

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Analýza produkce kukuřice pěstované na zrno, plochy pěstování a
výnosy v ČR a ve světě**

Diplomová práce

Vedoucí práce: **prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.**

Autor práce: **Bc. Miroslav Jaroš**

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza produkce kukuřice pěstované na zno, plochy pěstování a výnosy v ČR a ve světě", jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne :

Bc. Miroslav Jaroš

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc. za vedení diplomové práce a za poskytnutí materiálů k práci a cenné rady.

Analýza produkce kukuřice pěstované na zrno, plochy pěstování a výnosy v ČR a ve světě

Souhrn

Zpracovaná práce nabízí jeden z možných pohledů na vývoj produkce kukuřice v rámci českého zemědělství za poslední období v souvislosti s vývojem ve vybraných státech Evropské unie a pohledem na celosvětový vývoj. Na podkladě těchto poznatků si lze lépe vytvořit představu o vývoji produkce kukuřice pěstované na zrno s porovnáním produkce českého, rakouského, polského a slovenského zemědělství ve sledovaném období. Mezi hlavní priority zemědělství jistě patří dosahování vyšších výnosů, což se stává důležitějším v souvislosti s nárůstem počtu obyvatel a zabezpečení jejich obživy.

Předložená práce se v úvodní části zabývá popisem pěstování kukuřice. Popis možností, které lze při pěstování kukuřice v zemědělství využít. Vlastní výzkum je především zaměřen na produkci výnosů kukuřice pěstované na zrno ve světovém měřítku a vybraných světadílech (Amerika, Asie, Evropa i Evropské unie) v letech 1963 – 2012. V průběhu sledovaného období bylo zjištěno, že produkce kukuřice postupně narůstá tak, jak se stává důležitější potravinou pro lidstvo. Ve sledovaném období u celosvětového vývoje osevní plochy kukuřice pěstované na zrno bylo pomocí koeficientu růstu zjištěno, že průměrné tempo růstu celosvětové osevní plochy je 1,4 %. Průměrné tempo růstu celosvětové produkce kukuřice bylo 1,15 %. V rámci EU produkce kukuřice za období let 1963 – 2012 byl v časové řadě absolutní přírůstek o 38,89 miliónů tun. K nejvýznamnějším změnám produkce v EU došlo v období let 2008 – 2012, kdy produkce kukuřice dosáhla 60,7 miliónů tun. Pomocí lineární rovnice byl odhadnut vývoj produkce kukuřice pěstované na zrno v EU, kdy by se měla produkce pohybovat ve výši 70 miliónů tun v pětiletém období 2018 – 2022.

Česká republika se v období let 1993 – 2012 podílela na produkci kukuřice pěstované na zrno průměrně ve výši 0,49 miliónů tun. Průměrný absolutní přírůstek se za sledované období zvýšil o 0,17 miliónů tun, když průměrný koeficient růstu tak činil 1,51 %. Porovnáním České a Slovenské republiky bylo zjištěno, že produkce kukuřice je v ČR nižší o 27,83 %. Naopak porovnáním produkce pšenice bylo zjištěno, že Česká republika je na tom s produkcí pšenice proti Slovenské republice průměrně lépe o 2,5 miliónů tun. Podobný trend vývoje je i v Polsku, což bylo vypočítáno pomocí indexu korelace.

Klíčová slova: analýza, kukuřice, produkce, semena

The analysis of the maize grown for grain production, areas for growing and yield in the Czech Republic and the rest of the world

Summary

This thesis offers one of the potential views on the maize production within the Czech agriculture in the last period in connection with the development in chosen countries of the European Union, considering the worldwide development. On the basis of these findings it is easier to get a picture of the development of the maize grown for grain production in comparison with the production of Czech, Austrian, Polish and Slovakian agriculture in the monitored period. Among the main priorities of agriculture there definitely belongs reaching higher yield, which becomes even more important in comparison with the growing number of inhabitants and providing for their livelihood.

The first section of the presented thesis deals with the description of maize growing and the possibilities which can be used in agriculture concerning the maize growing. The research itself mainly focuses on the maize grown for grain production in the worldwide scale and in the selected continents (America, Asia, Europe and the European Union) in the period of 1963 – 2012. It was found out that over the monitored period the maize production is gradually increasing, as maize becomes more important food for the mankind. It was by means of the coefficient of increase found out that in the monitored period the average rate of increase of the worldwide sowing area is 1.4 %. The average increase of the worldwide maize production is 1.15 %. The increase of the maize production in the EU in the period of 1963 – 2012 was 38.89 million tons. The most important changes of the production in the EU took place in the period of 2008 – 2012, when the production reached 60.7 million tons. Using a linear equation the development of the maize grown for grain production was estimated with the result that in the five-year period of 2018 – 2022 the production should reach 70 million tons.

In the period of 1993 – 2012 the Czech Republic participated in the maize grown for grain production on the average of 0.49 million tons. The average absolute increase during the monitored period raised in 0.17 tons, while the average coefficient was 1.51 %. When comparing the Czech and Slovak republics it was found out that the maize production in the CR is 27.83 % lower. On the contrary, when comparing the wheat production it was found out that the Czech Republic produces 2.5 million tons more wheat than the Slovak Republic. The trend of development is similar in Poland, which was calculated using the correlation index.

Keywords: Analysis, maize, production, seeds

Obsah

1 Úvod	8
2. Cíl práce	9
3. Literární rešerže	10
3.1 Charakteristika kukuřice	10
Zpracování půdy orbou, minimalizací	12
Tradiční technologie	12
Minimalizační a půdoochranné technologie	13
3.2. Setí kukuřice	14
3.3 Výživa a hnojení kukuřice	15
3.4 Choroby a škůdci kukuřice	16
3.5 Plevel v kukuřici a jejich regulace	17
Biologie a ekologie nejvýznamnějších plevelů kukuřice.....	19
Regulace zaplevelení	22
Prevence.....	22
Nechemická regulace.....	23
Chemická regulace.....	24
Preemergentní aplikace.....	29
Časně postemergentní aplikace.....	30
Postemergentní aplikace	30
3.6 GM kukuřice a regulace plevelů	31
GM plodiny	32
3.7 Legislativa při pěstování GM plodin v ČR.....	33
3.8 Výhody a nevýhody pěstování GM plodin (kukuřice)	34
4. METODIKA	36
4.1 Použité statistické metody	36
5. VÝSLEDKY	39
5.1 Analýza vývoje hektarových výnosů kukuřice a změny ve výnosech.....	39
6. Diskuse	61
7. Závěr	63
8. Literatura a zdroje	65
9. Přílohy	72

Seznam příloh

1. Celosvětová produkce kukuřice mil t.
2. Celosvětová produkce pšenice mil t.
3. Evropa produkce kukuřice mil t.
4. Evropa produkce pšenice mil. t.
5. EU osevní plocha kukuřice mil. t.
6. EU osevní plocha mil. t. pšenice
7. Rakousko osevní plocha kukuřice mil. t.
8. Rakousko osevní plocha pšenice mil. t.
9. Polsko osevní plocha kukuřice mil. t.
10. Polsko osevní plocha pšenice mil. t.
11. Svět osevní plocha kukuřice mil. t.
12. Svět osevní plocha pšenice mil. t
13. Amerika osevní plocha kukuřice mil. t.
14. Amerika osevní plocha pšenice mil. t.
15. Evropa osevní plocha kukuřice mil. t.
16. Evropa osevní plocha pšenice mil. t.
17. Produkce kukuřice v mil t
18. Produkce pšenice v mil t.

1 Úvod

Kukuřice je jednou z důležitých potravin pro lidstvo, ale i jako výživa pro chov zvířat, kde se využívají i rostlinné zbytky či části rostlin, které jsou pro výživu lidí nevhodné. V neposlední řadě je tak tato plodina důležitá a značně využívána jak pro výrobu bioplynu, tak i po úpravě pro výrobu léčiv.

Kukuřice se stala také významným modelovým organismem v genetice a vývojové biologii, což usnadnilo její využití pro genetické manipulace a vzniku GM kukuřice. Nejběžnější je v současné době pěstovaná GM kukuřice, prodávaná pod označením Bt, která se využívá nejen pro krmení, ale stává se i významným činitelem ve výrobě potravin pro živočišnou výrobu. GM kukuřice pod označením Bt je odolná proti zavíječi kukuřičnému, který je v našich podmínkách jedním z významných škůdců napadení rostlin kukuřice. Největší plochy s GM kukuřicí jsou osévány v USA, Kanadě, v Evropě ve větší míře ve Španělsku. GM kukuřice pod označením NK 603 je využívána zvláště pak pro svoji odolnost proti herbicidům, které se používají v boji proti plevelnému společenstvu vyskytujícím se v porostu kukuřice.

Tématem této diplomové práce je analýza produkce kukuřice pěstované na zrno, plochy pěstování a výnosy v ČR a ve světě. Význam kukuřice se odráží i na postupně se zvyšující produkci kukuřice v ČR, ale i na celém světě. Svůj význam má i produkce pšenice, která je také jednou z důležitých potravin pro lidstvo. Výnos kukuřičného zrna v ČR v porovnání se světovým vývojem a výnosem produkce kukuřice, kukuřičného zrna ve vybraných státech včetně států EU. Spolu s produkcí pšenice v pětiletém období nám nejen ukáže, jakým vývojem výnos kukuřičného zrna, ale i pšeničného zrna se ubírá a také nám naznačuje možný předpoklad produkce v dalším období. V diplomové práci je provedeno porovnání produkce kukuřice, kukuřičného a pšeničného zrna s poukázáním vývoje produkce od roku 1963 do roku 2012. V rámci porovnání ČR s vybranými státy pak v závislosti na datum vzniku samostatného státu v souvislosti s odeslanými daty do systému FAO.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zhodnocení produkce kukuřice a pšenice ve světě, EU, v České republice a jednotlivých vybraných zemích EU v rámci porovnání množství produkce kukuřice i pšenice včetně zjištění, zda dochází k nárůstu či poklesu osevních ploch s kukuřicí pěstované na zrno a porovnání osevních ploch s pšenicí. Popsat změny ve výnosech a produkci v rámci jednotlivých pětiletých cyklů od roku 1963 do roku 2012 ve světě a v souvislosti se vznikem ČR v pětiletých cyklech 1993 – 2012 a vytvořit možnou prognózu výnosu produkce kukuřice v dalším období.

Vědecké hypotézy:

- 1) Je kukuřice plodinou s rychle narůstající plochou pěstování a její produkce.
- 2) Je mezi pěstovanými plodinami fenoménem dnešní doby.
- 3) sou nárůsty produkce kukuřičného zrna a hektarové výnosy v ČR srovnatelné s vybranými zeměmi EU.

3. Literární rešerže

3.1 Charakteristika kukuřice

Kukuřice je jednoletá robustní rostlina dorůstající do výšky až 3 m. Včasný výsev a podmínky mají značný vliv na tvorbu kořenového systému. Při včasném setí mají kořeny čas vytvořit velký kořenový systém v okruhu až 2,5 m a do hloubky 1,5 – 3,0 m, ale při vysoké hladině podzemní vody je kořenový systém v hloubce 0,3 – 0,4 m (Skládanka, 2012).

Z nadzemních uzlů stébla se vytvářejí vzdušné kořeny, které mají hlavně funkci opory rostliny, chrání rostlinu před poléháním, v druhé polovině vegetace pomáhají zásobovat rostlinu vláhou. Stéblo kukuřice je lysé s 8 – 10 články. Počet nadzemních článků určuje typ hybridů, které nemají stejnou velikost. Z nejnižšího kolénka mohou vyrůst odnože. Listy jsou uspořádány vstřícně a stéblo obepíná listová pochva. Listová čepel je tenká, mělce zvlněná, což je dáno nestejnou rychlostí růstu okraje a středu listu. Čepel má vysokou hlavní žilku, povrch slabě ochlupacený, rub listu je hladký. Počet listů je také dán hybridem. Rané hybridy mají menší počet listů (8 – 10) než hybridy pozdní (až 24). Podle postavení listu k povrchu půdy existují dva typy kukuřice: planofilní (horizontálně postavený list) a erektofilní (vertikálně postavený list). Květy jsou jednopohlavní. Samčí květenství je lata, vyrůstající z posledního článku stébla. Samičí květenství je palice (klas) vyrůstající ve střední části rostliny. Palice je tvořena větvením, které je obaleno listeny. Obilka je hladká a její tvar závisí na poddruhu (Zimolka a kol.; 2008a)

Kukuřice je náročná na světlo (nesnáší zastínění) a teplotní podmínky, má nároky nejen na intenzitu osvětlení, ale i na jeho délku v dané vývojové fázi. Na jeden ha plochy kukuřice má 20 000 – 60 000 m² asimilační plochy. Kratší světelný den urychluje kvetení, ale zmenšuje výšku rostlin a počet listů. Pro využití dopadajícího světla je důležité rozmístění rostlin v porostu. Rostlina kukuřice klíčí při teplotě pod 6° C, roste však až při 10° C, optimum je 12 – 15° C. Ačkoli je rostlinou teplomilnou, optimální teploty pro její vývoj by neměly přesáhnout 30° C. Pokud teplota půdy nedosahuje během vegetace 16° C, středně rané a rané odrůdy nezakvétají. K průběhu celého životního cyklu potřebuje kukuřice 1 700 – 3 12° C tepelné sumy. Z hlediska požadavků na vláhu je kukuřice náročná v období intenzivního růstu (mezi metáním a mléčnou zralostí), přesto dobře zvládá přísušky díky dobrému hospodaření s vodou a bohatému kořenovému systému. Nesnáší však dočasné ani trvalé zamokření půdy. V suchých oblastech je důležité správné uspořádání porostu, který zabraňuje nadměrné transpiraci vlivem proudění vzduchu (Petr a kol.; 1997).

Kukuřice má vysokou míru při výměně pylu mezi sousedními rostlinami. Není-li pečlivě kontrolováno, budou všechny rostliny kukuřice v dané oblasti, které se liší geneticky od předcházející generace, navzájem stejné (Soukup 2005).

Chceme-li tak zachovat významné výhody, které nabízí výnos hybridů kukuřice, potřebují zemědělci koupit jejich osivo každý rok, neboť tím zamezí nežádoucí změny genu použitého hybridu kukuřice, ke kterému by mohlo dojít při stále opakovaném hybridu kukuřice v jedné oblasti (Smale, Edmeans, Groote; 2006).

Kukuřice je velmi náročnou plodinou vyžadující hluboko zpracovanou půdu, aby se mohl plně rozvinout její kořenový systém. Kvalitní orby by měly vytvořit podmínky pro minimální vstupy na pozemek v jarním období (Svoboda, 2004).

Nároky na půdu jsou dle pěstebních podmínek různé. Půdy by měly být strukturní, méně uléhavé, s přirozenou úrodností. Čím horší pěstební podmínky, tím vyšší nároky na půdu. V bramborářské a chladnější řepářské oblasti jsou půdy hlinité, výhřevné a s dostatkem humusu. Nejvhodnější je jižní, nebo jí se blížíící expozice, neboť kukuřice má nároky na intenzitu osvětlení, ale i na jeho délku v dané vývojové fázi. Kratší světelný den urychluje kvetení, ale zmenšuje výšku rostlin a počet listů. Z hlediska požadavků na vláhu je kukuřice náročná v období intenzivního růstu (mezi metáním a mléčnou zralostí), přesto dobře zvládá přísušky díky dobrému hospodaření s vodou a bohatému kořenovému systému (Vrzal a kol.; 1995).

Z hlediska ochrany půdního a životního prostředí je používání minimalizačních technologií zpracování půdy ke kukuřici žádoucí. Významné je především omezení eroze půdy a ztrát forem dusíku z půdního prostředí do podzemních vod. U technologických postupů s výsevy kukuřice do meziplodin, kdy je navíc půda obohacována o snadno rozložitelnou organickou hmotu meziplodin, zvyšuje mikrobiální aktivitu půdy. Organická hmota z kořenů a nadzemních částí meziplodin dále zlepšuje fyzikální, zejména strukturní stav půdy (Procházková a kol.; 2005)

Jarní přípravě půdy věnujeme náležitou pozornost. Práce zahájíme ihned, jakmile to dovolí půdní podmínky s dodržением těchto zásad: omezit vstupy na pozemek na minimum, maximálně šetřit vláhou, připravit podmínky pro tvorbu osivového lůžka a pro klíčení a vzcházení kukuřice, připravit podmínky pro vzejití plevelů a jejich následné ničení, zapravit minerální hnojivo, eventuelně půdní herbicidy (Svoboda, 2004).

Při rozhodování o způsobu a termínu ochrany nastává nejsložitější a nejnáročnější situace na pozemcích zaplevelených vytrvalými plevele – pýrem plazivým, pcháčem osetem aj., které citelně reagují na vzcházení až poměrně dlouho po výsevu kukuřice. V době nejvhodnějšího

termínu zásahu proti nim již mnohdy nastává kritické období z hlediska škodlivosti jednotlivých druhů, zvláště při vyšší úrovni jejich výskytu (Zimolka a kol.; 2008b).

Zpracování půdy orbou, minimalizací

Důležitou složkou pěstebních technologií je zpracování půdy a zakládání porostů. Kukuřice má široký výběr technologických postupů (Zimolka a kol.; 2008a, Kačicová 2005, Soukup 2012). Je však nutné vždy vzít v potaz stanoviště, stav půdy po předplodině, zařazení kukuřice do osevního postupu a další faktory. V současnosti lze využít jak tradiční technologie s orbou, tak i minimalizační bez orby. Zpracování půdy a příprava půdy pro setí je základem při pěstování kukuřice. Od práce s půdou se odvíjí i další následné operace jako je setí, hnojení a ošetřování za vegetace. Kultivace půdy nebo zpracování půdy včetně orby v různých formách je již dlouho oporou proti plevelům a je tak nejvíce efektivním způsobem, jak snížit semenné banky plevelů. Doporučuje se nechat semena vyklíčit a pak je mechanicky zničit. Jde jistě o velmi dobrý, i když samozřejmě dražší způsob zničení vzrůstajících plevelů, ale v dnešní době si ekonomické náklady na odstranění zjistíme sami, neboť ani využití ostatních způsobů likvidace plevelů není zrovna finančně málo nákladné (Soukup 2012).

V tomto ohledu Janýška (1990) uvádí, že předset'ová příprava půdy musí být pečlivá zvláště pro ty kultury, v nichž se mají používat preemergentní i postemergentní herbicidy.

Tradiční technologie

Tradiční způsob zpracování půdy orbou je prověřen dlouholetou praxí. Pokud se kukuřice pěstuje po sobě a po okopaninách, provádí se hluboká orba 0,24 až 0,30 m. Pokud je kukuřice zaseta po obilninách, předchází orbě podmítka do hloubky 0,06 – 0,12 m, následovaná střední orbou do hloubky 0,22 m se současným zapravením minerálních i organických hnojiv. Na jaře pak při přípravě půdy lze omezit vstup na pozemek na minimum a rozdělit práce do dvou fází. V první provést urovnání a nakypření pozemku a v druhé přípravu set'ového lůžka a setí. Kačicová (2005) uvádí následující výhody tradiční technologie zpracování půdy:

- dobré zapravení organických hnojiv, posklizňových zbytků a fyto-sanitární účinek,
- provzdušnění půdy – dobrá mineralizace, zasakování zimní vláhy,
- rychlejší prohřívání půdy na jaře,
- využití stávající mechanizace.

Naopak Zimolka a kol. (2008a) uvádí její nevýhody. Za hlavní považuje pracnost a energetickou náročnost. Na lehkých půdách provzdušnění půdy (plýtvání vláhou), na svažitéch pozemcích vyšší náchylnost k erozi.

Minimalizační a půdoochranné technologie

Základem minimalizačních technologií jsou postupy s mělkým či středně hlubokým zpracováním půdy na podzim a mělkým kypřením před setím. Při setí se pak aplikuje podpovrchově minerální hnojivo nebo při setí hnojení pod patu. Minimalizační technologie po obilninách zahrnuje podmítku a mělké nebo hlubší kypření půdy. Také lze provést podmítku a následně regulaci vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Na jaře pak následuje mělké zpracování půdy, se zapravením minerálních nebo kapalných hnojiv a následným výsevem. Po kukuřici nebo okopaninách lze uplatnit mělké zpracování půdy na podzim, mělké zpracování půdy se zapravením minerálních hnojiv na jaře a setí. Další možností je zakládání porostů kukuřice do meziplodin. Tato technologie je založena na výsevu kukuřice do vymrzající nebo přezimující, chemicky likvidovatelné meziplodiny. Tato varianta je vhodná na erozně ohrožených půdách (Zimolka a kol.; 2008b).

Výhodou minimalizace je:

- snadnější zpracování půdy (bez velkých hrud),
- omezení eroze půdy a ztrát pohyblivých forem dusíku,
- provedení úkonu v optimálním termínu,
- menší potřeba pracovní síly
- úspora vláhy v aridních oblastech a na lehkých půdách.

Nevýhodou je:

- nutnost vybavení speciálními secími stroji,
- vysoké nároky na dodržení technologické kázně (nedodržení systému se projeví nejen nekvalitním založením porostů, ale také výskytem vytrvalých plevelů),
- nedostatečné prohřívání půdy v chladnějším jaru (oddálení termínu výsevu) (Zimolka a kol.; 2008b).

V půdoochranné technologii je tak sladění všech vstupů, které jsou vhodné pro dané půdní podmínky a osevni postup pěstitelů rozhodující, zvláště pak pro ziskovost, nebo např. v systému půdoochranné technologie orba nadlouho přerušuje tvorbu přirozené půdní struktury a vrátí celý proces znovu zpět na začátek se všemi nevýhodami. Na rozdíl od klasického zpracování, kde rozježděné pole se dá vždy zorat (Novák, 2004).

3.2.1 Setí kukuřice

Setí kukuřice jak při klasické i minimalizační technologii vyžaduje:

- uložení osiva do optimální hloubky 6 - 9 cm,
- rovnoměrné set'ové lůžko s přísunem vody, vzduchu a tepla
- rovnoměrné rozmístění zrn v řádku - použití přesných secích strojů,
- pojezdová rychlost při setí 7 km/hod (Kačicová, 2005).

Dříve bývalo více obvyklé vysévat kukuřici koncem dubna a na začátku května s ukončením do 15. května. Seje se do řádků ve vzdálenosti 0,70 - 0,75 m, při pěstování na siláž lze i 0,5 m. Vysévá se asi 40 kg osiva na 1 ha a v řádku na vzdálenost 0,15 – 0,25 m. Pro dosažení vhodné hustoty porostů, výnosů a kvality kukuřice je nezbytná vhodná volba hybridu (Vrzal a kol.; 1995).

Při volbě termínu výsevu je třeba vzít v potaz mnoho okolností - výrobní oblast, charakteristiku stanoviště (příchod mrazíků, expozice stanoviště), půdní vyžrálost stanoviště (zrnitostní složení, vlhkost), výkon secího stroje k plánované ploše kukuřice, ranost hybridu (odolnost vůči chladu, rychlost počátečního růstu, výsledky chladového testu) (Kačicová, 2005).

3.3 Výživa a hnojení kukuřice

Kukuřice je také plodinou náročnou na velké množství živin. Při hnojení se vychází z průměrné spotřeby živin v kg na 1 tunu zrna a odpovídající zbývající části rostlin (viz. tab. 1). Při výnosu 7 t zrna, případně odpovídajícího výnosu fytomasy je zapotřebí:

- 154-182 kg N,
- 31-46 kg P,
- 147-231 kg K,
- 30-50 kg Ca a
- 28-42 kg Mg (Vaněk, 2012).

Tab. 1 Střední odběr živin kukuřicí na 1 t produktu

Produkt	kg/t				
	N	P	K	Ca	Mg
Zrno	22-26	4,4-6,6	21-33	4,3-7,1	4,0-6,0
Siláž a zelená hmota	3,5-4,0	0,7-0,9	2,9-3,7	0,9-1,3	0,3-0,6

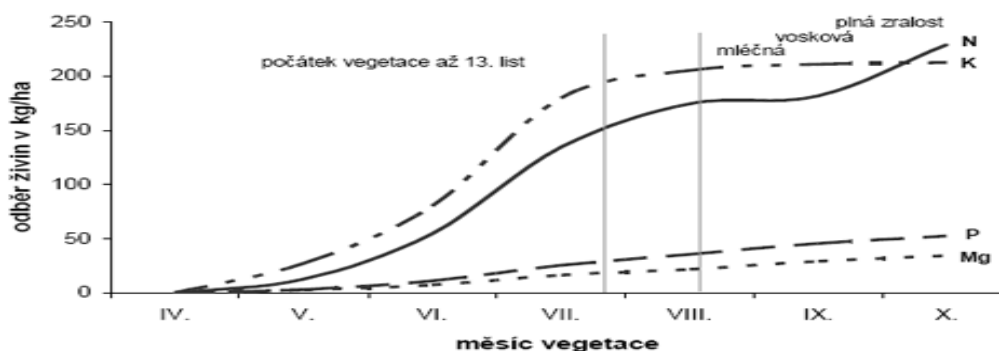
Zdroj: <http://www.old.pioneer-osiva.cz/>

Pro kukuřici jsou z pohledu výživy a tím i potřeby hnojení typické některé zvláštnosti. Pro optimální kvalitu sklizně a výnosu je nutné je respektovat (Vaněk, 2012).

Mezi tyto vlastnosti patří:

- velmi pomalý počáteční růst a malý příjem živin,
- vysoká potřeba živin v průběhu intenzivního růstu nadzemních částí rostlin (prodlužovací růst),
- vzhledem k delší vegetaci dobře využívá živin, které se uvolní v půdě během vegetace, především z organických, lehceji hydrolyzovatelných sloučenin při mineralizaci,
- vysoké požadavky kukuřice na fosfor.

Obr.1 Dynamika odběru živin kukuřicí při výnosu 6-7 t zrna z ha



Zdroj: <http://www.old.pioneer-osiva.cz/>

Dynamika příjmu živin znázorněná na grafu 1 ukazuje, že hlavní období pro vysoký příjem a odběr živin trvá 6 - 7 týdnů, kdy kukuřice přijme 70 – 75 % všech živin. Zvláště výrazné je to u draslíku, jehož příjem vrcholí v období počátku květu a podobný příjem má i dusík, který v období po odkvětu má prodlevu s následným nárůstem v období nalévání zrn v palicích. Příjem P a Mg je rovnoměrný během celé vegetace (Vaněk, 2012).

Rostliny přijmou převážnou část živin v období červen - červenec a tyto živiny musí být tedy k dispozici v půdě v dostatečném množství. Dynamika odběru živin, jejich potřeba a systém hnojení je stejný u kukuřice na siláž i zrno (Vaněk a kol.; 2002).

3.4 Choroby a škůdci kukuřice

U kukuřice se lze setkat s listovými chorobami, chorobami palic a také s chorobami stébla, které často nejsou na první pohled příliš zřetelné. Vedle houbových patogenů napadají kukuřici také významné viry. Zdroje infekce jsou monokultury obilnin nebo jejich extrémní zastoupení v osevním postupu, pěstování kukuřice několik let za sebou a používání fungicidně nemořeného osiva. Ochrana je možná mořením osiva fungicidně, agrohygiena (péče o správné zacházení s posklizňovými zbytky a půdou) (Kazda a kol.; 2003; Říha, Kraus, 2010).

Nejdůležitějším škůdcem kukuřice je zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*). Ve střední Evropě má více než 100 druhů živných rostlin. Patří mezi ně širokolisté plevely jako lebeda, merlík, pelyněk, kopřiva, rdesno. K masovému namnožení však dochází především na kukuřici. Dospělci neškodí, ale vylíhlé larvy vyžirají stébla, prožirají se i do palic, dochází k lámání stébel. Dorostlé housenky přezimují v bazálních částech stébla a na jaře se kuklí.

Snižuje výnos a kvalitu zrna a zvyšuje sklizňové ztráty. Ochrana se provádí chemickými prostředky v době maximálního náletu dospělců. Ztráty rostlin kukuřice vzniklé po vzejití dále způsobují drátovci (larvy kovaříků – *Elateridae*) a larvy první generace bzunky ječné (*Oscinella frit*), tomuto lze předejít použitím vhodného mořidla na osivo kukuřice.

Dále je to bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera*) jehož dospělci se živí na bliznách a způsobují tzv. hluchost klasů, larvy ožirají kořeny a přispívají k vyvracení a schnutí rostlin. Míra škod závisí na počtu jedinců. Nezbytná je chemická ochrana při monokulturním pěstování kukuřice. Proti larvám je účinné moření osiva a aplikace půdních granulovaných a kapalných insekticidů (Kazda a kol.; 2003).

3.5 Plevel v kukuřici a jejich regulace

Plevel, jak uvádí Mikulka (1996), patří mezi limitující škodlivé činitele. Z dlouhodobého pohledu je vhodné řadu plevelů (pýr plazivý, pcháč oset, svízel přitulu, heřmánkovec přímořský, oves hluchý) hubit v předplodinách. Dle názoru autora se vlivem dlouhodobých změn v plevelných společenstvech výrazně změnilo druhové spektrum plevelů ve prospěch plevelných druhů, kterým vyhovuje intenzivní obhospodařování půdy.

Zdrojem šíření plevelů na ornou půdu jsou ohniska plevelných rostlin na runištích, smetištích skládkách, navážkách zemin o okolí skladů apod. Velmi významné je zaplevelení železnic a okolí silnic. V těchto podmínkách plevely produkují často velké množství semen a mohou odtud zaplevelovat ornou půdu. Z takových ohnisek se také rozrůstají vytrvalé plevely (Kostelanský et al. 2006; Kneifelová, Mikulka, 2003).

Dle Dvořáka a Smutného (2003) stupeň škodlivosti plevelů se zvyšuje sladěním životního rytmu plodiny a plevelů, které rostou na společném stanovišti. Konkurenčně se nejvíce uplatňuje ten druh plevelu, který klíčí, vzchází a dále se rozvíjí s pěstovanou plodinou.

Konkurence v rámci různých druhů dvouděložných a trávovitých plevelů je v kukuřici velmi vysoká. K jejich větší škodlivosti přispívá to, že kukuřice se seje do relativně širokých řádků a tyto plevely tak mají ideální podmínky pro růst. Z daného důvodu je ochrana proti plevelům významným pěstitelským opatřením (Kulová, 2001; Mikulka, 2009).

Pro určitou plodinu je škodlivý každý druh plevelu společně se s ní vyvíjející, který kromě intenzivního odčerpání vody, vzduchu a živin z půdy také svými mohutnými nadzemními i

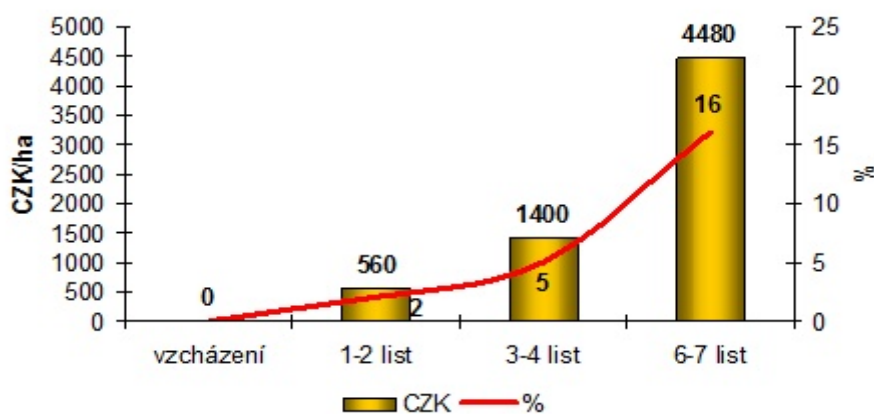
podzemními orgány zastiňuje a mechanicky utlačuje kulturní rostliny tak, že nemohou normálně růst a poskytovat požadovaný výnos (Hruška et al. 1976).

Jelikož je kukuřice extrémně citlivá na vliv plevelů, patří mezi rostliny s nižší konkurenční schopností, což se projevuje především na počátku vegetace, způsobuje konkurence plevelů v počátečních fázích vývoje nezvratné snížení výnosu kukuřice - od zasetí do fáze 6. listu vytváří a diferencuje kukuřice zárodečný vrchol palice a určuje počet řad a počet zrn v řadách palice a také vytváří základy všech zbývajících listů. Rostlina nemá možnost ztráty zapříčiněné zaplevelením kompenzovat množšením jiných výnosotvorných prvků. Trvá poměrně dlouho než dojde k zapojení porostu a tedy i k účinné konkurenci vzcházejícím plevelům. Pokud se neudrží porost v bezplevelném stavu, běžně klesá redukce výnosu o 25 – 50 % (Kulová, 2001).

Plevelé v kukuřici sníží výnos, protože:

- odeberou kukuřici živiny,
- odeberou kukuřici vodu,
- oddálí se nástup generativní fáze kukuřice díky zastínění rostlin,
- způsobují nerovnoměrné dozrávání a opoždění sklizňové zralosti,
- výrazně potlačí vliv hybridu na výnos (Kulová, 2002).

Obr. 2 Ztráty výnosu vlivem zaplevelení kukuřice v Kč/ha



Zdroj: <http://www.zea.cz/>

Vzhledem k době vegetace a porostu lze v kukuřici identifikovat široké spektrum plevelů a protože se v osevních postupech objevuje velký podíl obilnin a řepky, objevují se v kukuřici typické obilní plevele. Nebezpečné jsou ty, které jsou vzrůstnější a mohou se uplatnit konkurenčně, např. opletka obecná, svízel přítula a heřmánkovité plevele. V teplejších oblastech se vyskytují invazní plevele - laskavec zelenoklasý, mračník Teofrastův a další (Jursík, Soukup, 2007)

Z vytrvalých plevelů vedle nejběžnějších druhů, jako je pýr plazivý se vyskytují i v poslední době kamýšníky a rukev lužní. Ochrana proti těmto plevelům se značně prodražuje a proti nově se vyskytujícím plevelům je chemická ochrana podstatně komplikovanější až nemožná. Po dlouholetém užívání herbicidů se vyselektovaly rezistentní populace plevelů, které jsou schopné herbicid tolerovat (Soukup, 2012).

Biologie a ekologie nejvýznamnějších plevelů kukuřice

Dle frekvence výskytu jednotlivých druhů plevelů v kukuřici obr. 3 je patrné, že nejčastějšími pleveli, které se vyskytují v kukuřici jsou:

- Ježatka kuří noha,
- Pýr plazivý,
- Pcháč oset,
- Merlík bílý a
- Laskavec srstnatý.

Ježatka kuří noha - *Echinochloa crus-galli* je jednoletá, pozdně jarní rostlina z čeledi Poaceae – lipnicovité. Pochází ze střední a východní Asie, její rozšíření je dnes téměř po celém světě a je považována za třetí nejexpanzivnější plevel ve světě. Patří mezi C4 rostliny. U nás se rozšířila s kukuřicí v 60. letech. Vyhovují jí teplé nížinné oblasti, ale v posledních letech se rozšířila i do chladnějších lokalit. Jako plevel působí problémy především v porostech okopanin, zeleniny a kukuřice. Je to volně trsnatá tráva, lodyha je přímá vystoupavá, 30–100 cm vysoká. Rostliny mohutně odnožují (na jedné rostlině se vytvoří až 20 odnoží), květenství je převislá lata tvořená lichoklasy. Jednokvěté klásky jsou 3 – 4 mm dlouhé. Kvete od července do října a plodem je pluchatá obilka s ostrou hranou. Rostlina se rozmnožuje pouze generativně, dokáže však vyprodukovat i několik tisíc obilek. Obilky

dozrávají postupně a dopadají na půdu v okolí mateřské rostliny, udržují si klíčivost až 10 let. Na území České republiky byly nalezeny biotypy rezistentní vůči přípravkům ze skupiny inhibitorů PSII, konkrétně vůči atrazinu s možností křížové rezistence vůči jiným přípravkům z téže skupiny. Biotypy se nacházely v porostech kukuřice (Mikulka, Slavíková; 2009).

Pýr plazivý - *Elytrigia repens* je rostlina z čeledi Poaceae – lipnicovité. Jde o vytrvalou bylinu s dlouhými podzemními výběžky. Je to obtížný plevel s vysokou konkurenční schopností. Vyžaduje kyprou vzdušnou půdu, na zhutněných půdách postupně ustupuje. Stébela dorůstají výšek 30 až 150 cm a jsou přímá nebo v kolénkách vystoupavá. Listy úzce čárkovité dosahují šířky 1,2-10 mm, na vnější straně listu se při bázi nachází krátký jazýček. Květy jsou v kláscích, které tvoří klas. Klásky jsou přisedlé, jednotlivé, ploché, 8 až 20 mm dlouhé, se 3 až 8 květy a 2 plevami, vyrůstají na protilehlých stranách větve klasu, ke kterému jsou přiloženy svou širší stranou. Pluchy jsou osinaté nebo bez osin, plodem je pluchatá obilka. Kvete od června do srpna. Množí se jak generativně, tak rozrůstajícími se podzemními výběžky (Procházka, 1993).

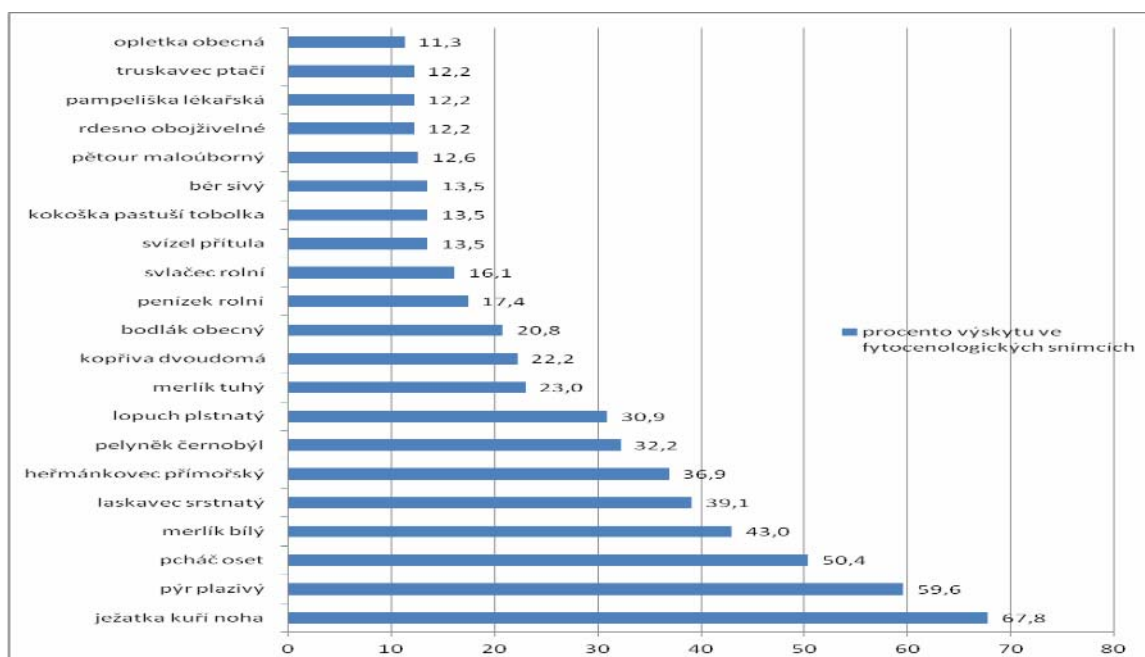
Pcháč oset - *Cirsium arvense* je rostlina z čeledi hvězdnicovité – Asteraceae. Je jedním z našich nejobtížnějších a nejvíce rozšířených plevelů. Je to vytrvalá, až 150 cm vysoká bylina. Má rád půdy hluboké a hlinité, roste i na místech velmi suchých, neboť jeho kořeny sahají do hloubky až 2 m, odkud dokáže získat potřebné množství vody. Stonek větvený, olistěný, nekřídlatý, s nekvetoucími výhony. Listy nedělené nebo chobotnatě zubaté, někdy peřenoklané, na okraji obvykle zvlněné a ostnitě, na líci lysé, na rubu lysé až běloplstnatě chlupaté. Květy jsou v latnatě uspořádaných úborech. Kvete od června do září. Nažky zrají do konce srpna. Množí generativně nažkami a vegetativně podzemními výběžky (Mikulka, Kneifelová, Soukup, Uhlík; 2005; Kneifelová, Mikulka; 2003).

Merlík bílý – *Chenopodium album* je jednoletý, pozdně jarní plevel z čeledi merlíkovité – Chenopodiaceae. Jde o jeden z nejrozšířenějších plevelů na orné půdě. Vyskytuje se po celém území České republiky. Je to světlomilná rostlina, která potřebuje pro svůj růst dostatek světla, proto zapleveluje především okopaniny (kukuřici, cukrovku, brambory), zeleniny, zavlažované plodiny i jiné zvláště prořídle porosty. Rostliny koření kulovým kořenem, který sahá i do podorničních hloubek. Lodyha vysoká 10 – 70 cm bývá zeleně či červeně proužkovaná a větví se již odspodu s šikmo vzhůru odstávajícími větvemi. Květenstvím je lichoklas až licholata složená z vícekvětých, nahlučených klubíček. Kvete od června do září. Vytváří semena černá, nažloutlá, nahnědlá s různě silným oplodím a osemením, což má vliv na klíčivost. Rostliny se rozmnožují výhradně semeny, kterých bývá 100 000, ale na výživných stanovištích až 500 000. Nažky si udržují klíčivost v půdě po dobu až 10 let

(některé zdroje uvádějí dokonce až 40 let). Rezistentní merlík bílý byl v České republice zjištěn v roce 1986. Rezistentní populace byly prokázány v porostech kukuřice a cukrové řepy. Byla zjištěna tolerance k přípravkům ze skupiny inhibitorů fotosyntézy ve fotosystému II, konkrétně vůči atrazinu, cyanazinu, lenacilu, prometrynu, simazinu, terbuthylazinu a terbutrynu (Mikulka, Slavíková; 2009).

Laskavec srstnatý - *Amaranthus retroflexus* je jednoletá bylina z čeledi laskavcovité – *Amaranthaceae* vysoká až 100 cm. Je to plevel, který svým množstvím semen dokáže v krátké době zaplevelit velké oblasti. Nejvíce se vyskytuje v okopaninách, kde se semenáčky začínají objevovat pozdě, až po ukončení jarních prací. Lodyha je přímá, jednoduchá nebo větvená, poněkud rozbrázděná, hustě a krátce chlupatá. Lodyžní listy jsou vejčité, po obou stranách zúžené, na konci tupé až zašpičatělé, po obvodu bývají zvlněné. V noci se listy vztyčují. Kořen je krátký kulovitý do 15 cm délky, jeho bohaté kořenové vlášení prorůstá do hloubky okolo 1 metru. Květ je nahloučený, přímý lichoklas a je tvořen drobnými jedno nebo oboupohlavními, zelenými až bledými květy, shloučenými v květní klubíčka. Plodem je svraštělá tobolek. Statná rostlina může vyprodukovat za rok až 5000 semen (Kazda, Mikulka, Prokinová; 2010).

Obr. 3 Frekvence výskytu jednotlivých druhů plevelů v kukuřici



Zdroj: Zimolka a kol., 2008a

Regulace zaplevelení

Pro regulaci zaplevelení je v první řadě nutné provést diagnostiku zaplevelení (poznání plevelů, jejich biologie, evidence rozšíření, poznání zdrojů), poté připravit prognózu zaplevelení a provést regulační opatření (Mikulka, Kneifeová; 2003).

Plevely lze potlačovat preventivními opatřeními, vytvářením vhodných agrotechnických podmínek a pomocí přímých plevelohubných zásahů. Regulaci zaplevelení lze pojmut jako ochranu nechemickou – mechanicky a ochranu chemickou. Chemickou ochranu pomocí herbicidů lze pak rozdělit na preemergentní ošetření, časné postemergentní ošetření a postemergentní ošetření a použití herbicidů v meziporostním období (Mikulka, Kneifelová; 2003).

Prevence

Preventivní metody (nepřímé) se zaměřují na omezování zdrojů zaplevelení. Cílem preventivních opatření je zabránit šíření rozmnožovacích orgánů plevelů, zvláště plodů a semen, na stávajících i doposud nezaplevelených stanovištích. Na stávajících stanovištích dojde k podstatnému snížení množství semen v půdě pokud se půdní zásoby nezvýší po dobu tří až pěti let (Kneifelová; 2003).

Zabránit šíření rozmnožovacích orgánů plevelů lze vyčištěným osivem a nezávadnými statkovými hnojivy. Část semen plevelů může přežít průchod trávicím traktem a dostávat se na pole s nevyzrálým hnojem. Také často roste řada druhů poblíž méně udržovaných hnojišť a kompostáren nebo přímo na nich. Vzhledem k dostatku živin zde vytvářejí mohutné rostliny, produkují velké množství semen a plodů a ty se spolu s hnojivou šíří během aplikace na hnojené pozemky. Udržování hnojišť a kompostů v bezplevelném stavu je důležitou součástí systému regulace výskytu plevelů (Mikulka, Kneifelová, 2003; Soukup; 2005).

Zdrojem šíření plevelů na ornou půdu jsou ohniska plevelných rostlin na rumišťích, skládkách, navážkách zemin, smetištích i okolí skladů. Velmi významné je zaplevelení železnic a okolí silnic. V těchto podmínkách plevely produkují často velké množství semen a mohou odtud zaplevelovat ornou půdu (Kostelanský et al. 2006; Mikulka, Kneifelová; 2003).

Jako další příspěvek regulace zaplevelení porostů je i vlastní výběr vhodného pozemku pro pěstování dané kultury. Plodiny, které jsou citlivé k zaplevelení určitým druhem plevelu se

nezařadí na pozemky, kde výskyt daného druhu plevelu je hojný (Kohout, Škoda; 1993; Mikulka, Kneifelová; 2003; Jursík a kol.; 2011).

Dále má velký význam zajištění příznivých podmínek pro růst a vývoj pěstovaných rostlin správnými osevními postupy, dodržáním lhůt pro setí, včasná a správně provedená sklizeň a využití meziplodin (Kohout, Škoda.,1993; Jursík a kol.; 2011).

Nechemická regulace

Nechemická regulace je postavená na mechanických zásazích. Mezi mechanické způsoby regulace plevelů řadíme většinu kultivačních zásahů v průběhu vegetace plodiny a to je:

- podmítka,
- orba,
- předseťová příprava půdy,
- pletí,
- vláčení,
- meziřádková kultivace.

Základem u kukuřice může být meziřádková kultivace – plečkování. Pasivní plečky podřezávají půdu v hloubce několika centimetrů a narušují tak kořenový systém plevelů. Aktivní (rotační) plečky intenzivně zpracovávají povrchovou vrstvu půdy, přičemž rostliny plevelů jsou silně mechanicky poškozeny a částečně zapraveny do půdy a nemohou pokračovat v růstu. V současné době se plečkování omezuje na situace, kdy se v porostu vyskytují obtížně zasažitelné druhy plevelů nebo půda je silně utužena (Zimolka a kol.; 2008a).

Plevelu v řádcích kukuřice jsou eliminovány nejčastěji vláčením, především pomocí prutových bran. Pružné pruty bran poškozují drobné vzcházející plevelu. Aby nebyl porost poškozen, je nutné zvolit správný termín zásahu, vláčení se používá buď před vzejitím porostů, nebo v době, kdy je již plodina dostatečně silná a zakořeněná. Je také vhodné tento zásah provádět v odpoledních hodinách (dochází k poklesu turgoru a rostliny se méně lámou). První zásah je třeba provést naslepo, několik dnů po zasetí, kdy je většina plevelů již vyklíčena a délka klíčků kukuřice je asi 4 cm. Pruty bran nesmí poškozovat klíčící kukuřici (hloubka zásahu je max. 2 cm). Úspěšnost tohoto zásahu bývá až 80 %. Pokud nelze provést

vláčení naslepo, provádí se šetrně ve fázi 3 – 4 listů (Kohout, Škoda; 1993). V současné době je toto opatření využíváno jen při ekologickém způsobu pěstování kukuřice.

Úspěšnost zásahů je závislá na počasí. Pokud je vlhké počasí, plevele mohou znovu začít růst a pokud vlhké počasí přetrvává, mohou plevele přerůst. V praxi lze proto počítat pouze s 50 % účinností mechanické regulace plevelů. Je tedy nutné provádět tyto zásahy minimálně dvakrát. Výhodou těchto zásahů je zlepšená struktura půdy, podpora mikrobiální aktivity v důsledku provzdušnění, což přispívá k růstu kukuřice a zvyšuje její konkurenceschopnost vůči plevelům (Zimolka a kol.;2008a; Jursík a kol.; 2011).

Chemická regulace

Chemická regulace plevelů znamená aplikaci herbicidních prostředků. Použití herbicidů je relativně málo náročné na lidskou práci a také bývá méně nákladné než ostatní možnosti regulace plevelů. Přesto má používání herbicidů určitá rizika. Při nevhodném používání mohou herbicidy způsobovat poškození pěstované plodiny (fytotoxicity), mohou mít negativní vliv na osoby, které přicházejí do kontaktu s těmito látkami a také zatěžují životní prostředí. Tyto látky nebo meziprodukty jejich rozkladu mohou přetrvávat v půdě, být vyplavovány do podzemních či povrchových vod, případně mohou být rezidua těchto látek obsažena v potravinách (Kulová, 2001).

Při volbě vhodného herbicidu je nutné rozlišovat mezi herbicidy účinkujícími přes půdu a listovými herbicidy. Pokud je zvolen herbicid s kombinovaným účinkem a nebo směs herbicidů, měla by kvalitně hubit nejvíce vzrostlé plevele. Je však důležité, aby herbicid vykazoval dostatečnou reziduální účinnost, která zajistí kontrolu postupně vzcházejících plevelů (Mikulka, 2007).

U půdních herbicidů rostliny přijímají účinnou látku prostřednictvím kořenů. Půdní herbicidy se vyznačují delší dobou reziduální účinnosti na plevele. To je důležité v chladnějším počasí. Reziduální účinnost pak působí na později vzcházející plevele. Některé účinné látky těchto herbicidů mají často vedlejší účinek i na list, což se využívá při časně postemergentní aplikaci. Listové herbicidy účinkují výhradně přes listy plevelů. Pokud jde o účinnost, ovlivňuje ji vosková vrstvička na listech plevelů. Pro vyšší účinnost je vhodná aplikace po dešti, který je schopen tuto vrstvičku narušit. V porovnání s půdními herbicidy mají vyšší teplotní požadavky, zvláště pak z důvodu jejich účinnosti, neboť následující dešť po aplikaci značně snižuje jejich účinnost (Štěpánek, 2005a).

Dále jsou to kontaktní herbicidy, které jsou aktivovány slunečním zářením. Účinné látky rozrušují chlorofil v pletivech plevelů. Aby byla aplikace účinná, je potřeba, aby po aplikaci herbicidu trvalo přímé sluneční záření ještě po dobu 5 až 6 hodin, jinak se snižuje jeho účinnost. Je možné také použití neselektivních herbicidů. To je vhodné u silně zaplevelených pozemků vytrvalými plevely. Používají se herbicidy na bázi účinné látky glyphosate nebo sulphosate. Aplikují se na vzešlé plevele a další příprava půdy se provádí za 10 – 14 dní po aplikaci (Jursík, Soukup, 2008).

Rovněž tak lze dělit herbicidy podle mechanismu účinku. Tento účinek je velmi důležitý pro minimalizaci selekce jednotlivých plevelných druhů a pro minimalizaci rizika vzniku rezistentních populací plevelů. Jsou to syntetické auxiny, což jsou nejrozšířenější herbicidní látky. Účinek se projevuje porušením fytohormonální koordinace – deformují se listy a stonky, rostlina se postupně vysiluje a umírá. Mezi nejznámější patří herbicidy ze skupiny fenoxycarboxylových kyselin. Dále jsou to inhibitory syntézy aminokyselin. Tyto látky ovlivňují biosyntézu aminokyselin. Nejznámější jsou inhibitory acetolaktát – sytázy, která ovlivňuje syntézu valinu, leucinu a isoleucinu, což vede k zastavení růstu rostlin. Jsou to herbicidy ze skupiny sulfonylmočovin, imidazolinonů a triazopyrimidinů. Také jsou to inhibitory syntézy karotenoidů. Ty ovlivňují pochody při tvorbě pigmentů. Nejznámější jsou inhibitory syntézy porfyrinů. Tyto herbicidy mají kontaktní účinek. Také jsou to inhibitory acetylkoenzym - A karboxylázy. Tento enzym spouští syntézu mastných kyselin při tvorbě buněčných membrán. Účinek se projevuje rychlým zastavením růstu rostlin, žloutnutím listů, nekrotizací a zasycháním rostlin. Tyto herbicidy se používají k regulaci jednoletých i vytrvalých plevelů, často se systémovým účinkem (Mikulka, 2007).

Jako jeden z nejzávažnějších vytrvalých plevelů u nás je pýr plazivý, který v kukuřici způsobuje značné škody, neboť i nadále v rámci ochrany rostlin představuje závažný problém. Z daného důvodu je i nadále hubení pýru v předplodině i na strništi hodnoceno jako nejlepší způsob, vysoce účinný i cenově nejdostupnější. V ČR lze již zakoupit celou škálu předem vyzkoušených přípravků (Roundup, Dominator, Kaput, Touchdown a další s účinnými látkami glyphosate-IPA, glyphosate, sulphosate atd.) (Jursík a kol.; 2011).

V porostu kukuřice je hubení pýru mnohem dražší a proto k tomuto kroku přistupujeme, pokud se nám nepodařilo zlikvidovat pýr již v předplodině. Většinou nejde o hloubkový účinek, neboť pýr není v době provádění aplikace zvoleného přípravku v dostatečném růstovém stadiu a dojde tedy pouze k dočasnému utlumení růstu. Vzhledem k tomu musí postemergentní zásah být proveden nejpozději do pátého až šestého listu kukuřice.

K dostatečnému hubení plevelné rostliny pýru se v porostu kukuřice osvědčily přípravky s širokospektrálním účinkem na bázi sulfonylmočovín (Milagro, Titus 25 WG, popřípadě přípravek Grid, a další) (Kulová, 2002).

Druhou skupinou je ze základní skupiny plevelů zastupují plevele vytrvalé hlouběji kořenící. Výběžky kořenů těchto plevelů pronikají svisle a pronikají tak hluboko do podorničních vrstev. Mnohé z úlomků i výběžků se mohou regenerovat a i dále se vegetativně rozmnožovat. Jedním z představitelů této skupiny je hluboce kořenící pcháč rolní. K hubení v kukuřici postačí většinou ohnisková aplikace přípravků. Z daného důvodu je tedy nutný předpoklad zjištění správného načasování chemického zásahu i důkladná evidence ohnisek výskytu daného plevele. Jelikož kukuřice nemá proti pcháči náskok v růstu, je tedy potřeba odstranit pcháč na počátku růstu, maximálně do pátého až šestého listu rostlin kukuřice (Soukup, 2012).

V současné době máme již k dispozici řadu výborných účinných látek a tak lze eliminovat a případně i vyřadit z porostu kukuřice plevelnou rostlinu pcháče. Z účinných látek se jedná např. o 2,4 D, dicamba, nicosulfuron, rimsulfuron (přípravky Dicopur D, Mustang, Banvel 480 S, Milagro, Titus Plus a další). U přípravků, které využívají účinnou látku 2,4 D a dicamba je nutné dodržet předepsané podmínky aplikace jako je doporučená teplota i růstová fáze kukuřice, neboť může dojít k nežádoucímu poškození již vzešlého porostu kukuřice. Rovněž tak velmi dobrého účinku proti pcháči dosahují herbicidy s obsahem účinné látky na bázi clopyralid (Lontrel 300 a Cliophar 300 SL), která navíc zamezuje obrůstání pcháče z kořenových výběžků (Kulová, 2002).

Také i další hubení některých „problémových“ plevelů jako je např. lilek černý, který se původně rozšířil jen v teplejších oblastech ČR, ale v současné době se postupně šíří již podobně jako ježatka či laskavec spolu s osivem některých polních plodin i do vyšších poloh. Jde to jedovatou rostlinu s obsahem glykosidu a saponinu. Z daného důvodu bychom nikdy neměli dovolit jeho rozšíření a to zejména u ploch určených na siláž. K likvidaci je velmi vhodné využít preemergentní aplikaci přípravků s účinnými látkami pendimethalin + dimethenamid (přípravek Stomp + Frontier Pack) a účinnou látku isoxaflutole (přípravek Merlin 750WG), či zvýšenou dávku přípravků s účinnou látkou acetochlor (Guardian EC, Trophy) a další. Při postemergentní aplikaci lze úspěšně využít širší spektrum přípravků (Lasso MT, Lentagran 45 WP, Mikado. V kukuřičném poli je také problémem výskyt rostlin brambory. Zde se při likvidaci osvědčily přípravky s účinnou látkou clopyralid (Lontrel 300 a Cliophar 300 SL) a fluroxypyr (Starane 250 EC, Tomigan 250 EC). Velmi často se používají i přípravky na bázi sulfonylmočovín, tyto jsou zároveň aplikované proti některým vytrvalým

plevelům s účinnou látkou nicosulfuron, případě sulcotrion (Milagro, Mikado a další). Zde můžeme upozornit, že bychom v žádném případě neměli použít účinnou látku rimsulfuron (Titus 25WG), která se běžně používá k ochraně brambor proti plevelům. Utlumením růstu brambory v kukuřici tak snížíme starosti se zaplevelením pole a podpoříme tím růst rostlin kukuřice samotné (Štěpánek, 2005a).

V roce 2000 byla rozšířena nabídka také ze strany výrobce Dow AgroSciences. Byl nově zaregistrován k možnému použití v kukuřici herbicid Mustang a Trophy. Oba tyto přípravky se doplňují jak termínem použití, tak mají i velmi široké spektrum účinnosti (Mikulka, 2007).

Herbicid Trophy je dlouhodobě osvědčený jak v kukuřici i slunečnici s účinností proti trávovitým i širokým plevelům. U jednoletých trav má výborný účinek na ježatku kuří nohu, béry, rosničku krvavou, lipnici roční, chundelku metlici a další. Rovněž tak velmi dobře působí i proti dvouděložným plevelům, které se často vyskytují v kukuřici, jako například proti laskavcům, merlíkům, lebedám, turanu, heřmánkům, rmenům, hluchavkám, ptačinci apod. V poli s kukuřicí se aplikuje zpravidla v dávce 2 -2,5l.ha-1 a nejčastěji v kombinaci s přípravky na bázi atrazie (například Gesaprim 90 WG v dávce 0,55kg.ha-1) (Kulová, 2002).

Herbicid s označením Mustang se používá až po vzejití plevelů, v době od šestého listu kukuřice. Zde se doporučuje dávka 0,6 – 0,8l.ha-1, která v kukuřici hubí spolehlivě merlíky, laskavce, lebedy, rdesna, heřmánky, rmeny, svízel přítulu, pohanku svlačcovitou, vydrol řepky, penízek, kokošku, vydrol slunečnice, ptačinec, žabinec, úhorník mnohodílný, pcháč oset, mléč rolní, šťovíky, pelyněk černobýl, mák vlčí, chrpu modrák a další. V souvislosti se zabezpečením reziduální účinnosti a i proti dalším vzcházejícím plevelům je výhodné v době po aplikaci přípravků Mustang namíchat s přípravky na bázi atrazine, například Gesaprim 90 WG (0,55 kg.ha-1) (Kulová, 2001).

U herbicidů půdních nastává účinek přes půdu. Rostliny takto přijímají účinnou látku prostřednictvím kořenů. Oproti listovým herbicidům se půdní herbicidy vyznačují delší dobou reziduální účinnosti na plevele (Kulová, 2002).

Chemická regulace plevelů má některá rizika, která se mohou projevit při nevhodném použití např. opakování stejné látky obsažené v herbicidu. U plevelů tak vzniká rezistence na používané látky při následné aplikaci herbicidních prostředků. (Kulová, 2001).

Pro typickou rezistentci populace plevelů je zřejmé, že je zpočátku malá a omezená na izolovaná místa. Pokud bude neustále používán stejný herbicidně regulační program, začnou tato místa obsazovat větší podíl pozemku, až rezistentní plevele převládnu. Dále je vhodné používat herbicidy v tank-mixech, nebo následnou směs, která obsahuje účinné látky s více

způsoby účinnosti. Oba herbicidy ve směsi musí mít značnou účinnost proti možným rezistentním plevelům. Také je vhodné slučovat mechanické způsoby ochrany (jako rotační plení, obdělávání, dokonce i ruční plení) s herbicidním ošetřením do společného programu regulace veškerých plevelných druhů. Nutná je očista nářadí na zpracování půdy před přesunutím z pozemků zamořených rezistentními plevelely na nezamořené pozemky apod. (Štěpánek, 2005 b).

Vzhledem poměrně dlouhému meziporostnímu období (období mezi sklizní předplodiny a setím kukuřice) je možné provést regulaci plevelů, především pýru plazivého, již v tomto období. Škodlivost pýru není jen v přímém konkurenčním působení, ale rostliny pýru ovlivňují plodinu také vylučováním toxicky působící látky do půdy a tato látka se uvolňuje i po odumření pýru. Na silně zaplevelených pozemcích pýrem může dojít k růstové depresi kukuřice, snížení výnosu i v případě účinného postemergentního ošetření. Je vhodné ošetřit pozemky silně zaplevelené pýrem herbicidem ještě před založením porostu kukuřice. Pýr plazivý je k listovým neselektivním herbicidům s účinnou látkou glyphosate vysoce citlivý již v relativně nízkých dávkách. Aby bylo ošetření dostatečně účinné a dlouhodobé, musí být správně načasované. Aplikaci lze provést přímo na strniště předplodiny, vhodnější je zaplevelený pozemek nejdříve zdiskovat. Za příznivých podmínek z rozřezaných oddenků dojde masově ke vzcházení pýru a účinnost aplikace glyfosátových herbicidů je vyšší. Nižší účinnost neselektivních herbicidů je za sucha a pak je vhodné provést ošetření až na jaře. Tímto ošetřením bývají potlačeny i jednoleté plevele a částečně také některé vytrvalé dvouděložné plevele (pcháč rolní, mléč rolní atd.), účinnost však není dlouhodobá (Jursík, Soukup, 2009).

Před výběrem herbicidu je vhodné rozhodnout aplikační termín, a to především s ohledem na následující faktory:

- plevelné spektrum,
- termín výsevu kukuřice
- sorpční schopnost půdy,
- vlhkost půdy,
- nadmořská výška,
- technologie založení porostu,

- intenzita zaplevelení a
- velikost plochy kukuřice (Jursík a kol.;2011; Kohout, 1996; Mikulka, Kneifelová, Soukup, Uhlík; 2005; Kneifelová, Mikulka, Chodová; 1996).

Preemergentní aplikace

Tato aplikace herbicidů byla základem regulace plevelů v době použití triazinových herbicidů. Zásada pro použití těchto herbicidů je použití po zasetí, ale před vzejitím rostliny (většinou do třech dní po zasetí). Preemergentní herbicidní ošetření kukuřice se provádí především při velmi časném setí nebo při pěstování ve vyšších a pro růst kukuřice méně příznivých polohách (velmi dlouhá doba od setí do vytvoření tří až čtyř listů kukuřice). Plevelé v této situaci rostou rychleji a snadněji konkurují. Také může být účelné v podnicích s velkou výměrou kukuřice (rozložení pracovních operací), nebo na pozemcích s velmi vysokou intenzitou zaplevelení jednoletými plevele (Štěpánek, 2005a).

Účinnost těchto herbicidů klesá při suchém počasí, ovlivňuje ji významně půdní vlhkost. Pokud se aplikují herbicidy preemergentně na suchou půdu je třeba použít minimálně 400 l vody na hektar. Menší účinnost těchto herbicidů je na půdách silně humózních a na pozemcích s aplikací většího množství močůvky, kejdy, hnoje. Množství herbicidů pro preemergentní aplikaci v kukuřici klesá (vyřazování triazinových herbicidů). Částečně jsou tyto herbicidy nahrazovány novými, moderními a ekologicky přijatelnějšími přípravky, které jsou však určeny především k časnému postemergentnímu ošetření, přestože je jejich preemergentní aplikace také možná (Smutný, 2012).

Z triazinových herbicidů jsou v současné době registrovány pouze dva přípravky s látkou *terbuthylazin* a *metolachlor*. Oba jsou velmi selektivní ke kukuřici a lze jimi ošetřovat prakticky bez ohledu na její růstovou fázi. Levnější variantou preemergentního ošetření jsou acetamidy, které pokrývají užší plevelné spektrum (především jednoleté plevelné trávy) a již vzešlé plevele nemusí být dostatečně potlačeny (Jursík, Soukup, Holec; 2011).

Poměrně novým herbicidem k preemergentnímu ošetření kukuřice je přípravek s látkou *isoxaflutole*, který se vyznačuje výhodným poměrem ceny a účinnosti na velmi široké plevelné spektrum, vysokou spolehlivostí i v sušších podmínkách. Určitým problémem je nižší selektivita ke kukuřici. Pokud je aplikován v registrované dávce (do 130 g/ha), příznaky

odezní do dvou až tří týdnů a k ovlivnění výnosu nedochází (Zimolka a kol.; 2008a; Jursík, Soukup, 2007).

Časně postemergentní aplikace

Časně postemergentní herbicidní ošetření kukuřice je velmi časně ošetření (do fáze 2 až 3 listů). Toto ošetření slučuje výhody klasického preemergentního a postemergentního ošetření:

- ošetřují se cíleně vzešlé plevely,
- plevely jsou potlačeny před svým možným konkurenčním působením,
- snižuje se riziko selhání vlivem sucha,
- v raných růstových fázích jsou plevely velmi citlivé na většinu herbicidů,
- není třeba opravných zásahů (pokud se nevyskytují vytrvalé plevely).

Pokud má být ošetření dostatečně účinné a nedocházet ke vzcházení nových rostlin plevelů, je třeba vhodná volba herbicidů, případně jejich TM kombinace. Je také třeba brát ohledy na selektivitu herbicidů ke kukuřici, která u sulfonylmočoviny a růstových herbicidů není příliš vysoká.

V současnosti je v ČR registrován pouze herbicid Callisto (*mesotrione*), který se vyznačuje vysokou selektivitou ke kukuřici. Nejvyšší účinnost je krátce po vzejití plevelů (nejlépe ve fázi 2 až 4 pravých listů plevelů). V tomto termínu je obvykle dosahováno velmi vysoké účinnosti na široké spektrum plevelů, včetně ježatky kuří nohy, ovšem reziduální působení nemusí být dostatečně dlouhé (Jursík, Soukup, 2007).

Postemergentní aplikace

Rychlý vývoj nových herbicidů do kukuřice vytváří stále větší prostor pro využití postemergentního ošetření. Plevely lze velmi spolehlivě regulovat až do fáze asi 6. listu kukuřice (dvouděložné plevely do 4 až 8 pravých listů, plevelné trávy do počátku odnožování). Ošetření v pozdějším období nemusí mít dostatečnou účinnost a také již dochází k výraznému konkurenčnímu působení plevelů, které může velmi působit na výnos. Protože se stále zvyšuje zaplevelení vytrvalými pleveli a dlouhému vzcházení řady pozdních jarních plevelů (ježatka kuří noha, laskavec atd.) je postemergentní herbicidní ošetření kukuřice

nutností. Klasickou postemergentní aplikaci je použití *sulfonylmočoviny*, která působí na dvouděložné plevelle a má také vysokou účinnost na plevelné trávy, především ježatku kuří nohu a pýr plazivý. Mezi sulfonylmočoviny existují výrazné rozdíly v šířce plevelného spektra, což se projevuje v ceně přípravku. Pro dosažení účinnosti deklarované výrobcem je však třeba sulfonylmočoviny aplikovat společně s adjuvancí (doporučováno výrobcem), který zvyšuje a urychluje příjem přípravku, v opačném případě se účinnost snižuje a odrostlejší trávy a plevelle tvořící silnější voskovou vrstvičku (merlík bílý) nemusí být dostatečně potlačeny. Účinnost většiny sulfonylmočovinných herbicidů klesá s rostoucí růstovou fází plevelů. V pozdějších růstových fázích je pro dosažení dostatečné účinnosti na dvouděložné plevelle (především vytrvalé) nutná TM kombinace s růstovými herbicidy, případně je nutné použít směsné přípravky. *Sulfonylmočoviny* i růstové herbicidy mohou při předávkování nebo špatných aplikačních podmínkách (extrémně vysoké nebo nízké teploty po aplikaci) způsobovat výrazné poškození kukuřice (Jursík, Soukup, 2008).

Kukuřice je na ošetření růstovými herbicidy citlivější v pokročilejších růstových fázích (prodlužovací růst). Mezi hybridy kukuřice existují poměrně výrazné rozdíly v citlivosti jak na *sulfonylmočoviny*, tak růstové herbicidy. Značné rozdíly jsou také mezi jednotlivými herbicidy, jejich účinnými látkami (Tollenaar; 2002).

3.6 GM kukuřice a regulace plevelů

U některých herbicidů, ze skupiny ALS inhibitorů a inhibitorů ACCasy, se podařilo konvenčními šlechtitelskými postupy vytvořit hybridy s herbicidní tolerancí (HT). U glyphosate a glufosinate-NH₄ bylo možné vytvořit tolerantní odrůdy pouze genetickou modifikací (GM). Hlavním důvodem rozšíření těchto technologií je relativní jednoduchost herbicidní ochrany, pěstitel dosáhne vysoké účinnosti na velmi široké spektrum plevelů v širokém aplikačním termínu bez rizika poškození plodiny (Jursík, Soukup, Holec, 2011). Z důvodu nedostatku selektivity bylo použití glyphosátu původně omezeno a využíval se tak na regulaci plevelů v rámci posklizňové aplikace. V rámci GM plodin odolných vůči glyphosátu je v současné době široce používán proti plevelům, bez obav ze zasažení rostlin (Nandula, 2010).

Vytvoření tolerance k herbicidům se využívá mechanismů, které jsou známy u rezistentních plevelů. Příslušné geny jsou v přírodě běžné. Jsou součástí genomu bakterií i vyšších rostlin, které jsou schopné přirozeně herbicidně aktivní sloučeniny detoxikovat.

Vložením genu získá plodina vysoký stupeň tolerance k danému herbicidu. Protože se u GM rostlin využívají převážně neselektivní nebo širokospektrální herbicidy, nejsou jiné rostliny než s genem tolerance k danému herbicidu (plevelě) schopné ošetření přežít. Nejvýznamnějšími účinnými látkami herbicidů využívaných u GM technologií jsou původně neselektivní listové herbicidy *glyphosate* (Roundup Ready systém) a *glufosinate-NH4* (Liberty Link systém), často se využívá také tolerance k růstovému herbicidu *dicamba* (Dewar, 2009).

Předností je zjednodušená chemická ochrana proti plevelům, volba herbicidu je předem daná a na pěstiteli je pouze volba dávky a termínu aplikace. Dlouhodobé používání stejných účinných látek ovšem vede k posuvu ve prospěch odolnějších plevelných druhů. Herbicidy s účinnou látkou *glyphosate* pokrývají velmi široké spektrum plevelů, ale v citlivosti plevelů jsou významné rozdíly. *Glyphosate* i *glufosinate* má minimální reziduální působení na nově vzcházející plevely, které může vést k sekundárnímu zaplevelení. V České republice však nejsou odrůdy s vpravenou rezistencí k účinné látce povoleny pro komerční využití (Jursík, Soukup, Holec, 2011).

GM plodiny

Geneticky modifikované (GM) plodiny jsou takové rostliny, u kterých byl změněn dědičný materiál (DNA) pomocí genových technologií. Jedná se o moderní šlechtitelské metody (tzv. genové inženýrství) z oblasti biotechnologií, které používají v přírodě probíhající procesy. Genové technologie umožňují mezidruhový přenos genů, nejde ale o tvorbu a vnášení uměle vytvořených genů. GM plodiny se vyznačují různými specifickými vlastnostmi. Patří mezi ně zejména odolnost vůči škodlivým činitelům – škůdcům, chorobám, chladu, suchu apod., nebo tolerance vůči postřiku neselektivním herbicidem, který ničí všechny ostatní, nežádoucí rostliny - plevely. GM plodiny s těmito uvedenými vlastnostmi přinášejí značné výhody pro jejich pěstitele (Křístková, 2009).

GM plodiny jsou nejrychleji akceptovanou pěstitelskou technologií ve světě. V našich podmínkách se nejčastěji pěstují GM odrůdy kukuřice (Tollenaar, 2002).

V ČR se mohou produkčně pěstovat pouze takové GM plodiny, které prošly přísným schvalovacím procesem na úrovni EU, zahrnující i posouzení případných rizik GM plodin pro zdraví lidí a zvířat i životní prostředí, a jejichž odrůdy byly zapsány do Státní odrůdové knihy

v ČR případně do Společného katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin v EU. Pro ČR, respektive EU, je i nadále povoleno pouze pěstování brambor a GM kukuřice typu MON810, tzv. Bt kukuřice (Křístková, 2009).

Současné představy o genetických mechanismech v rámci dědičnosti kvantitativních znaků vychází tedy z předpokladu, že uplynulá proměnlivost, kterou kvantitativní znaky vykazují, vzniká spolupůsobením většího počtu genů s malými, individuálními účinky. Můžeme tedy říci, že genetická analýza kvantitativních znaků vychází z předpokladu, že genové účinky faktorů prostředí se ve fynotypové hodnotě sčítají (Kubecová, 1983).

3.7 Legislativa při pěstování GM plodin v ČR

Pravidla pro pěstitele GM plodin v ČR vycházejí zejména z doporučení EK z roku 2003 (č. 556/2003) a jsou zakotvena v zákonech a vyhláškách.

Stěžejními právními předpisy jsou:

- zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů,
- prováděcí vyhláška č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy,
- zákon č. 78/2004 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů (zejm. zákon č. 346/2005 Sb.), a to § 11 (označování produktů GM organismů) a § 23 (ohlašování lokalit s pěstovanou GM plodinou),
- nařízení ES č. 1829/2003, o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech,
- nařízení ES č. 1830/2003, o zpětné dohledatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a zpětné dohledatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změně směrnice 2001/18/ES.

Pěstitelé GM plodin v ČR mají povinnost ohlásit s předstihem záměr pěstovat GM plodinu tak, aby tyto informace byly dostupné sousednímu pěstiteli a následně je pak ohlašováno i její skutečné vysetí sousedním pěstitelům, Ministerstvu zemědělství a Ministerstvu životního prostředí. Musí dodržet stanovenou minimální vzdálenost mezi místem pěstování GM plodiny a jiným pozemkem s nemodifikovanou plodinou stejného druhu. Po sklizni je nutné označit

produkt GM plodiny jako „geneticky modifikovaný organismus“ včetně jednoznačného identifikačního kódu a evidovat údaje o nakládání s GM plodinou a uchovat je v podniku po dobu min. 5 let. (Pravidla, 2010)

3.8 Výhody a nevýhody pěstování GM plodin (kukuřice)

Moderní šlechtitelské postupy založené na transgenozí rostlin s sebou přinášejí celou řadu výhod. Umožňují přenos genů, které by jiným způsobem přenést nešly, protože rodičovské rostliny nejsou křížitelné. V současné době se ve světě pěstují hlavně transgenní rostliny 1. generace, které přinášejí výhody především zemědělcům - zvyšují jejich výnosy. Jde zejména o rostliny rezistentní k herbicidům a hmyzím škůdcům, či k virovým, bakteriálním a houbovým chorobám (Ovesná, 2005).

Nejznámější a nejvíce používané jsou GM rostliny tolerantní k herbicidům: glyfosátu a glufosinate - ammonium. Transgenní rostliny odolné k herbicidům umožňují přechod na bezorebné hospodaření, aplikaci vysoce specifických postemergentních herbicidů, cíleně a v dávkách a typu odpovídajícím skutečné potřebě. Aplikace může být prováděna po celou dobu vegetace a účinné látky jsou v půdě rychle odbourávány. Účinnost není závislá na půdních podmínkách a díky schopnosti rostlin detoxikovat herbicid je nízké riziko obsahu reziduí a neznámých metabolitů v rostlinných produktech. Existují i potenciální rizika. Nejvýznamnější je perzistence transgenních zplevelujících rostlin ze sklizňových ztrát, dlouhodobé užívání stejných účinných látek vede k posuvu ve prospěch odolnějších druhů plevelů, také bývá uváděno riziko mezidruhové křížení rostlin s příbuznými plevely, nechtěné šíření uměle vnesených genů z GM plodin, zejména do jejich planých příbuzných. (Mikula, Chodová 1996; Soukup, 2005).

Transgenní rostliny odolné vůči hmyzím škůdcům jsou tzv. Bt plodiny, které obsahují geny pro tvorbu tzv. Bt-toxinu z bakterie *Bacillus thuringiensis*. Jedinou GM plodinou u kukuřice uvedenou do pěstitelské praxe v ČR je Bt kukuřice. Bt kukuřice je transgenní kukuřice rezistentní vůči hmyzu, která má do svého dědičného materiálu vnesen gen pocházející z bakterie *Bacillus thuringiensis*. Tento gen kóduje v rostlině produkci proteinu s toxickým účinkem, který působí v zažívacím ústrojí určitých druhů hmyzu. Bt kukuřice MON810 je specificky zacílena na hmyzí škůdce řádu motýlů (*Lepidoptera*), jejichž housenky se živí rostlinami kukuřice. V podmínkách ČR se jedná zejména o škůdce zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*). Proti zavíječi kukuřičnému lze použít registrované chemické přípravky na bázi pyretroidů, přípravky selektivní k přirozeným nepřítelům škůdců, přípravky

ze skupiny regulátorů růstu, přípravky ze skupiny analogů hmyzích hormonů a ze skupiny látek se specifickým účinkem, z biologických přípravků pak *Bacillus thuringiensis spp. kurstaki* nebo parazitickou vosičku rodu *Trichogramma*. Vzhledem k účinnosti i nákladům na ošetření jednoho hektaru zemědělci preferují syntetické insekticidy. Přímá ochrana porostu kukuřice je závislá na přesné signalizaci náletu škůdců tak, aby ztráty v případě vysoké úrovně výskytu škůdce nepřekročily únosnou míru, nebo aby produkt nebyl silně napaden houbovými chorobami, což by způsobilo ještě dodatečné nepřímé ztráty. (Stejskal, Kocourek, Pažoutová 2005)

Alternativní metodou ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému je pěstování Bt kukuřice. Bt kukuřice si vytváří svůj vlastní, rostlinný insekticid a není třeba používat prostředky chemické či biologické ochrany. V našich podmínkách Bt hybridy vykazují 100% účinnost vůči zavíječi. Při pěstování Bt kukuřice se snižují náklady na produkci i sklizňové ztráty. V průběhu vegetace porost také není poškozován postřikovou mechanizací. Pěstováním Bt hybridů dochází k úspoře finančních a materiálních prostředků, práce i energie. Tím se zvyšuje ekonomická efektivnost pěstování kukuřice oproti pěstování konvenčních hybridů ošetřovaných prostředky proti zavíječi. (Parado, Jordán, Gracka, 1997; Stejskal, Kocourek, Pažoutová 2005)

Nevýhodou, kterou uvádějí nejčastěji zemědělci, je administrativa vycházející z legislativy pěstování GM plodin (Křístková, 2009).

Přes kladné přijetí těchto plodin je nutné uvést, že existují studie, které uvádějí, že GM plodiny nemusí být výhodnější oproti nejmodernějším hybridům konvenčních plodin.

Například Benbrook (2001) uvádí, že firma Monsanto pro herbicidní ochranu RR kukuřice doporučila několik způsobů herbicidní ochrany. Při testech, které probíhaly čtyři roky, bylo prokázáno, že došlo nakonec ke zvýšenému použití herbicidu na akr asi o 30 % oproti konvenčně pěstované kukuřici.

Cowbrough (2005) oproti tomu uvádí, že pěstování RR kukuřice je levnější než konvenčně pěstovaná kukuřice, se srovnatelným výnosem. Podle vstupních nákladů je velmi konkurenční, nabízí mimořádnou kontrolu plevelů a flexibilitu aplikace herbicidů. Je však nutné dodržovat technologickou kázeň a nepoužívat nadbytečné množství herbicidů.

Také existují výzkumy, které upozorňují, že například Bt odrůdy nepřinášejí očekávanou úsporu při použití pesticidů a při použití RR odrůd se objevila tolerance k Roundupu u několika klíčových plevelných druhů, což má za následek vyšší spotřebu chemických látek (Tollenaar, Lee, 2002).

4 METODIKA

4.1 Podkladový materiál

Veškerý podkladový materiál v rámci potřebných dat použitých v této diplomové práci byl získán z FAO – fao stat classic - z www stránek, které jsou veřejně k dispozici. Ze stránek byla použita data k situačním zprávám o výsledcích pěstování jednotlivých plodin s využitím dat týkající se výnosu kukuřice, pšenice, kukuřičného a pšeničného zrna z ha zaseté plochy v celosvětovém měřítku, ČR a ve vybraných zemích EU. Byla použita data z historického zápisu od roku 1963 do roku 2012. V určitých letech nebyla některá z dat do systému zadána, což je následně uvedeno při výpočtech v práci. V souvislosti se vznikem samostatného státu ČR byla použita data v rámci porovnání od roku 1993 do roku 2012.

4.2 Použité statistické metody v analýzách

. Pojem

Statistická jednotka je prvek souboru, u kterého jsou sledovány různé vlastnosti, přičemž statistické šetření znamená získávání statistického souboru v rámci jednotlivých proměnných hodnot

. Časová řada

Časová řada jako vývoj sledovaného ukazatele v čase je jednou z řady analýz, kterou na základě porovnání získaných dat z minulosti lze usoudit v rámci sledování určitého ukazatele jakým vývojem se bude tento ukazatel chovat v budoucnosti. Lze ji tak chápat jako posloupnost sledovaného ukazatele, který je jednoznačně uspořádan v čase. Hodnoty tak budou věcně a prostorově srovnatelné. Časové řady mají základní význam pro analýzu příčin, které na dané jevy působily a zároveň ovlivňovaly jejich chování v minulosti v souvislosti s předvídáním jejich budoucího vývoje, a proto jsou důležitými statistickými daty, pomocí nichž můžeme zkoumat dynamiku jevů v čase.

. Popisné charakteristiky časových řad

Popisné charakteristiky slouží k získání základní představy o časové řadě. Mezi tyto charakteristiky lze zařadit různé průměry jako jsou: průměrný absolutní přírůstek, průměrné tempo růstu, prostý aritmetický průměr.

Mezi základní metody patří vizuální analýza využívající grafů.

K elementárním charakteristikám patří:

absolutní difference = přírůstky nebo úbytky daného ukazatele sledovaného období proti období bezprostředně předcházejícímu.

$$d_{1i} = y_i - y_{i-1}$$

$$i = 2, 3, \dots, n.$$

průměrný absolutní přírůstek - vykazuje o kolik se průměrně snížil nebo zvýšil k určitému období daný ukazatel za celou časovou řadu.

$$d_{1i} = \frac{d_{1i\Sigma}}{n}$$

absolutní difference = o kolik byl následující přírůstek větší nebo menší oproti předcházejícímu.

$$d_{2i} = d_{1i} - d_{1(i-1)}$$

$$i = 3, 4, \dots, n.$$

relativní difference – vypočítáme obdobně jako u absolutní difference, vyjadřuje tak relativní přírůstek.

$$r_i = \frac{d_{1i}}{y_{i-1}}$$

Koeficient růstu – charakterizuje relativní postupnou rychlost změn v časové řadě, vyjádříme-li koeficient růstu v procentech, půjde o tempo růstu.

$$k_i = \frac{y_i}{y_{i-1}}$$

$$i = 2, 3, \dots, n.$$

Průměrné tempo růstu - určuje geometrický průměr z jednotlivých temp růstu a úhrnně charakterizuje relativní změny pro danou celou časovou řadu.

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_{n-1}}}$$

Prostý aritmetický průměr časové řady - popisuje úroveň ukazatelů časové řady.

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Trendová analýza

V rámci časové řady lze tuto dekomponovat na trendovou složku T_t , která představuje dlouhodobé změny ve vývoji průměrného chování sledovaného ukazatele. Trendová složka tak může být rostoucí, klesající či konstantní (Löster, Řezanková, Langhamrová, 2008)

Vhodnou trendovou funkcí lze zvolit na základě různých metod a postupů. Nejjednodušším postupem je analýza grafu hodnot časové řady. Z grafu je na první pohled patrný vývoj časové řady. Popis tendence vývoje analyzované řady je tak důležitým úkolem analýzy časové řady. Mezi funkčně jednodušší patří funkce lineární., která je použita v této práci. Zhruba stejné absolutní přírůstky nás přesvědčí o možnosti lineárního trendu. Lineární trendová funkce má tvar:

$$T_t = a + bt_i,$$

kde a , b jsou neznámé parametry a $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

Model trendu

V této práci je použitým kritériem z korelační analýzy známý index korelace. Korelace je vztah mezi dvěma veličinami, jde o formu vzájemné závislosti daných dvou veličin.

Index korelace:

$$I = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - u_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Čím více se hodnota indexu korelace přibližuje k jedné, tím je tento model ve vývoji příslušné časové řady na hodnotě vhodnější.

5. VÝSLEDKY

5.1 Analýza vývoje produkce kukuřice pěstované na zrno

Analýza vývoje produkce kukuřice pěstované na zrno je jedna z důležitých informací o vývoji celkové produkce kukuřice ve sledovaném období. Informace takto získané lze následně využít v rámci ekonomického rozhodování či agronomického řešení intenzifikace a náhled na produkce v následujícím období.

Při zpracování této práce byly využity data v pětiletých cyklech v rámci sledovaného období od roku 1963 do roku 2012. V souvislosti se vznikem samostatného státu ČR byla použita data v rámci porovnání od roku 1993 do roku 2012.

Světový vývoj produkce kukuřice pěstované na zrno

Kukuřice je důležitá potravina nejen pro lidstvo, ale i výživu a pro chov zvířat. V poslední době se využívá i pro výrobu léčiv a produkci bioplynu. Jedná se o jednoletou rostlinu, která dorůstá do výšky až 3 m. Správný výsev i podmínky při pěstování mají rozhodující vliv na rostlinu jako takovou a tím i na výnos zrna.

Tabulka 1 Světová produkce kukuřice (FAO milión tun)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v%)	Tempo růstu
	yi	di 1	di 2	ri	ki
1963 - 1967	236,019				
1968 - 1972	282,691	46,673		0,198	1,198
1973 - 1977	338,092	55,401	8,728	0,196	1,196
1978 - 1982	420,910	82,818	27,418	0,245	1,245
1983 - 1987	442,870	21,960	-60,859	0,052	1,052
1988 - 1992	478,270	35,400	13,440	0,080	1,080
1993 - 1997	547,573	69,303	33,9023	0,145	1,145
1998 - 2002	607,173	59,601	-9,702	0,109	1,109
2003 - 2007	716,908	109,74	50,134	0,181	1,181
2008 - 2012	852,092	135,18	25,449	0,189	1,1889

Z tabulky světové produkce kukuřice v rámci časové řady dle sledovaného období let 1963 až 2012 lze zjistit, že produkce postupně narůstá, tak jak se kukuřice stává důležitější potravinou pro lidstvo i k jejímu dalšímu využití.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{852,09 - 236,02}{9} = 68,45$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období 1963 až 2012 zvyšoval o 68,45 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{852,09}{236,02}} = 1,153$$

Průměrné tempo růstu světové produkce kukuřice v rámci sledovaného období je 1,153%.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{236,02 + 282,69 + 338,09 + 420,91 + 442,87 + 478,28 + 547,57 + 607,17 + 716,91 + 852,09}{10} = 492,25$$

Průměrný výnos produkce kukuřice v letech 1963 – 2012 je 492,25 miliónu tun.

Tabulka 2 Světový vývoj osevní plochy s kukuřicí (FAO milión ha)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$di 1$	$di 2$	ri	ki
1963-1967	109,346				
1968-1972	113,847	4,501		0,041	1,041
1973-1977	121,550	7,703	3,201	0,068	1,068
1978-1982	125,294	3,745	-3,958	0,031	1,031
1983-1987	127,5801	2,286	-1,459	0,018	1,018
1988-1992	132,673	5,093	2,807	0,0401	1,0401
1993-1997	137,175	4,502	-0,591	0,034	1,0339
1998-2002	137,636	0,462	-4,040	0,0034	1,0034
2003-2007	149,181	11,545	11,084	0,084	1,084
2008-2012	167,091	17,910	6,365	0,1201	1,1201

Z tabulky 2 je zřejmé, že osevní plocha ha kukuřice postupně narůstá. K nejnižšímu nárůstu osevní plochy došlo v období let 1998 – 2002, kdy nárůst oproti předchozímu pětiletému období byl pouze o 0,46 miliónu ha.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{167,09 - 109,35}{9} = 6,42$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek osevní plochy kukuřice za sledované období roků 1963 až 2012 zvyšoval o 6,42 miliónu hektarů.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{167,09}{109,35}} = 1,05$$

Průměrné tempo růstu světové osevní plochy s kukuřicí v rámci sledovaného období je 1,04 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{109,34 + 113,84 + 121,55 + 125,29 + 127,58 + 132,67 + 137,17 + 137,63 + 149,18 + 167,09}{10} = 132,13$$

10

Průměrné tempo růstu osevní plochy s kukuřicí v letech 1963 – 2012 je 132,13 miliónů ha.

Tabulka 3 Produkce kukuřice v Americe (FAO milión tun)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v%)	Tempo růstu
	y_i	$d_i 1$	$d_i 2$	r_i	k_i
1963 - 1967	136,832				
1968 - 1972	162,837	26,0049		0,19005	1,190
1973 - 1977	190,135	27,2985	1,294	0,16764	1,168
1978 - 1982	245,138	55,0029	27,704	0,28928	1,289
1983 - 1987	241,899	-3,2386	-58,241	-0,01321	0,987
1988 - 1992	250,691	8,7917	12,0302	0,03634	1,036
1993 - 1997	293,127	42,436	33,6446	0,16928	1,1693
1998 - 2002	328,743	35,616	-6,8202	0,121504	1,122
2003 - 2007	392,9503	64,207	28,59103	0,195311	1,195
2008 - 2012	437,3017	44,351	-19,8557	0,112868	1,113

Produkce kukuřice v časové řadě dle sledovaného období 1963 až 2012 v Americe lze zjistit, že produkce postupně narůstá.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$d_{i1} = \frac{437,3 - 136,83}{9} = 33,39$$

9

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období let 1963 až 2012 zvyšoval o 33,39 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{437,3}{136,83}} = 1,14$$

Průměrné tempo růstu světové produkce kukuřice v rámci sledovaného období je 1,14 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{136,83 + 162,84 + 190,14 + 245,14 + 241,9 + 250,7 + 293,12 + 328,74 + 392,95 + 437,3}{10} = 267,97$$

10

Průměrný výnos produkce kukuřice v letech 1963 – 2012 byl v Americe 267,97 milión tun.

Tabulka 4 Produkce kukuřice v Asii (FAO milión tun)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$di 1$	$di 2$	ri	ki
1963 - 1967	41,206				
1968 - 1972	49,641	8,435		0,205	1,205
1973 - 1977	66,158	16,517	8,082	0,333	1,333
1978 - 1982	83,774	17,616	1,099	0,266	1,266
1983 - 1987	100,752	16,977	-0,639	0,203	1,203
1988 - 1992	125,288	24,537	7,559	0,244	1,244
1993 - 1997	147,2875	21,999	-2,538	0,176	1,176
1998 - 2002	163,840	16,552	-5,447	0,1124	1,1124
2003 - 2007	195,9178	32,078	15,526	0,196	1,1958
2008 - 2012	257,125	61,207	29,129	0,3124	1,3124

Produkce kukuřice v rámci časové řady sledovaného období od roku 1963 do roku 2012 v Asii narůstá mnohem pomaleji oproti sledovanému období v Americe. Produkce v Americe oproti Asii za poslední sledované období roků 2008 – 2012 je vyšší o 1,7%.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{257,13 - 41,21}{9} = 23,99$$

9

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1963 až 2012 zvyšoval o 23,99 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{257,13}{41,21}} = 1,23$$

Průměrné tempo růstu celosvětové produkce kukuřice v rámci sledovaného období je 1,23 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{41,21 + 49,64 + 66,16 + 83,77 + 100,75 + 125,29 + 147,29 + 163,84 + 195,92 + 257,13}{10} = 123,1$$

10

Průměrná produkce kukuřice v letech 1963 – 2012 byla v Asii 123,1 milión tun.

Tabulka 5 Produkce kukuřice v Evropě (FAO milión tun)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$d_i 1$	$d_i 2$	r_i	k_i
1963 - 1967	39,3097				
1968 - 1972	48,378	9,069		0,231	1,231
1973 - 1977	56,1808	7,8025	-1,266	0,1613	1,1613
1978 - 1982	63,421	7,2401	-0,562	0,1289	1,1289
1983 - 1987	71,596	8,1755	0,935	0,1289	1,1289
1988 - 1992	65,686	-5,9103	-14,086	-0,0826	0,9174
1993 - 1997	65,765	0,0789	5,989	0,0012	1,0012
1998 - 2002	71,443	5,678	5,599	0,0863	1,0863
2003 - 2007	79,316	7,8732	2,195	0,1102	1,1102
2008 - 2012	93,321	14,0054	6,132	0,1766	1,1766

Tabulka produkce kukuřice v Evropě v souvislosti se sledovanou řadou období let 1963 až 2012 ukazuje, že ve sledovaném období v Evropě produkce narůstá mnohem pomaleji. V období let 1988 – 1992 byla o 5,91 miliónu tun nižší než v předchozím pětiletém období. Následující období byl velmi nízký nárůst o 0,08 mil. tun. Největší nárůst produkce byl v období let 2008 – 2012, kdy rozdíl proti předchozímu pětiletému období 2003 – 2007 byla produkce vyšší o 14,01 miliónu tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$d_{i1} = \frac{93,32 - 39,31}{9} = 54,01$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1963 až 2012 zvyšoval o 54,01 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{93,32}{39,31}} = 1,1$$

Průměrné tempo růstu celosvětové produkce kukuřice v rámci sledovaného období je 1,1 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{39,31 + 48,38 + 56,18 + 63,42 + 71,6 + 65,69 + 65,76 + 71,44 + 79,32 + 93,32}{10} = 654,42$$

Průměrná produkce kukuřice v letech 1963 – 2012 byla v Evropě 654,42 milión tun.

Tabulka 6 Produkce kukuřice v Evropské unii (FAO milión tun)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	di_1	di_2	ri	K_i
1963-1967	21,814				
1968-1972	30,458	8,645		0,396	1,396
1973-1977	36,052	5,594	-3,051	0,184	1,184
1978-1982	42,394	6,342	0,748	0,176	1,176
1983-1987	45,764	3,369	-2,973	0,079	1,0795
1988-1992	44,654	-1,1098	-4,479	-0,02425	0,9757
1993-1997	51,33978	6,686	7,796	0,1497	1,1497
1998-2002	57,399	6,0588	-0,628	0,118	1,118
2003-2007	58,562	1,163	-4,895	0,0203	1,02026
2008-2012	60,698	2,136	0,9729	0,0365	1,0365

Tabulka 6 produkce kukuřice v EU ve sledovaném období roků 1963 až 2012 ukazuje, že v daném období produkce kukuřice pomalu postupně narůstá. Tempo růstu je v posledních letech malé. V letech 1988 – 1992 došlo k poklesu produkce proti předchozímu pětiletému období o 1,11 miliónů tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di_1 = \frac{60,7 - 21,81}{9} = 38,89$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1963 až 2012 zvyšoval o 38,89 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{60,7}{21,89}} = 1,12$$

Průměrné tempo růstu produkce kukuřice EU ve sledovaném období je 1,12 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{21,81 + 30,46 + 36,05 + 42,39 + 45,76 + 44,65 + 51,34 + 57,39 + 58,56 + 60,7}{10} = 44,9$$

10

Průměrná produkce kukuřice v letech 1963 – 2012 byla v EU 44,9 milión tun.

Tabulka 7 Osevní plochy s kukuřicí v Evropské unii (FAO milión ha)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$d_i 1$	$d_i 2$	r_i	k_i
1963-1967	8,345				
1968-1972	8,881	0,532		0,064	1,0637
1973-1977	9,182	0,3013	-0,231	0,034	1,0339
1978-1982	8,979	-0,2031	-0,504	-0,022	0,9779
1983-1987	8,682	-0,297	-0,094	-0,033	0,9669
1988-1992	8,581	-0,1013	0,1958	-0,012	0,9883
1993-1997	9,363	0,783	0,884	0,0912	1,0912
1998-2002	9,659	0,296	-0,486	0,0316	1,0316
2003-2007	9,418	-0,2409	-0,537	-0,0249	0,9751
2008-2012	9,011	-0,408	-0,167	-0,0433	0,9567

Z tabulky 7 vyplývá, že vývoj osevní plochy s kukuřicí v rámci EU byl značně rozkolísaný. Zvláště pak v období let 1978 – 1992, kdy docházelo k postupnému snižování osevních ploch oproti předcházejícímu období až na 8,58 miliónu ha. Teprve v letech 1998 -2002 došlo ke zvýšení, ale hned následující roky se mírně osevní plocha snížila, když v letech 2008 – 2012 byla snížena oproti předcházejícímu pětiletému období o 0,4 milióny ha.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$d_{i1} = \frac{9,01 - 8,35}{9} = 0,073$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek osevní plochy s kukuřicí pohyboval ve sledovaném období let 1963 až 2012 zvyšoval o 0,073 miliónu ha.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{9,01}{8,35}} = 1,008$$

Průměrné tempo růstu osevní plochy kukuřice v EU je ve sledovaném období je 1,008 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{8,35 + 8,88 + 9,18 + 8,98 + 8,68 + 8,58 + 9,36 + 9,66 + 9,42 + 9,01}{10} = 90,1$$

10

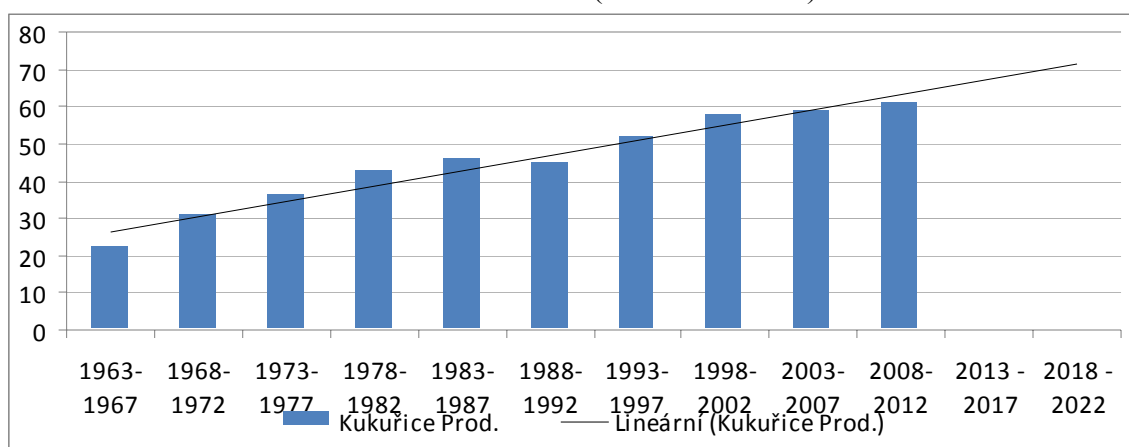
Průměrná osevní plocha kukuřice v letech 1963 – 2012 byla v EU 90,1 milión ha.

Korelace: EU – Svět – Amerika – Asie – Evropa při produkci kukuřice miliónu tun

EU	Svět	Amerika	Asie	Evropa
korelace	0,945714014	0,952459318	0,923481644	0,939789339

V rámci korelačních vztahů byla porovnána EU se světem, Amerikou, Asií a Evropou v souvislosti s produkcí kukuřice pěstované na zrna. Z výsledků vyplývá, že EU má nejnižší závislost na Asii.

Graf 1 Produkce kukuřice v EU 1963 - 2022 (FAO milión tun)



Pomocí grafu je odhadnut budoucí vývoj produkce kukuřice pěstované na zrna v rámci EU. Z celkové produkce kukuřice a daného grafu je patrné, že v rámci EU je vývoj produkce kukuřice rozkolísaný. V pětiletém období 1998 až 1992 došlo k poklesu produkce proti předchozímu období. V letech 1998 – 2002 byl nárůst produkce vyšší oproti předcházejícímu období o 6,77 miliónů tun a dosáhl tak 57,399 miliónů tun kukuřice. V průběhu následujících dvou pětiletých období došlo k nárůstu produkce kukuřice až na 60,698 miliónů tun. Celkem se tak produkce kukuřice ve sledovaném období 1963 – 2012 zvýšila trojnásobně. Předpoklad budoucího vývoje u produkce kukuřice pěstované na zrna je, že v letech 2018 – 2022 se produkce kukuřice přiblíží k celkové produkci 70 miliónů tun.

Tabulka 8 Produkce kukuřice v České republice (FAO v milión tun)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$di1$	$di2$	ri	ki
1993-1997	0,163				
1998-2002	0,358	0,195		1,195	2,195
2003-2007	0,619	0,261	0,067	0,729	1,730
2008-2012	0,826	0,207	-0,055	0,334	1,334

Tabulka 8 ukazuje produkci kukuřice v ČR ve sledovaném období roků 1993 až 2012 z uvedených údajů je zřejmé, že v daném období produkce kukuřice postupně narůstá.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{0,83 - 0,16}{4} = 0,17$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,17 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,83}{0,16}} = 1,51$$

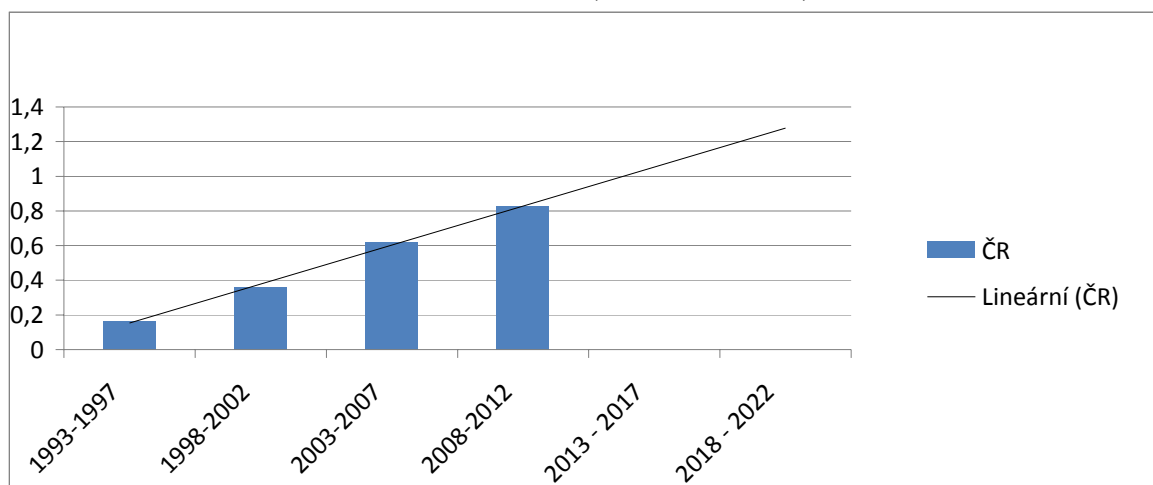
Průměrné tempo růstu celosvětové produkce kukuřice v rámci sledovaného období je 1,51 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{0,16 + 0,36 + 0,62 + 0,82}{4} = 0,49$$

Průměrný výnos produkce kukuřice v letech 1993 – 2012 byl v ČR 0,49 milión tun.

Graf 2 Produkce kukuřice ČR v časové řadě (FAO milión tun)



Pomocí modelu v grafu 2 lze odhadnout budoucí vývoj produkce kukuřice pěstované na zrno v ČR. Z celkové produkce kukuřice i grafu je zřejmé s jakým postupným nárůstem produkce kukuřice v ČR lze počítat v následujícím období. Je zde předpoklad, že v letech 2018 – 2022 by mohla produkce kukuřice překročit 1 milión tun.

Tabulka 9 Produkce kukuřice v ČR a v Rakousku (FAO milión tun)

	ČR	Rakousko
1993-1997	0,163	1,599
1998-2002	0,358	1,727
2003-2007	0,619	1,768
2008-2012	0,826	2,202

Průměrný absolutní roční přírůstek ČR

$$di1 = \frac{0,83 - 0,16}{4} = 0,17$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,17 miliónu tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek Rakousko

$$di1 = \frac{2,2 - 1,6}{4} = 0,15$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v Rakousku o 0,15 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu ČR

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,83}{0,16}} = 1,51$$

Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v ČR v rámci sledovaného období je 1,51 %.

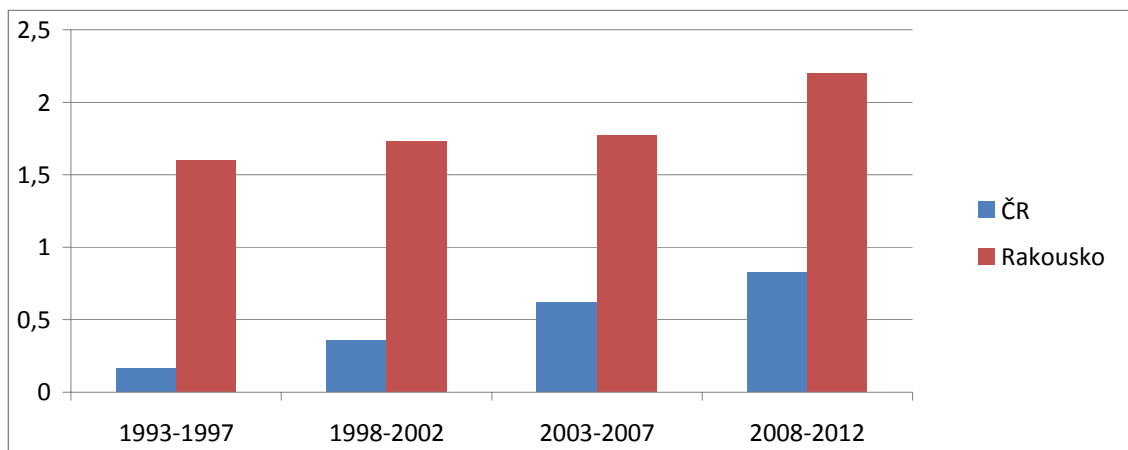
Průměrný koeficient růstu Rakousko

$$k = \sqrt[4]{\frac{2,2}{1,6}} = 1,082$$

Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v Rakousku v rámci sledovaného období je 1,082 %.

Porovnáním produkce kukuřice mezi ČR a Rakouskem je dle tabulky 9 zřejmé, že k nárůstu v období let 1993 – 2012 dochází postupně u obou zemí. Průměrný absolutní přírůstek u ČR činí 0,17 a Rakousku 0,15 miliónů tun. Průměrný koeficient růstu byl u ČR 1,51 % a Rakousku 1,082 %. Česká republika je v rámci absolutního přírůstku v daném období lépe o 0,02 miliónů tun kukuřice a v průměrném koeficientu růstu lépe o 0,43 %.

Graf 3 Produkce kukuřice v ČR a v Rakousku (FAO milión tun)



Z grafu č. 3 a výpočtů vyplývá, že v Rakousku došlo k propadu produkce kukuřice v období let 2003 – 2007. Průměrný absolutní přírůstek produkce kukuřice ve sledovaném období je u ČR 0,17 a Rakousku 0,15 miliónů tun. Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v ČR činil 1,51% a Rakousku 1,082 %.

Tabulka 10 Produkce kukuřice v ČR a na Slovensku (FAO milión tun)

	ČR	SR
1993-1997	0,163	0,672
1998-2002	0,358	0,667
2003-2007	0,619	0,80003
2008-2012	0,826	1,147

Průměrný absolutní roční přírůstek ČR

$$di1 = \frac{0,83 - 0,16}{4} = 0,17$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,17 miliónu tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek SR

$$di1 = \frac{1,15 - 0,67}{4} = 0,12$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v Rakousku o 0,12 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu ČR

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,83}{0,16}} = 1,51$$

Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v ČR v rámci sledovaného období je 1,51 %.

Průměrný koeficient růstu SR

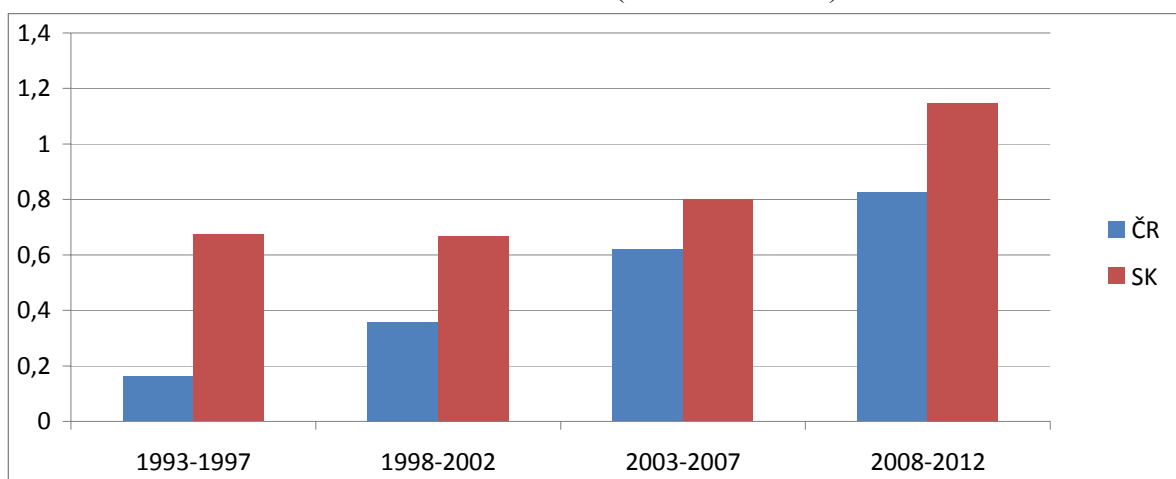
$$k = \sqrt[4]{\frac{1,15}{0,67}} = 1,14$$

Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v SR

v rámci sledovaného období je 1,14 %.

Porovnáním produkce kukuřice mezi ČR a SR je dle tabulky 10 je zřejmé, že k nárůstu produkce kukuřice dochází postupně u obou zemí. Průměrný absolutní přírůstek produkce kukuřice ve sledovaném období je u ČR 0,17 a SR 0,12 miliónů tun. Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v ČR činil 1,51% a SR 1,14 %. Česká republika je v rámci absolutního přírůstku v daném období lépe o 0,05 miliónů tun kukuřice a v průměrném koeficientu růstu lépe o 0,37 %.

Graf 4 Produkce kukuřice v ČR a na Slovensku (FAO milión tun)



Z grafu produkce kukuřice v ČR a SR v letech 1993 – 2012 je zřejmé, že k poklesu produkce došlo v roce v průběhu let 2003 -2007 a vyššímu nárůstu došlo v následujícím pětiletém období roků 2008 - 2012. Prudší pokles byl zapříčiněn značným výkyvem počasí včetně záplav, které zničily větší část rostlin. K největšímu nárůstu produkce kukuřice v ČR došlo až v roce 2012, kdy se zvýšila plocha v rámci pěstování kukuřice. Z grafu 4 i tabulky 10 vyplývá, že Slovenská republika má proti České republice vyšší produkci kukuřice, ale při porovnání vychází, že ČR má vyšší nárůst v průměrném koeficientu růstu o 0,37 %. K nejvyššímu nárůstu došlo v letech 2003 – 2012, kdy byla produkce 0,83 miliónů tun.

Tabulka 11 Produkce kukuřice v ČR a v Polsku (FAO milión tun)

	ČR	Polsko
1993-1997	0,163	0,297
1998-2002	0,358	1,069
2003-2007	0,619	1,831
2008-2012	0,826	2,146

Průměrný absolutní roční přírůstek ČR

$$di1 = \frac{0,83 - 0,16}{4} = 0,17$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,17 miliónu tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek Polsko

$$di1 = \frac{2,15 - 0,3}{4} = 0,46$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v Polsku o 0,46 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu ČR

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,83}{0,16}} = 1,51$$

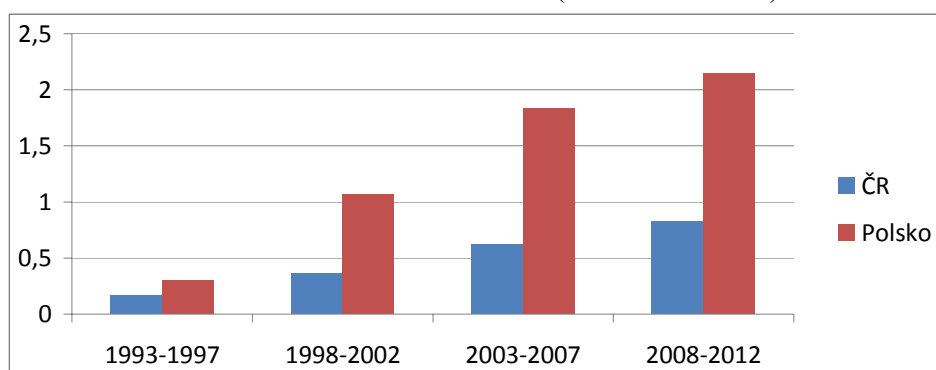
Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v ČR v rámci sledovaného období je 1,51 %.

Průměrný koeficient růstu Polsko

$$k = \sqrt[4]{\frac{2,15}{0,3}} = 1,64$$

Průměrné tempo růstu produkce kukuřice v Polsku v rámci sledovaného období je 1,64 %.

Graf 4 Produkce kukuřice v ČR a v Polsku (FAO milión tun)



Porovnáním produkce kukuřice mezi ČR a Polskem je dle tabulky 11 a grafu 4 vyplývá, že k nárůstu v období let 1993 – 2012 dochází postupně u obou zemí. Produkce kukuřice je v Polsku oproti České republice vyšší. Průměrný absolutní přírůstek u ČR činí 0,17 a Polsku 0,46 miliónů tun. Průměrný koeficient růstu byl u ČR 1,51 % a Polsku 1,64 %. Česká republika je v rámci absolutního přírůstku v daném hůře o 0,29 miliónů tun kukuřice a v průměrném koeficientu méně o 0,13 %.

Korelace: ČR - EU – Rakousko – Polsko – Slovensko při produkci kukuřice miliónu tun

ČR	EU	Rakousko	Polsko	Slovensko
korelace	0,925734525	0,901356218	0,985123441	0,893360752

V rámci porovnání korelačních vztahů České republiky, EU a vybranými státy EU bylo zjištěno, že největší podobný trend vývoje má ČR s Polskou republikou.

Světový vývoj produkce pšenice

Pšenice je jedna z nejdůležitějších obilovin, neboť obsahuje všechny látky, které jsou potřebné pro lidský organismus. Tato obilovina se dá velmi dobře po delší časové období skladovat aniž by docházelo k výrazným ztrátám.

Tabulka 12 Světová produkce pšenice (FAO milión tun)

Rok	Pšenice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	yi	di 1	di 2	ri	ki
1963 - 1967	272,772				
1968 - 1972	327,350	54,577		0,20009	1,20
1973 - 1977	377,222	49,872	-4,707	0,1523	1,152
1978 - 1982	446,687	69,465	19,593	0,1841	1,184
1983 - 1987	507,035	60,348	-9,117	0,1351	1,135
1988 - 1992	548,668	41,633	-18,715	0,0821	1,082
1993 - 1997	566,536	17,867	-23,766	0,0326	1,033
1998 - 2002	586,282	19,747	1,879	0,0349	1,035
2003 - 2007	606,841	20,558	0,812	0,0351	1,035
2008 - 2012	679,608	72,767	52,208	0,1199	1,1199

Z tabulky světové produkce pšenice je patrný nárůst ve vývoji pěstování pšenice od roku 1963 do roku 2012. Dá se tak říci, že výnos produkce pšenice za sledované období postupně narůstá. Postupný vzestup je u pšenice ovlivněn nárůstem osevních ploch i když výnos zrna

jako takového ovlivňuje také počasí. Rozdíly tak ve sledovaném období jsou patrné i z menší produkce v letech 1993 – 1997, kdy produkce byla nejnižší za celé sledované období. V následujícím pětiletém období bylo tempo růstu minimální, relativní přírůstek byl vyšší jen o 0,002 %. Výraznějším zvýšením bylo v rámci produkce pšenice období let následujících 2008 – 2012, kdy oproti předchozímu období 2003 – 2007 se podařilo zvýšit relativní přírůstek celosvětové produkce pšenice o 0,08 %. Proti kukuřici je produkce pšenice nižší v období let 2008 – 2012 o 172,49 miliónů tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{679,61 - 272,77}{9} = 45,2$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce pšenice za sledované období roků 1963 až 2012 zvyšoval o 45,2 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{679,61}{272,77}} = 1,11$$

Průměrné tempo růstu celosvětové produkce pšenice v rámci sledovaného období je 1,11 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{272,77 + 327,35 + 377,22 + 446,66 + 507,03 + 548,68 + 566,54 + 586,29 + 606,84 + 679,61}{10} = 491,9$$

Průměrný výnos produkce pšenice v letech 1963 – 2012 je 491,9 milión tun.

Tabulka 13 Produkce pšenice v EU (FAO milión tun)

Rok	Pšenice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (%)	Tempo růstu
	y_i	$di 1$	$di 2$	ri	ki
1963-1967	57,186				
1968-1972	65,895	8,709		0,1523	1,152
1973-1977	72,711	6,815	-1,893	0,1034	1,103
1978-1982	83,938	11,228	4,412	0,1544	1,154
1983-1987	102,895	18,957	7,729	0,2258	1,226
1988-1992	113,392	10,497	-8,460	0,102	1,102
1993-1997	119,0554	5,663	-4,834	0,0499	1,0499
1998-2002	129,9796	10,924	5,2613	0,0918	1,0918
2003-2007	128,699	-1,281	-12,205	-0,0099	0,9901
2008-2012	140,486	11,787	13,067	0,0916	1,0916

Tabulka produkce pšenice v EU znázorňuje, jak produkce pšenice postupně narůstá, i když v průběhu let 2003 – 2007 došlo k poklesu produkce proti předchozímu pětiletému období o 1,28 mil tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{140,49 - 57,19}{9} = 83,3$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce pšenice za sledované období roků 1963 až 2012 zvyšoval o 83,3 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[9]{\frac{140,49}{57,19}} = 1,11$$

Průměrné tempo růstu produkce pšenice EU v rámci sledovaného období je 1,11 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{57,19 + 65,9 + 72,71 + 83,94 + 102,9 + 113,4 + 119,06 + 129,98 + 128,7 + 140,49}{10} = 101,42$$

Průměrná produkce pšenice v letech 1963 – 2012 byla 101,42 milión tun.

V EU ve sledovaném období let 1963 – 2012 je průměrná produkce pšenice je 101,42 mil. tun a kukuřice 44,9 mil. tun. Průměrná produkce je u pšenice vyšší o 56,52 mil. tun. Průměrné tempo růstu u kukuřice je 1,12 % a pšenice 1,11 %. Tempo růstu je u kukuřice oproti pšenici vyšší o 0,01%.

Tabulka 14 Produkce pšenice v ČR a na Slovensku (FAO milión tun)

	ČR	SK
1993-1997	3,642	1,842
1998-2002	4,060	1,536
2003-2007	3,854	1,405
2008-2012	4,317	1,518

Průměrný absolutní roční přírůstek ČR

$$di1 = \frac{4,32 - 3,64}{4} = 0,17$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce pšenice i kukuřice za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,17 miliónu tun.

Průměrný absolutní roční přírůstek SR

$$di1 = \frac{1,52 - 1,84}{4} = -0,08$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek produkce pšenice v SR za sledované období roků 1993 až 2012 snížil o 0,08 miliónu tun.

Průměrný koeficient růstu ČR

$$k = \sqrt[4]{\frac{4,32}{3,64}} = 1,04$$

Průměrné tempo růstu produkce pšenice v ČR v rámci sledovaného období je 1,04 % a kukuřice 1,51 %.

Průměrný koeficient růstu SR

$$k = \sqrt[4]{\frac{1,52}{1,84}} = 0,95$$

Průměrné tempo růstu produkce pšenice v SR v rámci sledovaného období je 0,95 %.

Porovnáním produkce pšenice mezi ČR a SR je (dle tabulky 10) zřejmé, že nárůst produkce pšenice je v ČR vyšší. Průměrný absolutní přírůstek produkce pšenice ve sledovaném období je u ČR 0,17 a SR 0,08 miliónů tun. Průměrné tempo růstu produkce pšenice v ČR činil 1,04 % a SR 0,95 %. Česká republika je v rámci absolutního přírůstku v daném období 1993 – 2012 o 0,09 miliónů tun pšenice lépe a v průměrném koeficientu růstu lépe o 1,14 %.

Graf 5 Produkce pšenice v ČR a na Slovensku (FAO milión tun)



Porovnáním produkce pšenice v České a Slovenské republice je zřejmé, že k poklesu produkce pšenice došlo ve Slovenské republice v průběhu let 1998 až 2007, naopak v ČR v období let 1998 – 2002 nárůst na 4,06 miliónů tun. V následujícím pětiletém období ale došlo k poklesu produkce pšenice i u České republiky až na hodnotu 3,85 mil. tun. Z grafu

také vyplývá, že s produkcí pšenice oproti kukuřici je na tom ČR lépe než Slovensko o 1,14 %.

Tabulka 15 Osevní plocha kukuřicí v ČR (FAO milión ha)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$di1$	$di2$	ri	ki
1993-1997	0,032				
1998-2002	0,0504	0,018		0,577	1,577
2003-2007	0,095	0,045	0,0261	0,883	1,882
2008-2012	0,1107	0,016	-0,0288	0,166	1,1659

Tabulka 15 ukazuje osevní plochu s kukuřicí v ČR ve sledovaném období roků 1993 až 2012 z uvedených údajů je zřejmé, že v daném období osevní plochy s kukuřicí mají zvyšující se tendenci.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$di1 = \frac{0,11 - 0,03}{4} = 0,08$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek osevní plochy s kukuřicí se za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,08 mil. ha.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,11}{0,03}} = 1,38$$

Průměrné tempo růstu osevní plochy s kukuřicí v ČR v letech 1993 až 2012 se zvyšovalo o 1,38 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{0,03 + 0,05 + 0,09 + 0,11}{4} = 0,07$$

Průměrné tempo růstu hektarů s kukuřicí v letech 1993 – 2012 byl v ČR 0,07 mil.ha.

Tabulka 16 Osevní plocha s pšenicí v ČR (FAO milión ha)

Rok	Pšenice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	d_{i1}	d_{i2}	r_i	k_i
1993-1997	0,809				
1998-2002	0,9042	0,095		0,117	1,1174
2003-2007	0,785	-0,11956	-0,215	-0,132	0,868
2008-2012	0,829	0,045	0,164	0,05678	1,057

Tabulka 16 nám ukazuje osevní plochu s pšenicí v ČR v období roků 1993 až 2012 z daných údajů vyplývá, že osevní plochy s pšenicí mají kolísavou tendenci. Nejvyšší nárůst byl v letech 1998 – 2002, kdy dosahoval 0,9 miliónů hektarů.

Průměrný absolutní roční přírůstek

$$d_{i1} = \frac{0,83 - 0,81}{4} = 0,08$$

V časové řadě se průměrný roční absolutní přírůstek osevních ploch s pšenicí se za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v ČR o 0,08 mil. ha.

komentář

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,83}{0,81}} = 1,006$$

Průměrné tempo růstu osevní plochy s pšenicí v ČR v letech 1993 až 2012 se zvyšovalo o 1,006 %.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{0,81 + 0,9 + 0,78 + 0,83}{4} = 0,83$$

Průměrné tempo růstu hektarů s kukuřicí v letech 1993 – 2012 byl v ČR 0,83 miliónů ha.

Tabulka 17 Osevní plocha s kukuřicí na Slovensku (FAO mil. ha)

Rok	Kukuřice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	d_{i1}	d_{i2}	r_i	k_i
1993-1997	0,132				
1998-2002	0,133	0,0009		0,0067	1,0069
2003-2007	0,152	0,018	0,018	0,138	1,138
2008-2012	0,177	0,025	0,0065	0,164	1,164

Tabulka 17 ukazuje osevní plochu s kukuřicí v SR ve sledovaném období roků 1993 až 2012 z uvedených údajů je zřejmé, že v daném období osevní plochy s kukuřicí mají postupnou zvyšující se tendenci, kdy v období let 2008 – 2012 vystoupaly na 0,18 miliónů hektarů.

Průměrný absolutní přírůstek

$$di1 = \frac{0,18 - 0,13}{4} = 0,05$$

V časové řadě se průměrný absolutní přírůstek osevní plochy s kukuřicí za sledované období roků 1993 až 2012 zvyšoval v SR o 0,05 mil. ha.

Porovnáním ČR a SR bylo zjištěno, že ve sledovaném období je ČR na tom lépe 0,03 mil. ha.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt{\frac{0,18}{0,13}} = 1,08$$

Průměrné tempo růstu osevní plochy s kukuřicí v SR v letech 1993 až 2012 se zvyšovalo o 1,08 %.

Porovnáním temp růstu ČR a SR v letech 1993 až 2012 vychází ČR o 0,07 % hůře.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{0,13 + 0,13 + 0,15 + 0,18}{4} = 0,15$$

Průměrné tempo růstu hektarů s kukuřicí v letech 1993 – 2012 byl v SR 0,15 miliónů ha. Porovnáním ČR a SR bylo zjištěno, že v průměrném tempu růstu hektarů s kukuřicí má ČR větší o 0,68 mil. ha.

Tabulka 18 Osevní plocha s pšenicí na Slovensku (FAO mil. ha)

Rok	Pšenice	První absolutní diference	Druhá absolutní diference	Relativní přírůstek (v %)	Tempo růstu
	y_i	$di1$	$di2$	ri	ki
1993-1997	0,421				
1998-2002	0,396	-0,024		-0,058	0,942
2003-2007	0,352	-0,044	-0,0199	-0,112	0,888
2008-2012	0,3708	0,0189	0,0633	0,054	1,054

Tabulka 18 ukazuje osevní plochu s pšenicí v SR ve sledovaném období roků 1993 až 2012 z daných údajů je zřejmé, že osevní plochy s pšenicí mají postupnou klesající tendenci, krom období let 2008 – 2012 vystoupaly na 0,37 miliónů hektarů.

Průměrný absolutní přírůstek

$$d_{i1} = \frac{0,37 - 0,42}{4} = -0,013$$

V časové řadě se průměrný absolutní přírůstek v SR osevní plochy s pšenicí za sledované období roků 1993 až 2012 snižoval o 0,013 mil. ha.

Porovnáním ČR a SR bylo zjištěno, že ve sledovaném období je ČR lépe o 0,093 mil. ha.

Průměrný koeficient růstu

$$k = \sqrt[4]{\frac{0,37}{0,42}} = 0,97$$

Průměrné tempo růstu osevní plochy s pšenicí v SR v letech 1993 až 2012 se zvyšovalo o 0,97 %.

Porovnáním temp růstu ČR a SR v letech 1993 až 2012 vychází ČR o 0,036 % lépe.

Aritmetický průměr

$$y = \frac{0,42 + 0,4 + 0,35 + 0,37}{4} = 0,39$$

Průměrné tempo růstu osevní plochy s pšenicí v letech 1993 – 2012 byl v SR 0,39 miliónů ha. Porovnáním ČR a SR bylo zjištěno, že v průměrném tempu růstu hektarů s pšenicí má ČR větší o 0,44 mil. ha.

Průměrné tempo růstu hektarů osevní plochy s kukuřicí v letech 1993 – 2012 byl v ČR 0,83 ha.

Tabulka 20 Podíl států na produkci plodin v procentech ve vztahu k EU

	EU mil. tun	ČR %	SR %	Rakousko %	Polsko %
kukuřice	1179,405	1,16	1,94	4,3	3,26
pšenice	2603,961	20,67	0,33	7,33	45,68
ječmen	1181,483	4,84	1,67	2,29	8,13
pohanka	3,1502	0,000014	0,000002	0	0,00038
brambory	1439,257	3,24	1,09	2,02	49,26

Tabulka 19 ukazuje kolika procenty se daný stát podílí na produkci EU u vybraných plodin v porovnání průměrné produkce (kukuřice, pšenice, ječmen, pohanka, brambory) u států EU (ČR, Slovensko, Rakousko, Polsko). Výsledky ukazují, že kukuřice má významný podíl v produkci vybraných plodin daných států. Česká republika se procentně podílí na produkci kukuřice v porovnání se Slovenskem o 0,78 % méně. V porovnání s Rakouskem se ČR u kukuřice podílí na produkci EU o 3,14 % méně. Naproti tomu u pšenice v rámci EU se ČR podílí proti SR o 20,34 % více. V porovnání s Polskem se ČR u pšenice podílí o 25,01 %

méně. Při procentním porovnání podílu daného státu nutno počítat i s osevní plochou jednotlivých států, kterou nám znázorňuje následující tabulka.

Tabulka 21 Osevní plocha v ČR, SR, Rakousku a Polsku (FAO mil. ha)

	ČR	SR	Rakousko	Polsko
kuřice	0,723	0,1485	0,1849	0,2312
pšenice	0,8318	0,3849	0,2795	2,3854
ječmen	0,5164	0,2089	0,2127	1,1169
pohanka	0,0012	0,0004	0	0,0561
brambory	0,0518	0,0248	0,0237	0,9487

Tabulka 21 v porovnání osevních ploch u vybraných plodin (kukuřice, pšenice, ječmen, pohanka, brambory s porovnáním států EU (ČR, Slovensko, Rakousko, Polsko). Výsledky ukazují, že kukuřice má významný podíl u vybraných plodin daných států. U kukuřice má ČR největší osevní plochu ze všech sledovaných států, oproti Slovensku o 0,575 mil. ha, Polsku o 0,49 mil. ha. U pšenice má ČR větší osevní plochu proti SR o 0,45 mil. ha. Naproti tomu proti Polsku má u pšenice menší osevní plochu o 1,55 mil. ha. V osevní ploše u brambor jasně dominuje Polsko, které oproti ČR má větší osevní plochu o 0,897 mil. ha. ČR v porovnání se SR má u brambor větší osevní plochu jen o 0,027 mil. ha.

6. Diskuse

Zemědělství je do značné míry závislé na klimatických podmínkách. Množství srážek i změna teplot ovlivňuje produkci nejen kukuřice a pšenice, ale i ostatních plodin. Klimatické podmínky jsou v různých geografických oblastech rozdílné (Suková, 2009). Toto také jednoznačně potvrzují námi zpracované analýzy. Výkyvy počasí se promítly i do produkce v některých regionech přesto, že byla hodnocena pětiletá období.

Postupující změny klimatu nejen na našem území mohou vést ke změně výnosů. Globální oteplování, o kterém se v posledním období dosti mluví, může negativně působit na úrodu jako takovou. Pokud dojde k zmizení ozónové ochrany země, tak veškerý život postupně zmizí, jakož i přeměna dusíku na dusičnany, která pomáhá úrodnosti půdy (Alterová, 2010). Nebylo zjištěno, že by měnící se klima významně podílelo na produkci kukuřice, ale lze předpokládat, že v dalších letech bude více ovlivňovat změny plochy pěstování této intenzivní plodiny.

Někteří výzkumníci ukázali, že díky ochlazení klimatu došlo v posledních dvou desetiletích k procentuálnímu zvýšení výnosů plodin. Naopak pro každý stupeň oteplení během vegetačního období, jak ukazují analýzy, by výnosy plodin poklesly o 17 % (Vondrášková, 2003). Z našeho šetření v některých státech to nelze potvrdit ani vyvrátit.

Jak uvádí Mikulka (2009) plevelné rostliny patří mezi významné škodlivé činitele a škody jimi způsobené jsou velmi obtížně vyčíslitelné. Ve srovnání s chorobami a škůdci se jejich negativní působení projevuje každoročně ve všech plodinách. Souhlasíme s názorem Mikulky, že plevelné rostliny patří mezi škodlivé činitele.

V kukuřici nalezneme vzhledem k její vegetační době a architektuře porostu velmi široké spektrum plevelů. Nejškodlivější skupinou jsou pozdní jarní plevele, jejichž druhové zastoupení se značně liší podle půdně-klimatických podmínek (Mikulka, Chodová, 2002). Souhlasíme s názorem Mikulky a Chodové (2002), že v kukuřici nalezneme širší spektrum plevelů, které škodí kukuřici ve vegetačním období.

Do jaké míry jsou rostlinám kukuřice i pšenice a dalším dostupné minerální živiny, zejména dusík ovlivňuje do značné míry produkci těchto plodin. Námi zjištěné nárůsty produkce jsou především spojeny s nárůstem výnosu plodiny. Na jejich růstu se velmi významně podílí hnojiva. Souhlasíme se závěrem Nátra (2002), který uvádí, že hnojiva tak patří k významnějším faktorům, které ovlivňují výnosy. Jejich účinek je rostlinám zprostředkován přes půdu, přičemž produkce se úměrně zvyšuje se zvýšením dávek a to především dusíkatých.

Existuje mnoho dalších faktorů ovlivňujících produkci rostlin, včetně látek, které ovlivňují a regulují růstové a vývojové procesy u rostlin (Macháčková et al., 1998). Ty mohou v budoucnu ovlivnit produkci rostlin, tak jak jsou v některých státech využívány u zvířat.

V současné době je více možností pro zlepšení genetického potenciálu kukuřice. Důležitým kritériem při šlechtění kukuřice na zrno je dosažení vysokého výnosu zrna (Benda, 1985). Jak uvádí Benda (1985) je důležité při genetickém zlepšení kukuřice dosažení vyššího výnosu. U kukuřice Bt tím, že výnosy nejsou snižovány zavíječem kukuřičným a v rámci ekonomického hodnocení u kukuřice NK 603, která je odolná vůči herbicidům Roundup či Guardian Safe Max.

V naší republice je možno pěstovat GM kukuřici, která je odolná proti zavíječi kukuřičnému. Při pěstování GM kukuřice je nutno dodržovat platnou legislativu, která stanoví nakládání s GM plodinami (Janotová, 2011). Nové generace GM plodin se zaměřují na přímý přínos pro spotřebitele např. lepší skladbou nutričních látek, jedlé vakcíny či náhrada fosilních paliv (Křístková, 2009). Jsme stejného názoru jako Janotová (2001), že při pěstování GMO plodiny pěstované v ČR, ale i jinde ve světě je nutno dodržovat platnou legislativu. Pěstování Bt kukuřice, která je odolná proti zavíječi kukuřičnému a je povolena k pěstování v ČR, pomáhá zemědělcům snižovat náklady a zvyšovat výnosy. Jsme stejného názoru jako Křístková (2009), že GMO plodiny mají přímý přínos pro spotřebitele, a také přispívají k zvýšení výnosů plodin a k obstarání obživy pro lidstvo.

Produkce kukuřice se vlivem způsobu pěstování i odrůd v USA zvýšila z 1 t až na 7 t.ha. . Největší podíl na tom měl nový genotyp, ale i způsob pěstování. Nejvíce se na daném podílela zvýšená tolerance ke stresům, což by mohlo v budoucnu zvýšit produkci (Tollenaar, Lee, 2002). Na základě studia se domníváme, že svůj podíl má v posledních letech i využívání GMO kukuřice v tomto státě.

Podle zjištění v práci se podařilo v ČR zvýšit produkci kukuřice ve sledovaném období od roků 1993 – 1997 z 0,163 až na 0,826 miliónů tun letech 2008 - 2012, což činí o 0,66 miliónů tun více.

Za období roků 1970 až 1979 plochy osevu s kukuřicí v ČSR stoupají, kdy se v roce 1984 zvýšily až na 55972 ha (Šimo, 1989). Souhlasíme s Šimo (1989), že průměrné tempo osevních ploch v ČR narůstá, s kukuřicí v období 1993 – 2012 na 0,83 mil. ha a pšenicí se zvyšovalo průměrně o 830 tis. ha.

V práci byly vytvořeny tři hypotézy, které vycházejí z předpokladu dnešní doby při pěstování kukuřice na zrno i zjišťování jakým vývojem se v současnosti ubírá produkce kukuřice. Podle našeho názoru pohledem na plochy s pěstovanými plodinami v zemědělství

vypadá, že osevní plochy s kukuřicí se v České republice postupně zvyšují. Analýzy nám mají ukázat zda k nárůstu osevních ploch s kukuřicí i produkcí kukuřice mají zvyšující se tendenci a zda je Česká republika konkurenceschopná s okolními státy.

Hypotéza 1) byla potvrzena, kukuřice je plodinou s rychle narůstající plochou pěstování a její produkcí, když plocha pěstování narostla z 0,032 mil. ha let 1993 – 1997 na 0,1107 mil ha. v letech 2008 - 2012. Produkce narostla z 0,163 mil. tun v roce 1993 - 1997 na 0,826 mil. tun v roce 2008 - 2012

Hypotéza 2) byla potvrzena zčásti, kukuřice je fenoménem dnešní doby, ale pšenice a brambory jsou také plodiny, které se v rámci EU pěstují ve větším množství.

Hypotéza 3) byla potvrzena nárůsty produkce kukuřice a hektarové výnosy v ČR jsou srovnatelné s vybranými zeměmi EU.

7. Závěr

V této práci sledujeme vývoj produkce kukuřice pěstované na zrno, ve světě v letech 1963 – 2012. Změny vyhodnocujeme dle období a geografických oblastí produkce kukuřice a pšenice. V ČR v letech 1993 až 2012., kde je v rámci porovnání zohledněn vznik ČR a následné odesílání dat do statistického systému FAO. Produkce kukuřice a pšenice v ČR je porovnána s vybranými státy Evropské unie (Rakousko, Polsko, Slovensko), které bezprostředně sousedí s naší republikou.

Vlastní analýza byla rozdělena do tří částí. První část se věnuje popisu produkce kukuřice pěstované na zrno ve světě. Tabulky znázorňují produkci dané plodiny v pětiletém časovém sledu. V celosvětové produkci, v Americe, Asii, Evropě a EU. Dále je zde proveden výpočet elementární charakteristiky kukuřice pěstované na zrno. U produkce kukuřice pěstované na zrno v rámci EU je odhadnut vývoj budoucí časové řady pomocí modelu lineární trendové funkce. Příčiny změn v produkci kukuřice jsou posuzovány pomocí korelace s vybranými faktory dle geografických oblastí (EU, celosvětový vývoj, Amerika, Asie, Evropa).

Druhá část práce se zaměřuje na vývoj produkce kukuřice v ČR, kde tabulky i grafy znázorňují produkci kukuřice pěstované na zrno v pětiletých cyklech období roků 1993 – 2012. Porovnání produkce kukuřice s vybranými státy EU. Česká republika je pomocí korelace porovnávána s vybranými faktory (EU, Rakousko, Polsko, Slovensko). U České republiky je odhadnut budoucí vývoj pomocí lineární trendové funkce.

Poslední část je věnována produkci pšenice v celosvětovém měřítku, EU, České republice, Slovensku s porovnáním produkce pšenice a kukuřice.

Z provedené analýzy vychází, že u produkce kukuřice došlo k významným změnám a postupnému nárůstu produkce kukuřice pěstované na zrno. Ve vývoji osevních ploch kukuřice pěstované na zrno a pšenice bylo zjištěno, že tyto plochy mají také veliký vliv, který působí na zvyšování produkce kukuřice i pšenice. Dominantní postavení si kukuřice v ČR začíná prosazovat i na úkor ostatních plodin. Porovnáním osevní plochy u vybraných plodin (kukuřice, pšenice, ječmen, pohanka, brambory) byla ověřována hypotéza, zda je kukuřice fenoménem dnešní doby mezi pěstovanými plodinami. V souvislosti se zjišťováním byly porovnány vybrané státy EU (ČR, SR, Rakousko, Polsko) v průměru celé časové řady let 1993 až 2012. Výsledky ukazují, že kukuřice má významný podíl mezi plodinami v rámci osevních ploch sledovaných států. Porovnáním osevních ploch kukuřice se prokázalo, že ČR má největší osevní plochu, když oproti SR je větší o 0,58 mil. ha., Rakousku o 0,54 mil. ha a Polsku o 0,49 mil. ha. U pšenice má ČR menší osevní plochu proti Polsku o 0,897 mil. ha a

proti Slovensku má ČR osevní plochu větší o 0,45 mil. ha. U Brambor má největší osevní plochu Polsko, která činí 0,949 mil. ha, tedy o 0,897 mil. ha více než Česká republika. Srovnáním ČR a SR v rámci osevní plochy brambor bylo zjištěno, že ČR má větší osevní plochu o 0,027 mil. ha.

Celková výměra osevních ploch v České republice i vybraných států EU proti předchozímu období pomalu narůstá. To je dobrý předpoklad pro následnou obživu obyvatel.

8. Literatura a zdroje

ALTEROVÁ, L. (2010) Prostředí ovlivňuje i zemědělství [online]. Agroweb, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW< http://www.agroweb.cz/Prostredi-ovlivnuje-izemedelstvi__s43x48744.html>.

BENBROOK, Ch. (2001): Do GM crops mean less pesticide use? *Pestic. Outlook*, 2001, 12, 204-207, DOI: 10.1039/B108609J

BENDA, J. (1985) *Systémy pěstování a využití kukuřice*. ÚVTIZ nakladatelství, Praha, 16 s. Evid. č. ÚVTIZ 73656.

COWBROUGH, M. (2005): *Minimizing Weed Control Costs in Field Corn*. [online], 2005 Ontario, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/news/croptalk/2005/ct_0305a6.htm>

DEWAR A.M. (2009). Weed kontrol in glyphosate-tolerant maize in Europe. *Pest Management Science* 65 (10), 1047-1058.

DVOŘÁK, J., SMUTNÝ, V. (2003). *Integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. *Herbologie*, s. 186, ISBN 80-7157-732-4.

HRUŠKA, L., et al. (1976). *Naučný slovník zemědělský*. 6p. Praha : Ústav vědeckotechnických informací, 743 s. ISBN 07-002-76.

JANOTOVÁ, B. (2011). *Porovnání ekonomiky pěstování kukuřice na zrno*. *Úroda*, 2, 20-23.

JANÝŠKA, A. (1990). *Použití herbicidů v kulturách zeleniny*. Olomouc: Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský, 39 s. ISBN 80-85117-06-1.

JURSÍK, M., SOUKUP, J. (2007) *Strategie regulace zaplevelení*. [online], agroweb.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< http://www.agroweb.cz/Strategie-regulace-zapleveleni__s146x29286.html>

JURSÍK, M., SOUKUP, J. (2008) *Postemergentní regulace plevelů v kukuřici*. Úroda, 56, 2008, 6, s. 33-36, ISSN 0139-6013

JURSÍK, M., SOUKUP, J. (2009) *Možnosti herbicidní regulace plevelů*. [online], agroweb.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< http://www.agroweb.cz/Moznosti-herbicidni-regulace-plevelu__s427x35006.html>

JURSÍK, M., a kol. (2011) *Plevelé. Biologie a regulace*. Vyd. 1. Praha: Kurent s.r.o., 232 s. ISBN 978-80-87111-27-7

JURSÍK, M., SOUKUP, J., HOLEC, J.. (2011) *Důležité aspekty herbicidní ochrany: Využití HT technologií při regulaci plevelů*. Listy cukrovarnické a řepařské, 127, 2011 (9/10). s. 286–291, ISSN 1210 – 3306

KOHOUT, V., ŠKODA, V. (1993) *Regulace rozšíření polních plevelů nechemickými způsoby: Zpracováno na základě výsledků výzkumu katedry obecné produkce rostlinné a agrometeorologie Agronomické fak. Vysoké školy zemědělské Praha*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993. 36 s. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe, ISSN 0231-9470; 10/1993.

KAČICOVÁ, L. (2005) *Zakládání porostů kukuřice v letošním roce*. [online], kws.de, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:<http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/Produkty/Kuku_345_ice/Articles_from_different_years/rok_2006/Articles_2005/~bnup/Zakladan_porost_367_kuku_345_ice_v_1/>

KAZDA, J., a kol. (2003) *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 3., dopl. vyd. Praha: [Martin Sedláček], 158 s. ISBN 80-86726-03-7.

KAZDA, J., MIKULKA, J., PROKINOVÁ, E. (2010) *Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010. 399 s., [8] l. obr. příl. ISBN 978-80-86726-34-2.

KOHOUT, V. (1996) *Herbologie. Plevelé a jejich regulace*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 116 s. Učební texty. ISBN 80-213-0308-5.

KOSTELANSKÝ, F., et al. (2006). *Obecná produkce rostlinná*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 212 s. ISBN 80-7157-765-0.

KNEIFELOVÁ, M. (2003). *Biologie a regulace plevelů : sborník ze semináře ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze 6-Ruzyni*. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, 81 s. ISBN 80-86555-33-X.

KNEIFELOVÁ, M., MIKULKA, J. *Významné a nově se šířící plevele.*, ÚVTI Praha, *Zemědělské informace*, č. 4/2003 59. s.

KŘÍSTKOVÁ, M. (2009) *Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované BT kukuřice v ČR 2005-2009*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 44 s. ISBN 978-80-7084-871-5.

KUBECOVÁ, B. (1983). *Analýza genetických mechanismů kvalitativních znaků kukuřice ve fíliálních generacích*. Brno : Lednice na Moravě,. 28 s. vědní obor 41-02-09.

KULOVÁ, E. Agroweb [online]. 2001 [cit. 2011-02-02]. Spolehlivé odplevelení kukuřice herbicidy. Dostupné z WWW: <agroweb.cz/rostlina-vyroba/Spolehlive-odpleveleni-kukurice-herbicidy__s44x10297.html>.

KULOVÁ, E. Úroda [online]. 2002 [cit. 2011-02-02]. Hubení vytrvalých plevelů v kukuřici. Dostupné z WWW: <uroda.cz/@AGRO/informacni-servis/Hubeni-vytrvalych-plevelu-v-kukurici__s457x8966.html>.

LÖSTER, T., ŘEZANKOVÁ, H., LANGHAMROVÁ, J. (2008) *Statistické metody a demografie*. VŠEM, Praha, 19s, ISBN 978-80-86730-40-0.

MACHÁČKOVÁ, I., PROCHÁZKA, S., KREKULE, J., ŠEBÁNEK, J. (1998) *Fyziologie rostlin*. Academia, Praha, 488 s. ISBN 80-200-0586-2.

MIKULKA, J. (2007) *Herbicidy - jejich rozdělení a způsoby působení na rostliny*. Úroda, 55, 2007, 9, s. 33-36, ISSN 0139-6013

MIKULKA, J., CHODOVÁ, D. (1998). *Rezistence plevelů vůči herbicidům*. 6. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 48 s. ISBN 80-86153-95-9, ISSN 0862-3562.

MIKULKA, J. (1996) Systém hubení plevelů v cukrovce a kukuřici, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství ČR, Event.ÚVTEI-73665/1-2, ISSN 0231-9470)

MIKULKA, J. (2009). Metody regulace pýru plazivého na zemědělské půdě : Uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Praha : Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 16 s. ISBN 978-80-74-011-6.

MIKULKA, J., CHODOVÁ, D. (2002). Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha ISBN: 80-7271-116-4,

MIKULKA, J., CHODOVÁ, D. (1996). Hubení plevelů odolných vůči herbicidům. 2. Praha : Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 35 s. ISBN 81-7105-136-5.

MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M. (2003). Plevelné rostliny, CD Rom VÚRV Praha

MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M., SOUKUP, J. UHLÍK, J. Plevelné rostliny. Profí Press, Praha

MIKULKA, J., SLAVÍKOVÁ, L. (2009) *Rezistentní plevele*. [online], VÚRV.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:<http://www.vurv.cz/index.php?p=referencni_laboratore&site=institute>

NANDULA V.J. (2010). Glyphosate Resistance in Crops and Weeds. Wiley Hobojem, New Persey. Owen MDK (2008): Weed species Shift in glyphosate-resistant crops. Pest Management Science 64

NÁTR, L. (2002) *Fotosyntetická produkce a výživa lidstva*. ISV nakladatelství, Praha, 423 s. ISBN 80-85866-92-7.

NOVÁK, M. *eAMOS* [online]. 2004 [cit. 2011-02-26]. Systémy zpracování půdy. Dostupné z WWW: <http://www.eamos.cz/amos/kor/externi/kor_076/03.pdf>.

OVESNÁ J. (2005): Geneticky modifikované organismy a jejich možné uplatnění v rostlinné výrobě, pp. 3-13. In *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství*, Praha: MZe ČR a Česká zemědělská univerzita. ISBN: 80-7084-408-6

PETR, J., a kol. (1997) *Speciální produkce rostlinná. I., (Obecná část a obilniny)*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, 193 s. Učební texty. ISBN 80-213-0152-X.

PRADO, R. JORRÍN, J., GRACÍA, T. L. (1997). Weed and crop resistance to herbicides. Netherlands : Kluwer academic publishers, 340 s. ISBN 0-7923-4581-9.

Pravidla pro pěstitele geneticky modifikovaných plodin v ČR.(2010) [online], eagri.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/gmo-geneticky-modifikovane-organismy/pravidla-pro-pestitele-geneticky.html>>

PROCHÁZKA, I. (1993) *Kapesní atlas semenářsky důležitých plevelných rostlin*. Brno: Oseva, 53 s., [8] s.

ŘÍHA, K., KRAUS, P. (2010) *Choroby kukuřice: mýtus a skutečnost*. [online], agroweb.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< http://www.agroweb.cz/Choroby-kukurice:-mytus-a-skutecnost__s1366x48252.html>

SKLÁDANKA, J. (2012) *Multimediální učební texty pícninářství. Ústav výživy zvířat a pícninářství MZLU v Brně, oddělení pícninářství* [online], [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html

SMALE, M., EDMEADES, S., GROOTE, H. (2006) Genetic resource policies : Promising crop biotechnologies for smallholder farmers in east Africa: Bananas and Maize. [s.l.] : International food policy research institute, 20 s. Dostupné z WWW: < ifpri.org, www.cimmyt.org, www.ipgri.cgiar.org>.

SOUKUP, J. (2005) *Přínosy a rizika geneticky modifikovaných zemědělských plodin tolerantní k herbicidům*, pp. 20 – 21. Přínosy a rizika geneticky modifikovaných organismů využívaných v zemědělství a potravinářství ve vztahu k bezpečnosti potravin a k ochraně životního prostředí (2005 : Praha, Česko)

SOUKUP, J. (2012) *Plevelé v kukuřici známé i neznámé*. [online], pioneer.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< http://www.old.pioneerosiva.cz/seminar05_pocernice1.php?tisk=true>

SMUTNÝ, V. (2012) *Možnosti regulace plevelé v kukuřici v sušších podmínkách*. [online], [cit 2012-03-29]. Dostupné z WWW:< <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-kukurici-v-sussich-podminkach.html>>

STEJSKAL, V., KOCOUREK, F., PAŽOURKOVÁ, Z. (2005) *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. 93 s. ISBN 80-86555-84-4.

SUKOVÁ, I. (2009) *Obecný přehled aktivit, které mohou přispívat ke zmírnění problémů vyplývajících ze vzájemného působení zemědělské činnosti a změněného klimatu* [online]. Agronavigátor, [cit. 2012-01-10]. Dostupné z WWW <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=93&ch=1&typ=1&val=95747>>.

ŠIMO, D. (1989) *Efektivnost' výroby kukurice*. Vydavatelstvo Příroda, Bratislava, Trnava, 29 s. ISBN 80-07-00047-x

ŠTĚPÁNEK, P. (2005 a) *Aplikace herbicidů v kukuřici*. [online], Agromanual.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:<<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/aplikace-herbicidu-v-kukurici.html>>

ŠTĚPÁNEK, P. (2005 b) *Strategie minimalizující rezistenci plevelů k herbicidům*. [online], Agromanual.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/strategie-minimalizujici-rezistenci-plevelu-k-herbicidum.html>>

TOLLENAAR, M., LEE, E. A. (2002) *Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize*. Field Crops Research, 75, 161-169.

VANĚK, V., a kol. (2002) *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3., dopl. vyd. Praha: Martin Sedláček, 132 s. ISBN 80-902413

VANĚK, V. (2012) *Moderní hnojení kukuřice*. [online], pioneer.cz, [cit 2012-01-10]. Dostupné z WWW:< http://www.old.pioneerosiva.cz/seminar05_cervena2.php?tisk=true>

VONDRÁŠKOVÁ, Š. (2003) *Důsledky klimatických změn pro výnosy plodin* [online]. Agronavigátor, 31. května 2003 [cit. 2011-01-17]. Dostupné z WWW <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=93&ch=1&typ=1&val=15325>>.

VRZAL, J., a kol. (1995) *Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceňin*. 1. vyd. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 32 s. Rostlinná výroba: zelená řada. ISBN 80-7105-097-0.

ZIMOLKA, J., a kol. (2008 a) *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1.

ZIMOLKA, J., a kol. (2008 b) *Speciální produkce rostlinná - rostlinná výroba: (polní a zahradní plodiny, základy pícninářství)*. 2., nezměn. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 245 s. ISBN 978-80-7375-230-9.

9. Přílohy

1. Celosvětová produkce kukuřice mil t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963 - 1967	236,0185698				
1968 - 1972	282,6913352	46,6727654		0,197750395	1,197750395
1973 - 1977	338,0918016	55,4004664	8,727701	0,195975113	1,195975113
1978 - 1982	420,9102538	82,8184522	27,4179858	0,244958475	1,244958475
1983 - 1987	442,8703486	21,9600948	-60,8583574	0,052172867	1,052172867
1988 - 1992	478,2699556	35,399607	13,4395122	0,079932213	1,079932213
1993 - 1997	547,5725104	69,3025548	33,9029478	0,144902589	1,144902589
1998 - 2002	607,1733184	59,600808	-9,7017468	0,108845508	1,108845508
2003 - 2007	716,9080864	109,734768	50,13396	0,18073055	1,18073055
2008 - 2012	852,0916124	135,183526	25,448758	0,188564655	1,188564655
	4922,597792				

2. Celosvětová produkce pšenice mil t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963 - 1967	272,7716858				
1968 - 1972	327,3504376	54,5787518		0,200089506	1,200089506
1973 - 1977	377,2220844	49,8716468	-4,707105	0,152349412	1,152349412
1978 - 1982	446,6869354	69,464851	19,5932042	0,18414842	1,18414842
1983 - 1987	507,0347934	60,347858	-9,116993	0,135101014	1,135101014
1988 - 1992	548,6681424	41,633349	-18,714509	0,082111424	1,082111424
1993 - 1997	566,5356158	17,8674734	-23,7658756	0,032565174	1,032565174
1998 - 2002	586,2824274	19,7468116	1,8793382	0,034855375	1,034855375
2003 - 2007	606,8408446	20,5584172	0,8116056	0,035065723	1,035065723
2008 - 2012	679,6076226	72,766778	52,2083608	0,119910811	1,119910811
	4919,000589				

3. Evropa produkce kukuřice mil t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963 - 1967	39,3096854				
1968 - 1972	48,3782598	9,0685744		0,230695675	1,230695675
1973 - 1977	56,1807512	7,8024914	-1,266083	0,161280944	1,161280944
1978 - 1982	63,4208156	7,2400644	-0,562427	0,128870908	1,128870908
1983 - 1987	71,5963268	8,1755112	0,9354468	0,128908957	1,128908957
1988 - 1992	65,6859798	-5,910347	-14,0858582	-0,082550981	0,917449019
1993 - 1997	65,7648926	0,0789128	5,9892598	0,001201364	1,001201364
1998 - 2002	71,4428634	5,6779708	5,599058	0,086337415	1,086337415
2003 - 2007	79,3160562	7,8731928	2,195222	0,110202649	1,110202649
2008 - 2012	93,32142	14,0053638	6,132171	0,176576654	1,176576654
	654,4170508				

4. Evropa produkce pšenice mil. t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963 - 1967	131,8282458				
1968 - 1972	160,721249	28,8930032		0,219171567	1,219171567
1973 - 1977	168,087984	7,366735	-21,5262682	0,045835476	1,045835476
1978 - 1982	183,9942356	15,9062516	8,5395166	0,09463051	1,09463051
1983 - 1987	190,4317194	6,4374838	-9,4687678	0,034987421	1,034987421
1988 - 1992	207,8359164	17,404197	10,9667132	0,091393372	1,091393372
1993 - 1997	179,8157408	-28,0201756	-45,4243726	-0,134818736	0,865181264
1998 - 2002	190,9113002	11,0955594	39,115735	0,061705162	1,061705162
2003 - 2007	192,6654578	1,7541576	-9,3414018	0,009188338	1,009188338
2008 - 2012	220,3541406	27,6886828	25,9345252	0,143713788	1,143713788
	1826,64599				

5. EU osevní plocha kukuřice mil. t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	8,3488736				
1968-1972	8,8810332	0,5321596		0,063740287	1,063740287
1973-1977	9,1823644	0,3013312	-0,2308284	0,033929746	1,033929746
1978-1982	8,9792642	-0,2031002	-0,5044314	-0,022118508	0,977881492
1983-1987	8,682232	-0,2970322	-0,093932	-0,033079793	0,966920207
1988-1992	8,5809676	-0,1012644	0,1957678	-0,011663406	0,988336594
1993-1997	9,3632182	0,7822506	0,883515	0,091161118	1,091161118
1998-2002	9,6591466	0,2959284	-0,4863222	0,031605415	1,031605415
2003-2007	9,4182068	-0,2409398	-0,5368682	-0,024944212	0,975055788
2008-2012	9,0106964	-0,4075104	-0,1665706	-0,043268364	0,956731636
	90,106003				

6. EU osevní plocha mil. t. pšenice

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	25,4613794				
1968-1972	24,7238752	-0,7375042		-0,028965603	0,971034397
1973-1977	23,0465098	-1,6773654	-0,9398612	-0,067843952	0,932156048
1978-1982	22,8102348	-0,236275	1,4410904	-0,010252095	0,989747905
1983-1987	24,0398356	1,2296008	1,4658758	0,053905662	1,053905662
1988-1992	24,1890296	0,149194	-1,0804068	0,006206116	1,006206116
1993-1997	25,544769	1,3557394	1,2065454	0,056047697	1,056047697
1998-2002	26,3812722	0,8365032	-0,5192362	0,032746556	1,032746556
2003-2007	25,6089148	-0,7723574	-1,6088606	-0,029276731	0,970723269
2008-2012	26,1765404	0,5676256	1,339983	0,022165156	1,022165156
	247,9823608				

7. Rakousko osevní plocha kukuřice mil. t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	0,053048				
1968-1972	0,114459	0,061411		1,157649676	2,157649676
1973-1977	0,153085	0,038626	-0,022785	0,337465817	1,337465817
1978-1982	0,189011	0,035926	-0,0027	0,23468008	1,23468008
1983-1987	0,209279	0,020268	-0,015658	0,107231854	1,107231854
1988-1992	0,190127	-0,019152	-0,03942	-0,091514199	0,908485801
1993-1997	0,182481	-0,007646	0,011506	-0,040215225	0,959784775

8. Rakousko osevní plocha pšenice mil. t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	0,292695				
1968-1972	0,283129	-0,009566		-0,032682485	0,967317515
1973-1977	0,275894	-0,007235	0,002331	-0,025553723	0,974446277
1978-1982	0,277671	0,001777	0,009012	0,006440879	1,006440879
1983-1987	0,318525	0,040854	0,039077	0,147130957	1,147130957
1988-1992	0,273006	-0,045519	-0,086373	-0,14290558	0,85709442
1993-1997	0,249055	-0,023951	0,021568	-0,087730673	0,912269327
1998-2002	0,279066	0,030011	0,053962	0,120499488	1,120499488
2003-2007	0,285738	0,006672	-0,023339	0,023908323	1,023908323
2008-2012	0,304239	0,018501	0,011829	0,064748126	1,064748126
	2,839018				

9. Polsko osevní plocha kukuřice mil. t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	0,00646				
1968-1972	0,0047	-0,00176		-0,27244582	0,72755418
1973-1977	0,026539	0,021839	0,023599	4,646595745	5,646595745
1978-1982	0,025482	-0,001057	-0,022896	-0,039828177	0,960171823
1983-1987	0,020045	-0,005437	-0,00438	-0,213366298	0,786633702
1988-1992	0,055256	0,035211	0,040648	1,756597655	2,756597655
1993-1997	0,0599	0,004644	-0,030567	0,084045172	1,084045172
1998-2002	0,176962	0,117062	0,112418	1,954290484	2,954290484
2003-2007	0,334467	0,157505	0,040443	0,890049841	1,890049841
2008-2012	0,353419	0,018952	-0,138553	0,056663288	1,056663288
	1,06323				

10. Polsko osevní plocha pšenice mil. t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	1,632				
1968-1972	1,98044	0,34844		0,213504902	1,213504902
1973-1977	1,894412	-0,086028	-0,434468	-0,043438832	0,956561168
1978-1982	1,5768	-0,317612	-0,231584	-0,167657299	0,832342701
1983-1987	1,857188	0,280388	0,598	0,177820903	1,177820903
1988-1992	2,299451	0,442263	0,161875	0,238135827	1,238135827
1993-1997	2,465245	0,165794	-0,276469	0,072101558	1,072101558
1998-2002	2,578121	0,112876	-0,052918	0,04578693	1,04578693
2003-2007	2,224917	-0,353204	-0,46608	-0,137000552	0,862999448
2008-2012	2,27323	0,048313	0,401517	0,021714518	1,021714518
	20,781804				

11. Svět osevní plocha kukuřice mil. t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	109,3456252				
1968-1972	113,8470202	4,501395		0,041166668	1,041166668
1973-1977	121,5496228	7,7026026	3,2012076	0,067657481	1,067657481
1978-1982	125,2942686	3,7446458	-3,9579568	0,030807548	1,030807548
1983-1987	127,5800666	2,285798	-1,4588478	0,018243436	1,018243436
1988-1992	132,6726534	5,0925868	2,8067888	0,039916791	1,039916791
1993-1997	137,1745032	4,5018498	-0,590737	0,03393201	1,03393201
1998-2002	137,636005	0,4615018	-4,040348	0,003364341	1,003364341
2003-2007	149,1811266	11,5451216	11,0836198	0,083881551	1,083881551
2008-2012	167,0909552	17,9098286	6,364707	0,120054252	1,120054252
	1321,371847				

12. Svět osevní plocha pšenice mil. t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	215,0331032				
1968-1972	215,6580844	0,6249812		0,002906442	1,002906442
1973-1977	226,2211674	10,563083	9,9381018	0,048980696	1,048980696
1978-1982	234,5829434	8,361776	-2,201307	0,036962836	1,036962836
1983-1987	227,8739158	-6,7090276	-15,0708036	-0,02859981	0,97140019
1988-1992	224,4520216	-3,4218942	3,2871334	-0,01501661	0,984983388
1993-1997	221,470982	-2,9810396	0,4408546	-0,01328141	0,986718589
1998-2002	215,4621774	-6,0088046	-3,027765	-0,02713134	0,97286866
2003-2007	214,3508866	-1,1112908	4,8975138	-0,00515770	0,994842293
2008-2012	219,9443102	5,5934236	6,7047144	0,026094707	1,026094707
	2215,049592				

13. Amerika osevní plocha kukuřice mil. t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	47,2752242				
1968-1972	49,5525896	2,2773654		0,048172493	1,048172493
1973-1977	53,2971248	3,7445352	1,4671698	0,075566892	1,075566892
1978-1982	55,8151998	2,518075	-1,2264602	0,047245982	1,047245982
1983-1987	54,148177	-1,6670228	-4,1850978	-0,02986682	0,970133175
1988-1992	54,2047216	0,0565446	1,7235674	0,001044257	1,001044257
1993-1997	57,1269832	2,9222616	2,865717	0,053911569	1,053911569
1998-2002	56,3356822	-0,791301	-3,7135626	-0,01385161	0,986148385
2003-2007	59,5248138	3,1891316	3,9804326	0,056609443	1,056609443
2008-2012	64,0267304	4,5019166	1,312785	0,075630923	1,075630923
	551,3072466				

14. Amerika osevní plocha pšenice mil. t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	40,8893558				
1968-1972	37,0195488	-3,869807		-0,09464093	0,905359062
1973-1977	46,1309906	9,1114418	12,9812488	0,246125145	1,246125145
1978-1982	50,1293754	3,9983848	-5,113057	0,086674592	1,086674592
1983-1987	49,279458	-0,8499174	-4,8483022	-0,01695447	0,983045522
1988-1992	48,2519662	-1,0274918	-0,1775744	-0,02085030	0,979149694
1993-1997	45,7800866	-2,4718796	-1,4443878	-0,05122857	0,948771422
1998-2002	40,8344062	-4,9456804	-2,4738008	-0,10803125	0,891968741
2003-2007	39,4736012	-1,360805	3,5848754	-0,03332496	0,966675039
2008-2012	37,6666302	-1,806971	-0,446166	-0,04577669	0,954223305
	435,455419				

15. Evropa osevní plocha kukuřice mil. t.

Pětileté období	kukuřice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	15,5455128				
1968-1972	15,1831548	-0,362358		-0,02330949	0,976690508
1973-1977	15,105093	-0,0780618	0,2842962	-0,00514134	0,994858657
1978-1982	14,6590184	-0,4460746	-0,3680128	-0,02953140	0,970468596
1983-1987	15,5149364	0,855918	1,3019926	0,058388493	1,058388493
1988-1992	14,2812442	-1,2336922	-2,0896102	-0,07951642	0,92048358
1993-1997	13,1568746	-1,1243696	0,1093226	-0,07873050	0,921269493
1998-2002	13,2609648	0,1040902	1,2284598	0,007911469	1,007911469
2003-2007	14,2889436	1,0279788	0,9238886	0,077519156	1,077519156
2008-2012	15,6256048	1,3366612	0,3086824	0,093545138	1,093545138
	146,6213474				

16. Evropa osevní plocha pšenice mil. t.

Pětileté období	pšenice	di 1	di 2	ri	ki
1963-1967	96,3233934				
1968-1972	91,9724006	-4,3509928		-0,04517067	0,954829324
1973-1977	87,4874908	-4,4849098	-0,133917	-0,04876364	0,951236352
1978-1982	85,4790234	-2,0084674	2,4764424	-0,02295719	0,977042805
1983-1987	76,527027	-8,9519964	-6,943529	-0,10472740	0,895272594
1988-1992	71,2403538	-5,2866732	3,6653232	-0,06908243	0,930917567
1993-1997	56,049473	-15,1908808	-9,9042076	-0,21323421	0,786765787
1998-2002	56,068656	0,019183	15,2100638	0,000342251	1,000342251
2003-2007	55,3260192	-0,7426368	-0,7618198	-0,01324513	0,986754867
2008-2012	58,5734598	3,2474406	3,9900774	0,058696444	1,058696444
	735,047297				

17. Produkce kukuřice v mil t.

Pětileté období	ČR	EU	Rakousko	Polsko	Slovensko
1993-1997	0,1631196	51,339774	1,5992086	0,2968488	0,671967
1998-2002	0,3579802	57,3985476	1,7270416	1,0685968	0,6672474
2003-2007	0,6192158	58,5618622	1,7683538	1,831212	0,8000296
2008-2012	0,8259362	60,6980602	2,2022174	2,145848	1,1474146

18. Produkce pšenice v mil t.

Pětileté období	ČR	EU	Rakousko	Polsko	Slovensko
1993-1997	3,6415976	119,0553684	1,233812	8,2675642	1,8420202
1998-2002	4,0599338	129,9795804	1,402695	9,1355648	1,5358794
2003-2007	3,8541256	128,6989212	1,4317826	8,3798024	0,5444672
2008-2012	4,3166238	140,485562	1,5576392	9,3003012	1,499957