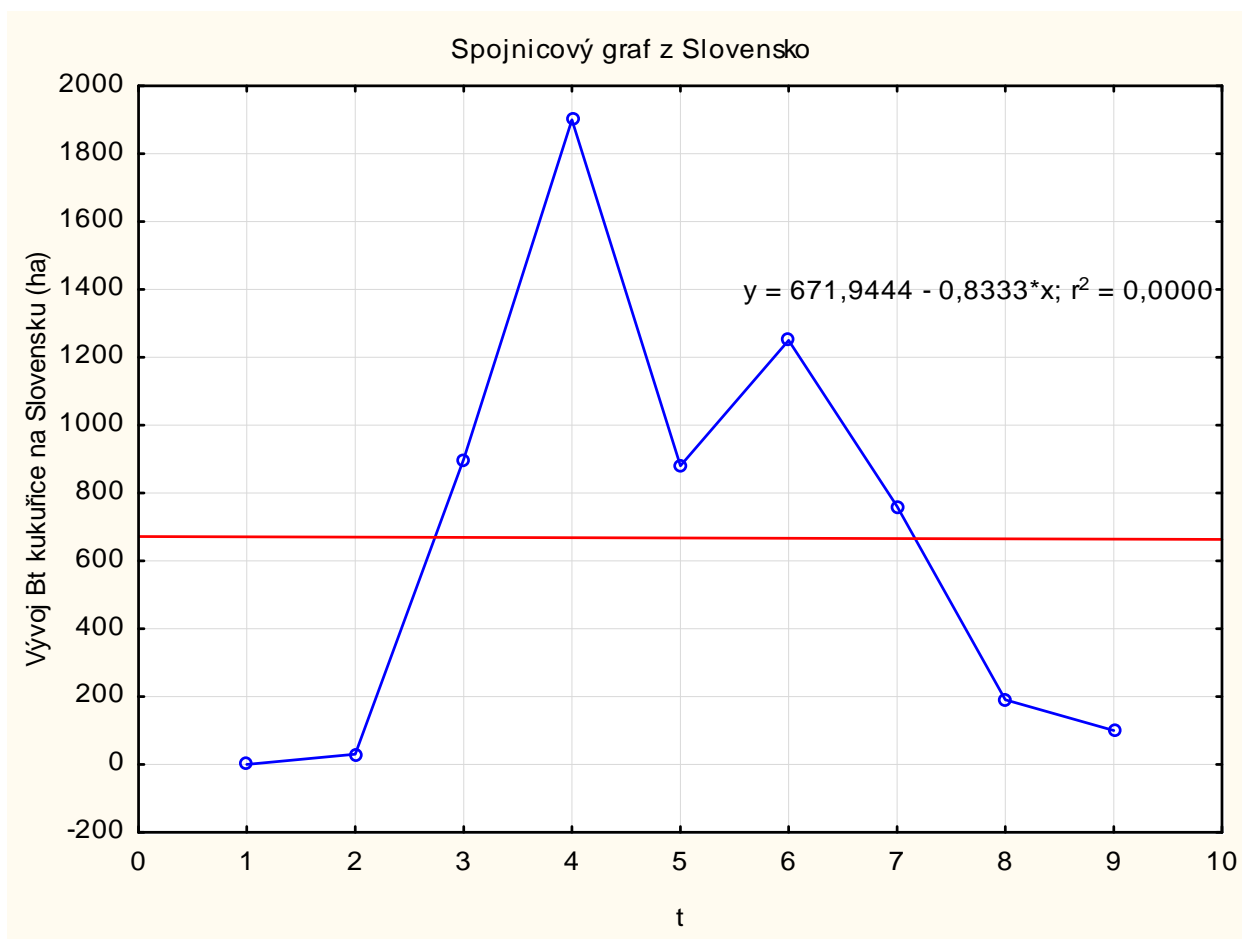
Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Rumunsko		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	-31,1667	12,00000	-374,00
Abs. člen			1622,50
Předpověď			1248,50
-95,0%LS			-4467,16
+95,0%LS			6964,16

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Předpověď velikosti ploch GM kukuřice pro rok 2016 v Rumunsku je 1 248,50 ha. Interval spolehlivosti (95 %) pro tuto předpověď na 3 roky do budoucna je (-4 467,16; 6 964,16).

4.6 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice na Slovensku

Graf 19. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice na Slovensku (2005-2013) – lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, 2013 software STATISTICA 10

Tabulka 20. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice na Slovensku

Výsledky regrese se závislou proměnnou : Slovensko (Data)					
R= ,00351721 R2= ,00001237 Upravené R2= ----					
F(1,7)=,00009 p<,99283 Směrod. chyba odhadu : 693,66					
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.	
Abs.člen	671,9444	503,9297	1,333409	0,224152	
t	-0,8333	89,5506	-0,009306	0,992835	

Zdroj: Vlastní práce autora, dle Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, 2013 software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,99283, tedy větší než 5%. Model je tedy statisticky nevýznamný a nevhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 671,9444 - 0,8333x$. Koeficient determinace je $R^2 = 0,0012\%$.

Tabulka 21. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Slovensko na rok 2016

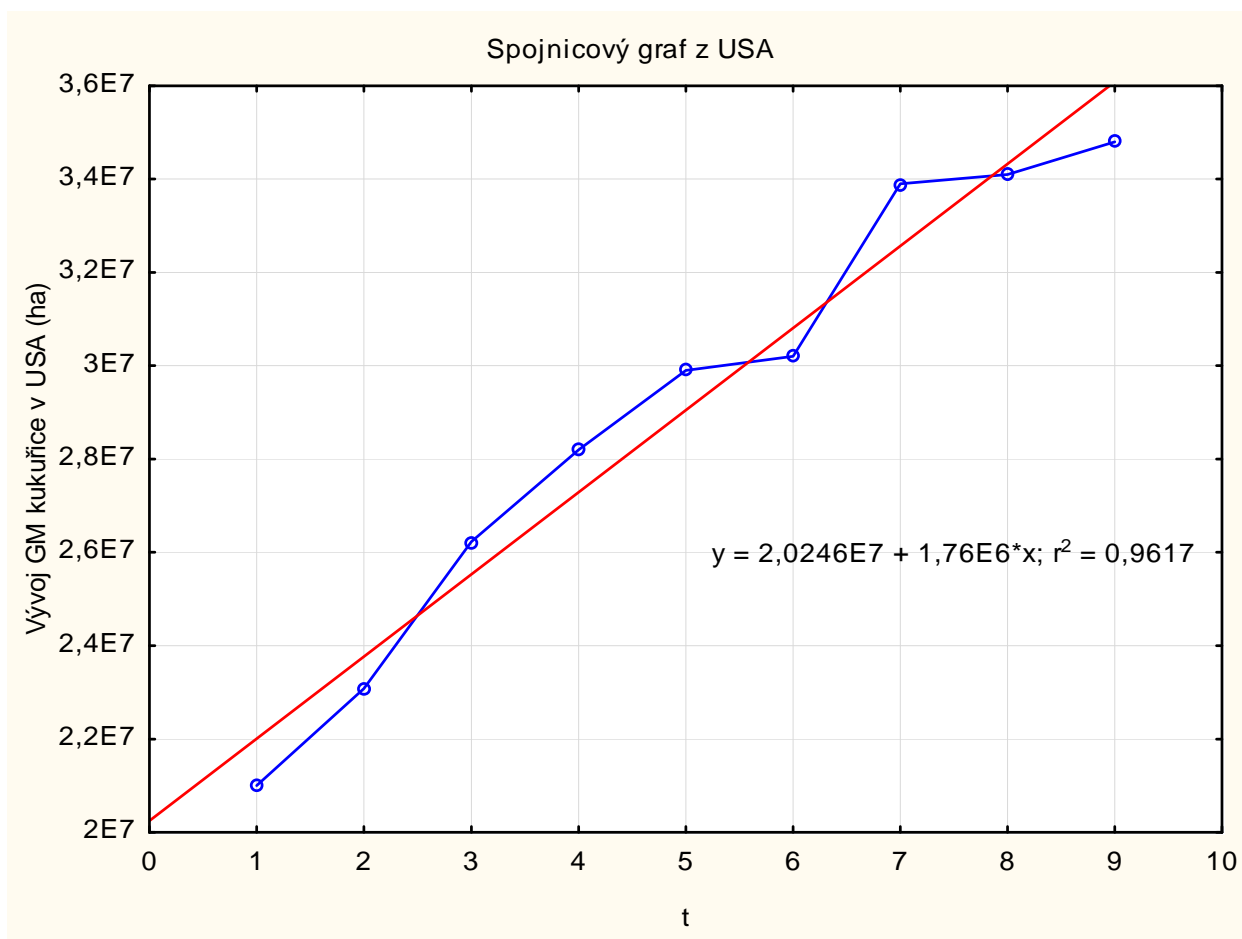
Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: Slovensko		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnot
t	-0,833333	12,00000	-10,000
Abs. člen			671,944
Předpověď			661,944
-95,0%LS			-917,952
+95,0%LS			2241,840

Zdroj: Vlastní práce autora, dle Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, 2013 software STATISTICA 10

Predikce velikosti ploch GM kukuřice pro rok 2016 na Slovensku je 661,944 ha. 95% interval spolehlivosti pro tuto předpověď na 3 roky do budoucna je (-917,952; 2 241,840). Slovensko patří k státům, které mají odmítavý postoj ke GM plodinám. Za negativní postoj může hlavně špatný odbyt GM plodin, zdlouhavý proces registrace, cena osiva a vysoké vstupní náklady.

4.8 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice ve Spojených státech amerických

Graf 20. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice ve Spojených státech amerických (2005-2013) – lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: U.S.Dept of Agriculture (NASS), 2013., software STATISTICA 10

Tabulka 22. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice ve Spojených státech amerických

Výsledky regrese se závislou proměnnou : USA (Data)				
R= ,98068118 R2= ,96173558 Upravené R2= ,95626924				
F(1,7)=175,94 p<,00000 Směrod. chyba odhadu : 1028E3				
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.
Abs. člen	20245556	746680,0	27,11410	0,000000
t	1760000	132688,5	13,26415	0,000003

Zdroj: U.S.Dept of Agriculture (NASS), 2013., software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,00000, tedy menší než 5%. Model je tedy statisticky významný a vhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 20245556 + 1760000x$. Koeficient determinace je $R^2 = 96,17\%$.

Tabulka 23. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Spojené státy americké na rok 2016

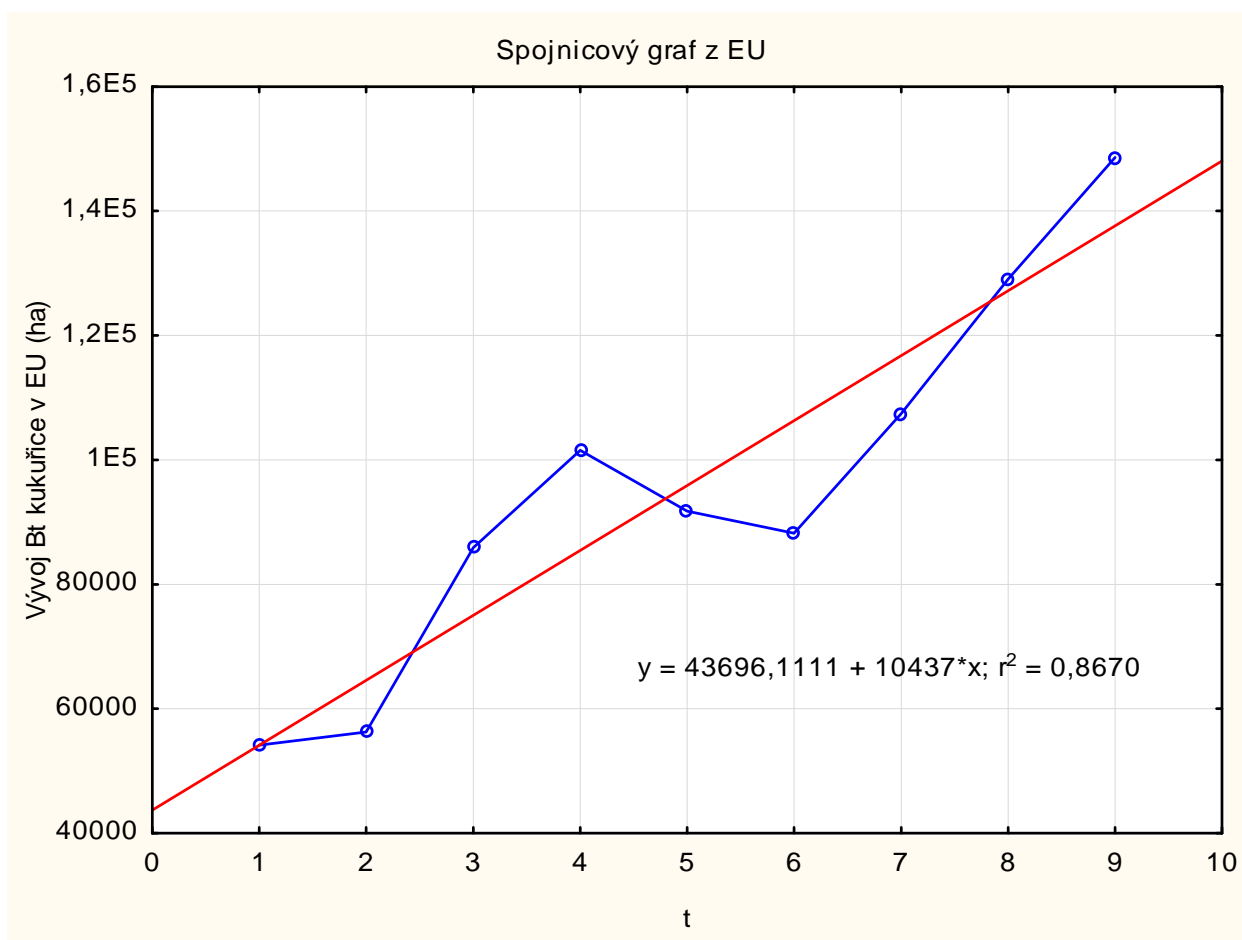
Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: USA		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnota
t	1760000	12,00000	21120000
Abs. člen			20245556
Předpověď			41365556
-95,0%LS			39024600
+95,0%LS			43706511

Zdroj: U.S.Dept of Agriculture (NASS), 2013., software STATISTICA 10

Předpověď vývoje velikosti ploch GM kukuřice na rok 2016 pro USA je 41 365 556 ha. Interval spolehlivosti (95 %) pro tuto předpověď na 3 roky do budoucna je (39 024 600; 43 706 511). USA jsou lídrem v pěstování GM plodin ve světě. Z výše zjištěných dat s 95 % jistotou tedy můžeme očekávat, že výsledné množství pěstované GM kukuřice bude ve výše uvedeném intervalu (39 024 600; 43 706 511).

4.9 Analýza trendů osevních ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii

Graf 21. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii (2005-2013) – lineární trend



kde, t=roky (2005-2013)

Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, software STATISTICA 10

Tabulka 24. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v Evropské unii

Výsledky regrese se závislou proměnnou : EU (Data)				
R= ,93111267 R2= ,86697080 Upravené R2= ,84796663				
F(1,7)=45,620 p<,00026 Směrod. chyba odhadu : 11969,				
N=9	b	Sm.chyba z b	t(7)	p-hodn.
Abs. člen	43696,11	8695,591	5,025088	0,001522
t	10437,00	1545,247	6,754260	0,000264

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Výsledná p hodnota F-testu vyšla 0,00026, tedy menší než 5%. Model je tedy statisticky významný a vhodný pro predikci. Výsledná rovnice má tvar: $y = 43696,1111 + 10437x$. Koeficient determinace je $R^2 = 86,69\%$.

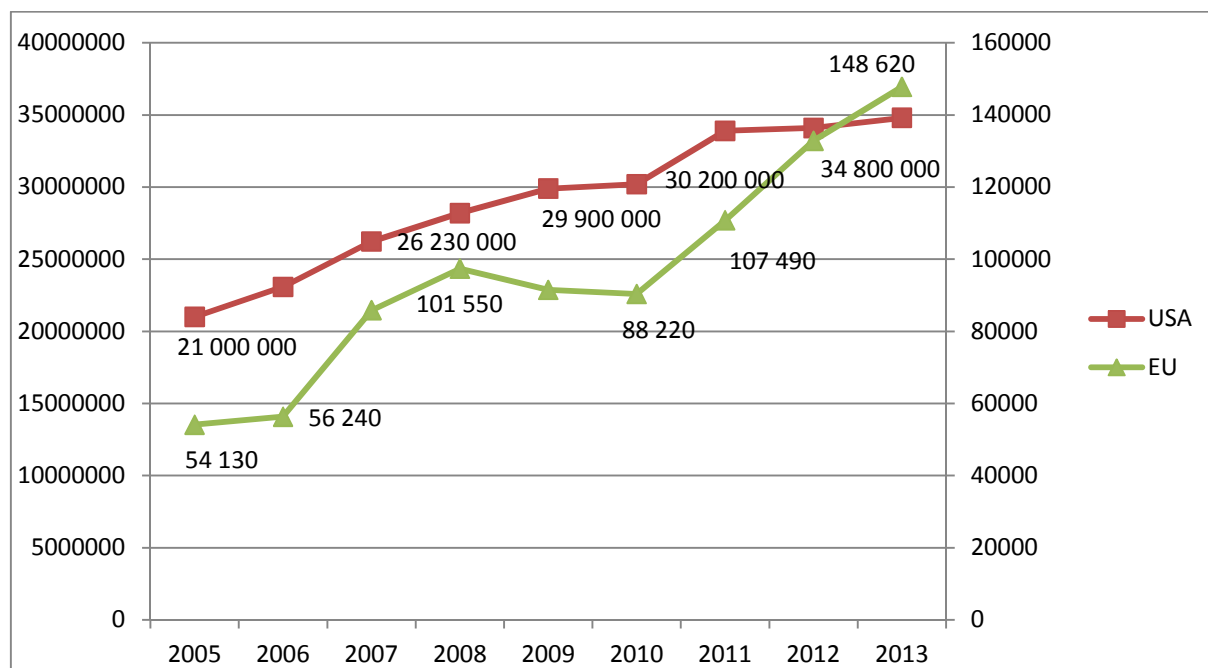
Tabulka 25. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Evropskou unii na rok 2016

Proměnná	Předpovězené hodnoty (Data) proměnné: EU		
	b-váha	Hodnota	b-váha * Hodnota
t	10437,00	12,00000	125244,0
Abs. člen			43696,1
Předpověď			168940,1
-95,0%LS			141678,1
+95,0%LS			196202,1

Zdroj: Vlastní práce autora dle Ministerstva zemědělství ČR, software STATISTICA 10

Předpověď vývoje velikosti ploch GM kukuřice na rok 2016 v Evropské unii je 168 940,1 ha. Interval spolehlivosti (95 %) pro tuto předpověď na 3 roky do budoucna je (141 678,1; 196 202,1). Lze očekávat s 95 % jistotou, že plochy GM kukuřice i nadále porostou.

Graf 22. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii a Spojených státech amerických (2005-2013)



Zdroj: Ministerstvo zemědělství ČR, U. S. Dept of Agriculture (NASS), 2013, software STATISTICA 10

4.10 Celkové vyhodnocení analýzy osevních ploch geneticky modifikované kukuřice

Tabulka 26. Trendy vývoje osevních ploch Bt kukuřice ve vybraných státech v ha.

Státy	Trendová funkce	Předpověď na rok 2016	-95 % LS	+95 % LS	R ²
Česká republika	lineární	5 405,00	-736,86	11 547,97	4,08 %
Česká republika	kvadratická	-9 533,90	-18 726,6 0	-341,10	76,34 %
Česká republika	hyperbolická	5 319,00	3 022,78	7 616,85	35,56 %
Španělsko	lineární	149 443,50	124 244,10	174 642,20	85,76 %
Portugalsko	lineární	12 180,60	9 829,24	14 531,98	88,98 %
Rumunsko	lineární	1 248,50	-4 467,16	6 964,00	0,13 %
Slovensko	lineární	661,10	-917,95	2 241,86	0,0012 %
Spojené státy americké	lineární	41 365 556,00	39 024 600,00	43 706 511,00	96,17 %
Evropská unie	lineární	168 940,00	141 678,00	196 202,00	86,69 %

Zdroj: Vlastní práce autora, software STATISTICA 10

V České republice bude v roce 2016 s pravděpodobností 35,56 % výměra osevních ploch Bt kukuřice 5319 ha.

Předpověď vývoje osevních ploch GM kukuřice ve Španělsku pro rok 2016 je 149 443 ha, s pravděpodobností 85,8 %.

V Portugalsku bude v roce 2016 s pravděpodobností 88,98 % výměra osevních ploch Bt kukuřice 12 180,60 ha.

V Rumunsku bude v roce 2016 s pravděpodobností 0,13 % výměra osevních ploch geneticky modifikované kukuřice 1 248,50 ha.

Předpověď vývoje osevních ploch GM kukuřice na Slovensku pro rok 2016 je 661,90 ha, s pravděpodobností 0,0012 %.

Ve Spojených státech amerických bude v roce 2016 s pravděpodobností 96,17 % výměra osevních ploch geneticky modifikované kukuřice 41 365 556 ha.

V Evropské unii bude v roce 2016 s pravděpodobností 86,69 % výměra osevních ploch geneticky modifikované kukuřice 168 940 ha.

5 Závěr a doporučení

Na základě zjištěných informací lze konstatovat, že dle současného trendu, plochy oseté GM plodinami v budoucnu porostou. Nejrozšířenějšími komoditami ve světě jsou: kukuřice, řepka, bavlna a sója.

Pro dovoz a použití k výrobě potravin a krmiv bylo v EU povoleno v roce 2012 celkem 27 typů GM kukuřice. V roce 2013 dosáhly plochy GM kukuřice ve světě rekordní úrovně 57,4 mil. ha, což představuje nárůst o 170,8% oproti roku 2005, kdy plocha GM kukuřice byla 21,2 mil. ha. V Evropské unii plocha osetá GM kukuřicí dosáhla pouhých 148,6 tis. ha. Více než dvě třetiny odrůd GM kukuřice pěstované od jara 2013 (71%) mají kombinované znaky (2 a více genů). Hlavními producenty GM kukuřice jsou: USA, Argentina, Kanada, Uruguay, Brazílie, Španělsko, Portugalsko.

V EU bylo schváleno použití několika modifikací řepky s tolerancí k herbicidům. Registr GMO v současné době uvádí tři typy řepky, povolené pro zpracování v potravinách a krmivech. Plochy oseté geneticky modifikovanou řepkou ve světě se snížily z 9,3 mil. ha na 8,2 mil. ha. Pěstování geneticky modifikované řepky kleslo celosvětově o 108%. Hlavními pěstiteli jsou Kanada, Austrálie, USA.

Bavlník se pěstuje ve velkém rozsahu v Indii, Číně, Pákistánu, Jižní Africe a dalších zemích. Jelikož se bavlníková semena používají jako složky krmiv a bavlníkový olej nachází využití v potravinářství i farmacii, musí být GM bavlníky v EU schváleny podle právních předpisů pro GM potraviny a krmiva. V roce 2013 plocha geneticky modifikovaného bavlníku v celosvětovém měřítku vzrostla, a dosáhla 23,9 mil. ha, což je nárůst o 144 % v porovnání s rokem 2005, kdy osetá plocha geneticky modifikovaného bavlníku byla jen 9,8 mil. ha.

V roce 2013 plocha geneticky modifikované sóji v celosvětovém měřítku vzrostla, a dosáhla 84,5 mil. ha, což je nárůst o 55 % ve srovnání s rokem 2005, kdy osetá plocha GM sóji byla jen 54,4 mil. ha. Hlavními producenty GM sóji jsou Brazílie, pak USA, Argentina, Kanada, Uruguay, Bolívie, Paraguay, Chile, Mexiko, Kostarika a Jihoafrická republika.

O vývoji a růstu velikosti ploch GM kukuřice v letech 2005-2013 lze říci z hlediska USA, EU a České republiky následující. V USA mají od roku 2005 plochy oseté GM kukuřicí výrazně rostoucí trend. Z původních 21,0 mil. ha v roce 2005 se zvýšila rozloha ploch osetých GM kukuřicí na cca 34,8 mil. ha v roce 2013, což je vzrůst o 65,7 %.

V Evropské unii se komerčně začala pěstovat geneticky modifikovaná kukuřice v roce 2005. Ve sledovaných státech EU se stav ploch osetých GM kukuřicí vyvíjel následovně. V Portugalsku od roku 2005 do roku 2013 vzrostla velikost ploch z 0,78 tis. ha na 8,17 tis. ha, což je nárůst o 947,4 %. Mírný pokles v rostoucím trendu byl zaznamenán v roce 2010 (z 5,09 tis. ha na 4,87 tis. ha). Španělsko je lídrem EU s největším počtem hektarů Bt kukuřice. Bt kukuřice MON 810 je geneticky modifikovaná odrůda (GM), odolná vůči zavíječi kukuřičnému. Ve Španělsku byl vývoj trendu obdobný jako v Portugalsku – v roce 2005 stav 53,2 tis. ha, do roku 2013 nárůst na 137 tis. ha, tedy o 157 %. Mírný pokles byl taktéž v roce 2009 79,3 tis. ha na 76 tis. ha. Z bývalého východního bloku jsem pak sledovala vývoj ploch GM kukuřice v Rumunsku, Slovensku a České republice. V Rumunsku v letech 2005-2006 nebyla GM kukuřice pěstována vůbec, od roku 2007 do roku 2009 plochy GM kukuřice rostou z 0,35 tis. ha na 3,24 tis. ha, tedy více jak o 825 %, od roku 2010 do roku 2012 dochází opět k poklesu až na 0,22 tis. ha, v roce 2013 oseté plochy opět narůstají na 0,83 tis. ha (pokles oproti roku 2008 o 88 %). Vývoj na Slovensku je podobný jako v Rumunsku. V roce 2005 žádná GM kukuřice oseta není, v roce 2006 pak 30 ha, které expandují až do roku 2008 na 1,9 tis. ha (vzrůst o 6233 %). Od roku 2009 však oseté plochy stále klesají až k 100 ha v roce 2013, s výkyvem v roce 2010, kdy se osev zvýšil na 1,25 tis. ha.

Vývoj GM kukuřice v ČR lze shrnout následovně. Komerčně se geneticky modifikovaná kukuřice MON 810 (odolná vůči zavíječi kukuřičnému) začala pěstovat v roce 2005, kdy osetá plocha činila 150 ha. V roce 2006 se plocha s Bt kukuřicí rozšířila na 1290 ha. Velký skok byl zaznamenán v roce 2007 až na 5 tis. ha, tedy vzrůst o 288 %. Rostoucí trend pokračoval do roku 2008 na 8,38 tis. ha. Od roku 2009 dochází v ČR k poklesu, stejně jako ve většině Evropy, až na 2,56 tis. ha v roce 2013, což je oproti roku 2008 pokles o 69 %.

V České republice v roce 2016 lze předpokládat z výpočtu ve vlastní práci velikost plochy geneticky modifikované kukuřice 5 319 ha. Autorka se přiklání k spodní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti 3 022,78 ha. Důvodem poklesu zájmu o pěstování GM kukuřice je administrativní zatížení, zvýšená cena osiva, odbyt a problémy s prodejem produktu.

Španělsko je lídrem Evropské unie v pěstování GM kukuřice. Dle výpočtu ve vlastní práci lze předpokládat, že v roce 2016 ve Španělsku osevní plocha GM kukuřice bude

149 443,5 ha. Autorka se přiklání k horní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti 174 642,2 ha. Důvodem prudkého růstu ploch GM kukuřice ve Španělsku je kladný postoj zemědělců k těmto plodinám, snadný odbyt GM kukuřice.

V Portugalsku v roce 2016 lze předpokládat z výpočtu ve vlastní práci velikost osevních ploch GM kukuřice 12 180,6 ha. Dle názoru autorky se trend vývoje osevních ploch geneticky modifikované kukuřice bude blížit horní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti 14 531,98 ha. Důvodem růstu velikosti osevních ploch GM kukuřice může být příznivý postoj zemědělců k těmto plodinám, mínění veřejnosti, snadný odbyt.

V Rumunsku v roce 2016 lze předpokládat z výpočtu ve vlastní práci velikost osevních ploch GM kukuřice 1 248,5 ha. Dle názoru autorky se trend vývoje osevních ploch geneticky modifikované kukuřice bude blížit horní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti 6 964 ha.

Na Slovensku v roce 2016 lze předpokládat z výpočtu ve vlastní práci velikost plochy geneticky modifikované kukuřice 661,1 ha. Autorka se přiklání k spodní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti -917,95 ha, lze tedy předpokládat, že v roce 2016 se na Slovensku nebude pěstovat GM kukuřice. Důvodem poklesu zájmu o pěstování GM kukuřice je přísná legislativa (zdlouhavý proces registrace GM plodin), zvýšená cena osiva negativní postoj veřejnosti.

Spojené státy americké jsou lídrem v pěstování GM plodin v celosvětovém měřítku. Dle výpočtu ve vlastní práci lze předpokládat, že v roce 2016 v USA bude osevní plocha GM kukuřice 41 365 556 ha. Autorka se přiklání k horní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti 43 706 511 ha. Hlavním důvodem růstu osevních ploch GM plodin je jejich ekonomická výhodnost (vysoký hektarový vynos, nižší výdaje za postřiky proti škůdcům), legislativa (GM plodiny v USA nemusí být označeny), kladný postoj veřejnosti.

V Evropské unii v roce 2016 lze předpokládat z výpočtu ve vlastní práci velikost osevních ploch GM kukuřice 168 940 ha. Dle názoru autorky, trend vývoje osevních ploch geneticky modifikované kukuřice se bude blížit horní hranici hodnoty intervalu spolehlivosti 196 202 ha. V celé Evropské unii trvá pokles v pěstování GM kukuřice již několik let a vyústil až v úplný zákaz pěstování GM kukuřice (Německo, Francie, Polsko). Dle názoru autorky i přes odmítavý postoj veřejnosti a přísnou legislativu, plochy v EU se budou nadále zvětšovat a to díky státům (Španělsko, Portugalsko a Rumunsko).

Seznam použitých zdrojů

- BALASOVYČ, Bohdan, JAROŠEVSKA, Justýna. *GMO: problémy a zkušenosti právní regulace*. ADEF-Ukrajina, 2010. 255s. ISBN 978-966-187-068-9
- (БАЛАСОВИЧ, Богдан., ЯРОШЕВСЬКА, Юстина. *ГМО: виклики сьогодення та досвід правового регулювання*. АДЕФ – Україна, 2010. 255 с ISBN 978-966-187-0689)
- ERMAKOVÁ, I. V. *Co tu jíme? Vliv GMO na člověka a způsoby ochrany*. Amrita-Rus. Moskva, 2010. 64s. ISBN 978-5-413-00140-0
- (ЕРМАКОВА, И. В. *Что мы едим? Воздействие на человека ГМО и способы защиты*. Армита – Русь. Москва, 2010. 64с. ISBN 978-5-413-00140-0)
- ČEŘOVSKÁ, Marie. *GMO v agroekosystému a jeho okolí*. Mze, Praha, 2007. 55s. ISBN 978-80-7084-588-2
- KRAHULEC, František. *Genetické modifikace-možnosti jejich využití a rizika*. Mzp, Praha, 2008. 48s. ISBN 978-80-7212-493-0
- PONOMAROV, P. X., DONCOVA, I. V. *Genetický modifikované suroviny a potraviny, vyrobené s jejich pomocí*. Kiev, 2009. 124s. ISBN 978-966-364-856-9
- RAKOUSKÝ, Slavomír. *Genetické modifikace-možnosti jejich využití a rizika*. Mzp, Praha, 2008. 48s. ISBN 978-80-7212-493-0
- (ПОХОМАРЬОВ, П. Х., ДОНЦОВА, І. В. *Генетично модифікована продовольча сировина і харчові продукти вироблені з її використанням*. Київ. 2009. 124с. ISBN 978-966-364-856-9)
- SVATOŠOVÁ, L., KÁBA Bohumil. *Statistické metody 2.*, Česká zemědělská univerzita, 2012. 105 s. ISBN 978-80-213-1736-9
- SYNEK, M., KOPKÁNĚ, H., KUBÁLKOVÁ, M. *Manažerské výpočty a ekonomická analýza. 1. vydání*. Praha, C.H.Beck, 2009. 301s. ISBN 978-80-7400-154-3
- VEJL, Pavel. *GMO v agroekosystému a jeho okolí*. Mze, Praha, 2007. 55s. ISBN 978-80-7084-588-2

Internetové zdroje:

BENITEZ, Ines. *Agro: Spain Leads EU in GM crops but no one knows where they are.*

New York. [Online] Dostupný z:

<http://search.proquest.com.infozdroje.czu.cz/docview/1322329112/6866F703E6841B1PQ/16?accountid=26997> [05.07.2013]

CLIVE, James. (2013) *Global Status of commercialized biotech/GM crops: 2013 ISAAA*

Brief No.46, ISAAA: Ithaca, NY., ISBN:978-1-892456-55-9 [Online], Dostupný z:

<http://www.isaaa.org/resources/publication/briefs/46/executivesummary/default.html>
[25.03.2014]

DOUBKOVÁ, Zuzana. *GM plodiny povolené pro dovoz do EU* [Online], Dostupný z:

http://www.osel.cz/_files/6547_SBrijen.pdf [23.09.2014]

EUROPEAN Commission [Online], Dostupný z:

http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm [23.07.2013]

GIL, José Maria., COSTA-FONT, Montserrat.(2008) *Consumer Acceptance of Genetically*

Modified Food (GM) in Spain: A Structural Equatio Approach.Vol.10, Issue 3, p.194-

204,United Kingdom. ISSN: 14603799

GMO Compass.Website supported by the European Union with in the European

Commission's part Agri-Biotechnology [Online], Dostupný z: [http://www.gmo-](http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/regulatory_process/156.european_regulatory_system_genetic_engineering.html)

[compass.org/eng/regulation/regulatory_process/156.european_regulatory_system_genetic_engineering.html](http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/regulatory_process/156.european_regulatory_system_genetic_engineering.html)[02.06.2006]

GMO Compass.Website supported by the European Union with in the European

Commission's part Agri-Biotechnology [Online], Dostupný z: [http://www.gmo-](http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/257.global_gm_planting_2013.html)

[compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/257.global_gm_planting_2013.html](http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/257.global_gm_planting_2013.html)
[09.04.2014]

GMO Compass.Website supported by the European Union with in the European

Commission's part Agri-Biotechnology [Online], Dostupný z: [http://www.gmo-](http://www.gmo-compass.org/eng/news/420.german_ministers_recommend_ban_gm_maize.html)

[compass.org/eng/news/420.german_ministers_recommend_ban_gm_maize.html](http://www.gmo-compass.org/eng/news/420.german_ministers_recommend_ban_gm_maize.html)
[21.02.2014]

HORVATH, L (2013). *Plant Protection Science*. Atlanta. ISSN: 15436861

Houben, Margaret (2014). *Pros and cons of GMO Foods*. Canada. ISSN:08237425

- ISAAA Brief 46-2013. Executive Summary, [Online], Dostupný z: <http://www.isaaa.org/resources/publication/briefs/46/executivesummary/default.html> [25.03.2014]
- MINISTERSTVO pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR [Online], Dostupný z: <http://www.mpsr.sk/sk/index.php?navID=764&navID2=764&sID=40&id=8629> [29.09.2014]
- MINISTERSTVO zemědělství [Online], Dostupný z: http://eagri.cz/public/web/file/278401/Vyvoj_ploch_a_poctu_pestitelu_GM_kukurice_v_CR.pdf [13.12.2013]
- MINISTERSTVO zemědělství [Online], Dostupný z: http://eagri.cz/public/web/file/278790/Vyvoj_ploch_GM_kukurice_v_EU_2005_2013.pdf [16.12.2013]
- NASS Report (2013), Ackerage, National Agricultural Statistics Servis, Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA), [Online], Dostupný z: <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/Acre/Acre-06-30-2014.pdf> [30.06.2014]
- STRATILOVÁ, Zuzana. *GMO bez obalu*. Mze, Praha, 2014. ISBN 978-80-7434-152-6
- KUCHTOVÁ, Perla., KETTNEROVÁ, Miloslava. *Debaty o GM plodinách neutihájí*. [Online], Dostupný z: <http://orgprints.org/24904/1/kuku%C5%99ice.pdf> [16.6.2014]
- ŠTĚPANKOVÁ, Helena. *Politika EU a biotechnologie*. [Online], Dostupný z: http://archiv.biotrin.cz/czpages/bulletin/Internet_bulletin_201205.pdf [26.09.2014]
- TRANSPARENZ Gentechnik [Online], Dostupný z: http://www.transgen.de/anbau/flaechen_international/643.doku.html [29.09.2014]
- VELČEV, Martin. *GMO v EU a zemích střední a východní Evropy* [Online]. [2012] Dostupný z: http://www.biotrin.cz/czpages/bulletin/Internet_bulletin_201212.pdf [cit. 2012-12].
- WARZECHA, Roman.(2013) *Poland at GM crop crossroads*. United States. ISSN: 15251217

Seznam tabulek

Tabulka 1. Vývoj osevních ploch Bt kukuřice a počet pěstitelů v ČR (2005-2014)	25
Tabulka 2. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii (2005-2013) .	25
Tabulka 3. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v USA (2005-2013).....	25
Tabulka 4. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice	26
Tabulka 5. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016.....	27
Tabulka 6. Kvadratická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice	28
Tabulka 7. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016.....	29
Tabulka 8. Hyperbolická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice	29
Tabulka 9. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016.....	30
Tabulka 10. Parabolická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice	30
Tabulka 11. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku.....	31
Tabulka 12. Hyperbolická trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v České republice.....	31
Tabulka 13. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Českou republiku na rok 2016....	32
Tabulka 14. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice ve Španělsku.....	33
Tabulka 15. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Španělsko na rok 2016.....	34
Tabulka 16. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v Portugalsku	35
Tabulka 17. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Portugalsko na rok 2016.....	36
Tabulka 18. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v Rumunsku.....	37
Tabulka 19. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Rumunsko na rok 2016.....	38
Tabulka 20. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice na Slovensku.....	39
Tabulka 21. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Slovensko na rok 2016	40
Tabulka 22. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice ve Spojených státech amerických.....	41
Tabulka 23. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Spojené státy americké na rok 2016	42
Tabulka 24. Lineární trendová funkce pro vývoj ploch GM kukuřice v Evropské unii.....	43
Tabulka 25. Předpověď vývoje ploch GM kukuřice pro Evropskou unii na rok 2016	44
Tabulka 26. Trendy vývoje osevních ploch Bt kukuřice ve vybraných státech v ha.....	45

Seznam grafů

Graf 1. Světové plochy geneticky modifikované sóji v mil. ha.....	10
Graf 2. Světové plochy geneticky modifikované kukuřice v mil. ha	11
Graf 3. Světové plochy geneticky modifikované řepky v mil. ha	12
Graf 4. Světové plochy geneticky modifikované bavlny v mil. ha.....	13
Graf 5. Vývoj loch Bt kukuřice ve Španělsku (2005-2013)	16
Graf 6. Vývoj ploch Bt kukuřice v Portugalsku (2005-2013)	17
Graf 7. Vývoj ploch Bt kukuřice v Polsku (2005-2013).....	18
Graf 8. Vývoj ploch Bt kukuřice ve Francii (2005-2013)	19
Graf 9. Vývoj ploch Bt kukuřice na Slovensku (2005-2013)	20
Graf 10. Vývoj ploch Bt kukuřice v Německu (2005-2013)	20
Graf 11. Vývoj ploch Bt kukuřice v Rumunsku (2005-2013)	21
Graf 12. Vývoj ploch Bt kukuřice v České republice (2005-2013).....	23
Graf 13. Pěstitelé Bt kukuřice v České republice (2005-2013)	23
Graf 14. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v České republice (2005-2013)- lineární trend	26
Graf 15. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v České republice (2005-2013) - kvadratický trend	28
Graf 16. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice ve Španělsku (2005-2013) - lineární trend	33
Graf 17. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Portugalsku (2005-2013) - lineární trend	35
Graf 18. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Rumunsku (2005-2013) – lineární trend	37
Graf 19. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice na Slovensku (2005-2013) – lineární trend	39
Graf 20. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice ve Spojených státech amerických (2005-2013) – lineární trend	41
Graf 21. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii (2005-2013) – lineární trend	43
Graf 22. Vývoj ploch geneticky modifikované kukuřice v Evropské unii a Spojených státech amerických (2005-2013).....	44

Přílohy

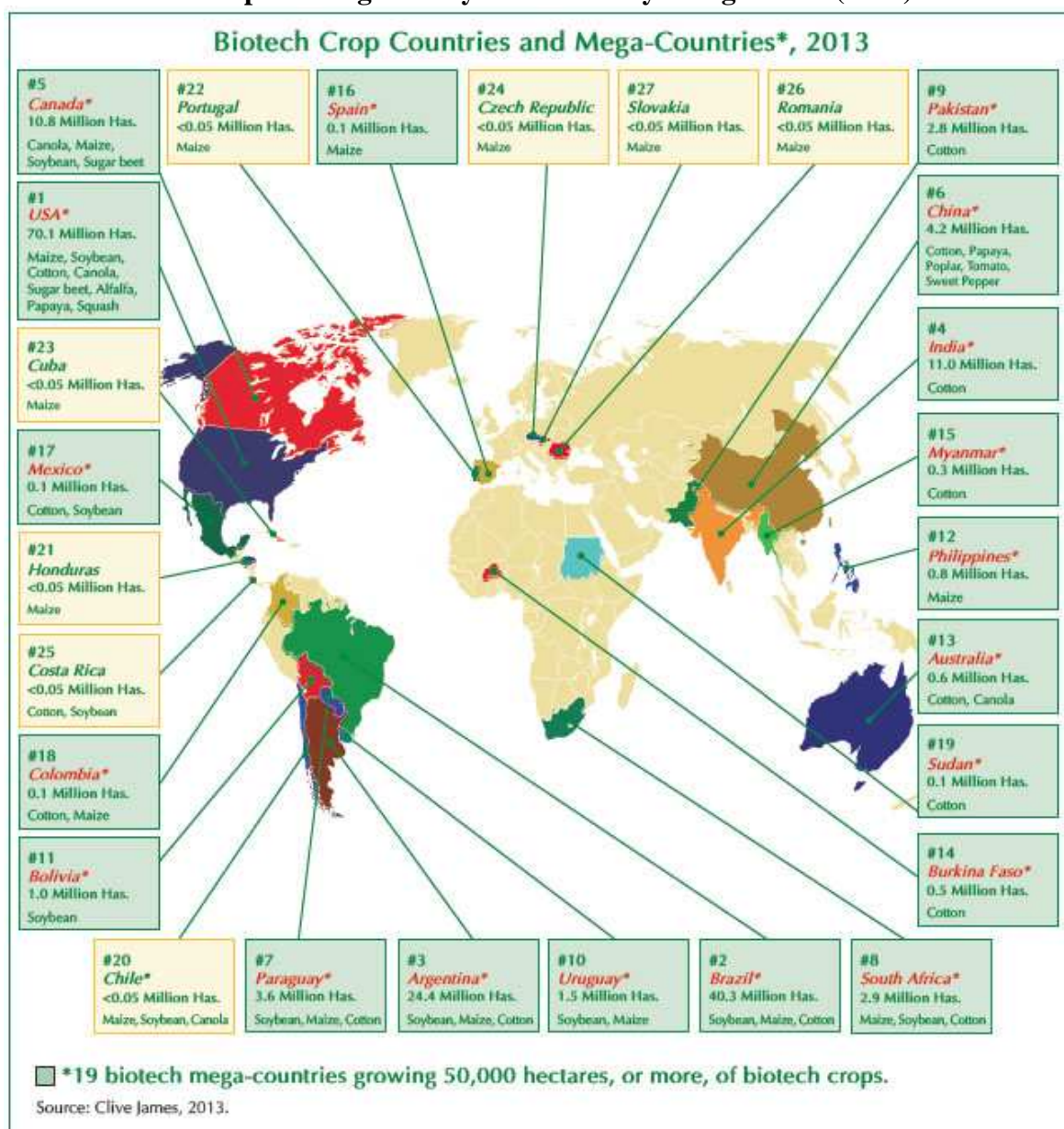
Příloha č. 1: Přehled oficiálních pěstitelů geneticky modifikovaných organismů (2013)

Příloha č. 2: Světové plochy geneticky modifikovaných plodin, dle států (2013)

Příloha č. 3: Geneticky modifikované potraviny a krmiva povolené k uvádění na trh Evropské unii (2013)

Příloha č. 1

Přehled oficiálních pěstitelů geneticky modifikovaných organismů (2013)



- | | | |
|-----------------|------------------|---------------------|
| 1. USA | 12. Filipíny | 23. Kuba |
| 2. Brazílie | 13. Austrálie | 24. Česká Republika |
| 3. Argentina | 14. Burkina Faso | 25. Kosta Rica |
| 4. Indie | 15. Myanmar | 26. Rumunsko |
| 5. Kanada | 16. Španělsko | 27. Slovákia |
| 6. Čína | 17. Mexiko | |
| 7. Paraguay | 18. Kolumbie | |
| 8. Jižní Afrika | 19. Sudan | |
| 9. Pakistan | 20. Čile | |
| 10. Uruguay | 21. Honduras | |
| 11. Bolívie | 22. Portugalsko | |

Příloha č. 2

Světové plochy geneticky modifikovaných plodin, dle států (2013). (mil. ha)

1	USA*	70.1	Kukuřice, sója, bavlna, řepka, cukrová řepa, vojtěška, papája, tykev
2	Brazílie*	40.3	Sója, kukuřice, bavlna
3	Argentina*	24.4	Sója, kukuřice, bavlna
4	India*	11.0	Bavlna
5	Kanada*	10.8	Řepka, kukuřice, sója, cukrová řepa
6	Čína*	4.2	Bavlna, papája, topol, rajče, paprika
7	Paraguay*	3.6	Sója, kukuřice, bavlna
8	Jižní Afrika*	2.9	Kukuřice, sója, bavlna
9	Pákistán*	2.8	Bavlna
10	Uruguay*	1.5	Sója, kukuřice
11	Bolivie*	1.0	Sója
12	Filipíny*	0.8	Kukuřice
13	Austrálie*	0.6	Bavlna, řepka
14	Burkina Faso*	0.5	Bavlna
15	Myanmar*	0.3	Bavlna
16	Španělsko*	0.1	Kukuřice
17	Mexiko*	0.1	Bavlna, sója
18	Kolumbie*	0.1	Bavlna, kukuřice
19	Súdán*	0.1	Bavlna
20	Čile	< 0.1	Kukuřice, sója, řepka
21	Honduras	< 0.1	Kukuřice
22	Portugalsko	< 0.1	Kukuřice
23	Kuba	< 0.1	Kukuřice
24	Česka republika	< 0.1	Kukuřice
25	Kosta Rica	< 0.1	Bavlna, sója
26	Rumunsko	< 0.1	Kukuřice
27	Slovensko	< 0.1	Kukuřice
celkem		175.2	

*19 Mega-zemí které pestují transgenní plodiny

Zdroj: Clive James, 2013

Příloha č. 3

Geneticky modifikované potraviny a krmiva povolené k uvádění na trh Evropské unii (2013)

1	Bavlna (MON1445)	Monsanto
2	Bavlna (MON15985)	Monsanto
3	Bavlna (MON15985 × MON1445)	Monsanto
4	Bavlna (MON531)	Monsanto
5	Bavlna (MON531 × MON1445)	Monsanto
6	Bavlna (LLCotton 25)	Bayer
7	Bavlna (GHB614)	Bayer
8	Bavlna (281-24-236-3006-210-23)	Dow AgroSciences
9	Kukuřice (Bt11)	Syngenta
10	Kukuřice (DAS59122)	Pioneer and Dow AgroSciences
11	Kukuřice (DAS1507 × NK603)	Pioneer and Dow AgroSciences
12	Kukuřice (DAS1507)	Pioneer and Dow AgroSciences
13	Kukuřice (GA21)	Syngenta
14	Kukuřice (MON810)	Monsanto
15	Kukuřice ((MON863)	Monsanto
16	Kukuřice (NK603)	Monsanto
17	Kukuřice (NK603 × MON810)	Monsanto
18	Kukuřice (T25)	Bayer
19	Kukuřice (MON88017)	Monsanto
20	Kukuřice (MON89034)	Monsanto
21	Kukuřice (59122 × NK603)	Pioneer
22	Kukuřice (MIR604)	Syngenta
23	Kukuřice (MON863 × MON810 × NK603)	Monsanto
24	Kukuřice (MON863 × MON810)	Monsanto
25	Kukuřice (Bt11 × GA21)	Syngenta
26	Kukuřice (MON863 × NK603)	Monsanto
27	Kukuřice (MON88017 × MON810)	Monsanto
28	Kukuřice (MON89034 × NK603)	Monsanto
29	Kukuřice (59122 × 1507 × NK603)	Pioneer
30	Kukuřice (1507 × 59122)	Pioneer
31	Kukuřice (MON89034 × MON88017)	Monsanto
32	Kukuřice (MIR604 × GA21)	Syngenta
33	Kukuřice (Bt11 × MIR604)	Syngenta
34	Kukuřice (Bt11 × MIR604 × GA21)	Syngenta
35	Kukuřice (MIR162)	Syngenta
36	Kukuřice (MON89034 × 1507 × MON88017 × 59122)	Monsanto and Dow AgroSciences
37	Kukuřice (MON89034 × 1507 × NK603)	Monsanto and Dow AgroSciences

38	Bakterie (pCABL - Bakterial biomass)	Ajinomoto Eurolysine SAS
39	Kvasinka (pMT742 or pAK729 – Yeast biomass)	NOVO Nordisk A/S
40	Řepka (GT73)	Monsanto
41	Řepka (MS8, RF3, MS8*RF3)	Bayer
42	Řepka (T45)	Bayer
43	Sója (A2704 – 12)	Bayer
44	Sója (MON89788)	Monsanto
45	Sója (MON 40-3-2)	Monsanto
46	Sója (MON87701)	Monsanto
47	Sója (356043)	Pioneer
48	Sója (A5547-127)	Bayer
49	Sója (MON87701 × MON89788)	Monsanto
50	Cukrová řepa (H7-1)	KWS SAAT and Monsanto

Zdroj: European Commission (2013)