

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Csc.

Bakalářská práce

Pěstování kukuřice v integrovaném systému  
hospodaření

Vedoucí bakalářské práce  
Ing. Zdeněk Štěřba, Ph.D.

Autor bakalářské práce  
Lucie Vokatá

České Budějovice, duben 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie VOKATÁ**  
Osobní číslo: **Z11332**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělství**  
Název tématu: **Pěstování kukuřice v integrovaném systému hospodaření**  
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

### Zásady pro vypracování:


**Cíl práce:** Hlavním cílem bakalářské práce je shrnutí poznatků o pěstování kukuřice v integrovaném systému hospodaření. Práce bude vypracována formou literárního přehledu vytvořeného na základě doporučené i další získané literatury.

- 1) Úvod - stručný nástin významu tématu.
- 2) Vypracování osnovy bakalářské práce dle kapitol a podkapitol (charakteristika systémů hospodaření, integrovaný systém hospodaření, hlavní zásady, vazba na evropskou legislativu, vhodnost kukuřice pro integrovaný systém, integrovaná ochrana kukuřice proti škodlivým činitelům, škůdci kukuřice a integrovaná ochrana, hlavní problémy a východiska, geneticky modifikované odrůdy kukuřice - pěstování v Evropě a ČR).
- 3) Vyhledání odpovídajících publikací v literatuře včetně informačních databází.
- 4) Zpracování získaných informací a vytvoření přehledné literární rešerše na dané téma.
- 5) Závěr - shrnutí nejdůležitějších poznatků vyplývajících ze studované problematiky.
- 6) Seznam literatury - v abecedním pořadí dle ČSN


Rozsah grafických prací: 5 - 10 stran  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:

Kolektiv autorů: Metodická příručka ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům - polní plodiny, Česká společnost rostlinolékařská, Praha, 2008.  
Norris, F.R. et. all: Concepts in Integrated Pest Management, Upper Saddle River, p. 586, New Jersey, 2003.  
Stratilová, Z.: GMO bez obalu, MZe ČR, Praha, 2012.  
Zimolka, J. a kol: Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, 2008.  
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES ze dne 21. října 2009, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů.  
Vyhláška č.205/2012 Sb. o obecných zásadách integrované ochrany rostlin.  
Sborníky z konferencí a seminářů.  
Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Farmář, Agromagazín, Zemědělec.  
Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie  
Datum zadání bakalářské práce: 28. března 2013  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014

  
prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice  
L.S.

  
prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. března 2013

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby touto elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích  
dne 9. 4. 2014

podpis autora  
Lucie Vokatá

Děkuji **Ing. Zdeňku Štěřbovi, Ph.D.**, vedoucímu bakalářské práce, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytl při vypracování této bakalářské práce.

## **Abstract**

The main aim of this bachelor work is a summary about how to grow maize in an integrated system of farming. It includes utilization of maize in this system and effective protection against harmful factors. The work is made in a form of literary research. Maize has become an irreplaceable item of people's crop. It is used as feed and for industrial processing plentifully. Also its utilization as an energetic crop has started to grow recently. There is a range of maize crossbreeds which are determined to various climatic conditions with particular goal of growing and high income requirements. The diseases caused by different pathogens have been shown in the consequence of actions caused by unfavourable factors (such as change of climatic conditions, ways of soil treatment, greater substitute of maize in a sowing process, etc.). Also damaging these plants by pests is one of the significant problems to mention. Therefore the protective arrangements that do not overload the environment are necessary. One of these arrangements presents growing plants in an integrated system of farming. The integrated plant protection, as the main part of more intensive growing system, is reducing the usage of pesticides and it is supporting usage of non-chemical methods IOR. The core of the whole system is an effective protection against harmful factors, which provides regular profit and high quality of the agricultural production. Reduction of the risks and little influence of pesticides on people's health and the environment is necessary. Establishment of integrated plant protection is necessity arising from the regulation of the amendment for the law no. 199/ 2012 Sb. Observance of the principles for an integrated protection is compulsory for all professional users since January 1st, 2014.

**Key words:** integrated protection, maize, harmful factors

## **Abstrakt**

Hlavním cílem bakalářské práce je shrnutí poznatků o pěstování kukuřice v integrovaném systému hospodaření, včetně využití kukuřice v tomto systému a efektivní ochrany proti škodlivým činitelům. Práce je vypracovaná formou literární rešerše. Kukuřice se stala nenahraditelnou plodinou ve výživě lidí, hojně je využívána ke krmným účelům, k průmyslovému zpracování a v posledních letech stoupá její využití jako energetické plodiny. Na trhu je dnes široká škála hybridů kukuřice do různých klimatických podmínek s konkrétním cílem pěstování a vysokým výnosovým potenciálem. V důsledku působení řady nepříznivých činitelů (změnou klimatických podmínek, způsobem zpracování půdy, vyšším zastoupením kukuřice v osevních postupech atd.), se projevují s narůstající intenzitou i choroby způsobené různými patogeny a roste i poškození rostlin škůdci. Proto jsou důležitá správná ochranná opatření, která nezatěžují životní prostředí. Jedním z nich je pěstování rostlin v integrovaném systému hospodaření. Integrovaná ochrana rostlin, jako hlavní část intenzivnějšího systému pěstování se snaží omezit používání pesticidů a podpořit využívání nechemických metod IOR. Jádrem celého systému je efektivní ochrana před škodlivými činiteli, jež zajišťuje stabilní výnos a kvalitní produkci zemědělských produktů, při čemž je kladen důraz na snížení rizik dopadu vlivu pesticidů na lidské zdraví a životní prostředí. Nutnost zavádění integrované ochrany rostlin vyplývá z nařízení v novele rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb. Dodržování zásad integrované ochrany je od 1.1.2014 povinné pro všechny profesionální uživatele.

**Klíčová slova:** integrovaná ochrana, kukuřice, škodliví činitelé

## Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 9  |
| 2. Charakteristika agroekosystémů .....  | 10 |
| 2.1 Rozdělení zemědělských produkčních systémů.....  | 10 |
| 2.2 Základní systémy hospodaření v zemědělství.....  | 10 |
| 2.2.1 Konvenční zemědělství .....  | 11 |
| 2.2.2 Ekologické zemědělství .....   | 11 |
| 2.2.3 Integrované zemědělství .....  | 11 |
| 3. Integrovaná ochrana rostlin.....  | 12 |
| 3.1 Zásady integrované ochrany rostlin. ....   | 12 |
| 3.2 Informace o povolování přípravků na ochranu rostlin.....   | 13 |
| 3.3 Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou<br>legislativy – Monitoring a systémy varování v ochraně rostlin ..... | 14 |
| 3.3.1 Definice základních pojmů a členění metod monitorování.....  | 14 |
| 3.3.2 Výstupy monitoringu škodlivých organismů a systémy varování.....   | 15 |
| 3.3.3 Přehled metod monitorování škodlivých organismů .....  | 15 |
| 3.4 Charakteristika preventivních a přímých metod v integrované ochraně rostlin<br>.....   | 15 |
| 3.4.1 Preventivní způsoby ochrany .....  | 15 |
| 3.4.2 Přímé způsoby ochrany .....  | 17 |
| 4. Kukuřice setá – <i>Zea mays</i> .....   | 19 |
| 4.1 Biologická a morfologická charakteristika kukuřice .....   | 19 |
| 4.2 Historický a současný vývoj pěstování kukuřice v ČR a ve světě.....  | 20 |
| 4.3 Pěstitelská technologie kukuřice .....   | 22 |
| 4.3.1 Agrotechnické požadavky kukuřice.....  | 23 |
| 4.3.2 Zásady výživy a hnojení kukuřice.....  | 23 |
| 4.3.3 Zařazení kukuřice v osevním postupu .....  | 26 |
| 4.3.4 Zpracování půdy ke kukuřici .....  | 27 |
| 4.4 Zakládání porostů kukuřice.....  | 28 |
| 4.4.1 Termín výsevu kukuřice.....  | 28 |
| 4.4.2 Hustota porostu .....  | 28 |
| 4.4.3 Hloubka setí .....   | 28 |
| 4.4.4 Výsevek.....   | 29 |
| 4.5 Vhodnost kukuřice pro integrovaný systém.....  | 29 |
| 5. Integrovaná ochrana proti škodlivým činitelům v porostech kukuřice.....   | 31 |
| 5.1 Polní kontroly porostů kukuřice.....   | 31 |
| 5.2 Škodlivost plevelů a faktory ovlivňující jejich šíření na orné půdě.....   | 32 |
| 5.3 Způsoby, formy a typy poškození rostlin živočišnými škůdci.....  | 33 |
| 5.4 Fytopatologie .....  | 35 |
| 6. Integrovaná ochrana proti polním plevelům v porostech kukuřice.....   | 37 |
| 6.1 Výskyt plevelů v kukuřici .....  | 37 |
| 6.2 Průzkum výskytu plevelů a popis nejrozšířenějších druhů v porostech kukuřice<br>.....  | 37 |
| 6.3 Metody regulace plevelů v porostech kukuřice .....   | 40 |
| 7. Integrovaná ochrana proti škůdcům vyskytujících se v porostech kukuřice.....  | 43 |
| 7.1 Nejvýznamnější škůdci vyskytující se v porostech kukuřice.....   | 43 |
| 7.2 Metody ochrany rostlin proti škůdcům .....   | 50 |
| 8. Integrovaná ochrana proti chorobám vyskytujících se v porostech kukuřice .....  | 52 |
| 8.1 Nejvýznamnější choroby kukuřice.....   | 52 |
| 8.2 Metody ochrany rostlin proti chorobám.....   | 56 |

|  |    |
|--|----|
| 9. Geneticky modifikované organismy - GMO.....               | 58 |
| 9.1 Geneticky modifikované organismy v ochraně rostlin ..... | 58 |
| 9.2 Geneticky modifikované rostliny .....                    | 59 |
| 9.2.1 Typy transgenních plodin.....                          | 61 |
| 9.2.2 Geneticky modifikovaná kukuřice .....                  | 62 |
| 10. Závěr .....  | 64 |
| 11. Seznam použité literatury.....                           | 65 |
| 12. Přílohy .....  | 71 |



# 1. Úvod

Kukuřice je od nepaměti právem nazývána královnou našich polí, a to nejen z důvodu jejího velkoplošného zastoupení na našem území, ale i z hlediska jejího širokého využití v zemědělství, potravinářství a i v jiných odvětvích.

Kukuřice má nezastupitelný význam ve výživě lidstva i zvířat. Má charakteristický způsob pěstování a široké využití. Společně s pšenicí a rýží se stala nejdůležitější obilovinou ve výživě lidí. Kukuřice je využívána pro krmné účely, je důležitou energetickou plodinou. Dále se zpracovává průmyslově na výrobu alkoholu, piva a škrobu. V neposlední řadě se využívá i ve farmacii při výrobě penicilinu a dalších antibiotik.

Původem je kukuřice z tropických a subtropických oblastí Jižní a Střední Ameriky. Využívala se již před 12 000 lety. S pěstováním kukuřice začali Aztékové, Mayové a Inkové. Teprve v roce 1930 se začali využívat první hybridy, které umožňují lepší využití kukuřice pro jednotlivé technologie pěstování. V současné době je rozšířena po celém světě.

I přes její tropický původ se kukuřice pěstuje v rozmanitých klimatických podmínkách.

Má vysoké nároky na teplo a světlo. Zrno začíná klíčit při teplotě půdy 7 – 8 °C. Kukuřice potřebuje dostatek vody v období mezi metáním a mléčnou zralostí, to je v období intenzivního růstu. Na sucho je kukuřice velmi citlivá v době květu, kdy dochází k zasychání blizen. Nároky na půdu má kukuřice mnohem menší než na teploty. Nevhodné jsou těžké a chladné půdy, neboť neumožňují včasné setí.

Na trhu je dnes široká škála hybridů kukuřice do různých klimatických podmínek s konkrétním cílem pěstování a vysokým výnosovým potenciálem. Převažují dva užitkové směry: kukuřice na zrno a kukuřice silážní (s využitím pro hovězí dobytek a pro bioplynové stanice).

Osevní plocha zrnové a silážní kukuřice za rok 2013 v České Republice je 219 tis. ha.

Při pěstování kukuřice je důležitá ochrana proti škodlivým činitelům, když nejefektivnější ochranou kukuřice je využití integrované ochrany rostlin.

Cílem integrované ochrany je využití preventivních metod (biologické, agrotechnické, šlechtitelské metody atd.), které nezatěžují životní prostředí a nepůsobí negativně na lidské zdraví. Přímé způsoby ochrany (účelně řízená chemická ochrana) se využívají při překročení prahu škodlivosti a kritického čísla.

Proto z důvodu dosažení udržitelného používání pesticidů vznikla novela rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb., na jehož základě je od 1. 1. 2014 povinné pro všechny profesionální uživatele dodržování zásad IOR.

Přechodným systémem mezi konvenčním a ekologickým zemědělstvím je integrované zemědělství, které omezuje aplikaci pesticidů především na případy překročení prahu škodlivosti jednotlivých škodlivých činitelů (choroby, škůdci, plevele). Preferuje preventivní opatření (střídání plodin, výběr odrůd, správná agrotechnika), biologické metody regulace a vyváženost všech pěstitelských faktorů za účelem ochrany životního prostředí a snížení rizik dopadu vlivu pesticidů na lidské zdraví.

## 2. Charakteristika agroekosystémů

Pod pojmem agroekosystém lze vyjádřit ucelenou soustavu vzájemných účinků mezi všemi organizmy a prostředím, které je upraveno člověkem. Znalosti požadavků jednotlivých organismů a vzájemných vztahů jsou pro optimální využití zemědělské krajiny nutné.

Účelem zemědělského hospodaření je cílevědomá činnost v krajině sloužící k uspokojování individuálních i společenských potřeb (www.MEDIA0.7X.CZ, 2005).

Primárním cílem hospodaření zemědělce je produkce potravin a dalších materiálů využitelných pro technické a energetické účely. Základní systémy zemědělského hospodaření jsou chápány jako produkční systémy. Zemědělství, mimo produkčních funkcí, plní také řadu funkcí mimoprodukčních. Z hlediska agroekosystémů je nejvýznamnější právě funkce mimoprodukční (péče o veřejné statky, kulturní funkce atd.) (MOUDRÝ, 2006).

### 2.1 Rozdělení zemědělských produkčních systémů

Na úrovni podniku lze charakterizovat zemědělské produkční systémy podle různých hledisek:

- podle zaměření produkce: specializované, pěstování rostlin, chov zvířat, lov a sběr, syntetická produkce.
- smíšené
- podle stupně uspokojení potřeb: samozásobitelské, komerční.
- podle kontinuity produkce: permanentní, nepermanentní.
- podle vně využití techniky: mechanizované, nemechanizované.
- podle množství energomateriálových toků: intenzivní, extenzivní.

Vysoce intenzivní, mechanizovaný systém se stává zcela závislý na vnějších vstupech (stroje, paliva, osiva). Vysoké vnější energomateriálové vstupy silně snižují energetickou efektivitu systémů. Poměr vložené energie k energii získané úrodou je 3:1 zatímco u neintenzivních systémů 1:20 i více.

Naproti tomu extenzivní (low input) systémy hospodaření mají téměř opačnou charakteristiku. Jejich hlavním rysem je redukce vnějších vstupů. Extenzivní agroekosystémy se vyznačují nižšími energetickými a materiálovými toky na jednotku plochy a obvykle vyšší diverzitou, menší potřebou vnějších zásahů a větší stabilitou i autoregulační schopností. Snížení vstupů přináší obvykle snížení produkční schopnosti agrosystému.

Ve světě převládají na 80% plochy extenzivní a na 20% intenzivní systémy hospodaření (MOUDRÝ, 2006).

### 2.2 Základní systémy hospodaření v zemědělství

Způsoby hospodaření se v průběhu lidských dějin neustále vyvíjely. Z původních „primitivních“ zemědělských soustav, které zahrnovaly soustavy žďárové (vypalování lesů) či úhorové se lidé dopracovali k industriálnímu pojetí zemědělství, které je v současné době typické ve vyspělých zemích. Podstatou rychlého růstu zemědělství byla jeho industrializace založená v některých oblastech na silné specializaci a koncentraci (př. monokulturní pěstování plodin), dalším

faktorem, který pozitivně ovlivnil rychlý růst zemědělství je např: intenzifikační růst dávek minerálních hnojiv, použití pesticidů, šlechtění nových odrůd a výkonnost techniky (WWW.CIT.VFU.CZ, 2011).

### **V současné době rozlišujeme zemědělství do 3 základních systémů:**

1. Konvenční zemědělství
2. Ekologické zemědělství
3. Integrované zemědělství

#### **2.2.1 Konvenční zemědělství**

Konvenční zemědělství je obecně rozšířený název pro systém hospodaření převládající v průmyslově vyspělých zemích (MOUDRÝ, 2006).

Prioritou je maximalizace zisku, používání pesticidních přípravků a regulátorů růstu. Neklade důraz na ochranu životního prostředí a ochranu přírody, rezidua v potravinách, nedodržování osevních postupů atd. (HEJCMAN, 2011).

Je charakteristický vyšší intenzitou hospodaření i použitím vyšších energetických a materiálových vstupů.

Formami konvenčního zemědělství jsou precizní, programované zemědělství, skleníková, hydroponická produkce aj. (MOUDRÝ, 2006).

#### **2.2.2 Ekologické zemědělství**

V ekologickém zemědělství nemáme k dispozici řadu podpůrných prostředků (průmyslová hnojiva, pesticidy, regulátory růstu...), metody chemické regulace produkčního procesu proto nahrazujeme racionálními a biologickými postupy. Proto je nutné, důkladně znát biologické zákonitosti a využívat je (KONVALINA ET AL., 2007). Je produkčním systémem, který současně usiluje o uchování a zlepšení přírodních zdrojů a kvalitu životního prostředí. Řídí se zákonem č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství (HEJCMAN, 2011).

#### **2.2.3 Integrované zemědělství**

Integrované zemědělství je přechodný systém mezi konvenčním a ekologickým zemědělstvím (MOUDRÝ, 2006).

Je charakterizováno integrací dostupných technických, biologických, chemických a ekologických poznatků. Agrochemické vstupy používá na základě diagnostických metod výživného stavu rostlin a okamžité zásoby živin v půdě. Aplikaci pesticidů omezuje na případy překročení prahu škodlivosti jednotlivých škodlivých činitelů. Preferuje preventivní opatření (střídání plodin, výběr odrůd), biologické metody regulace a vyváženost všech pěstitelských faktorů.

(WWW.CIT.VFU.CZ, 2011)

### 3. Integrovaná ochrana rostlin

Integrovaná ochrana rostlin je systém hospodaření, který využívá všech ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelných metod k udržení škodlivých organismů pod hladinou škodlivosti, přičemž se záměrně upřednostňuje využití přirozených regulačních faktorů. Používáme všech dostupných způsobů ochrany směřující k lepší kondici rostlin (ROTREKL, 2000).

Podobně jako u systému Integrovaná produkce (IP) je jádrem celého systému efektivní ochrana před chorobami, škůdci a plevely, jež zajišťují stabilní výnos a kvalitní produkci zemědělských produktů, při čemž je kladem důraz na snížení rizik dopadu vlivu pesticidů na lidské zdraví a životní prostředí. V souvislosti s tímto přístupem byla v roce 2009 přijata člena Evropské Unie směrnice 2009/128/ES stanovující rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů, která je v současné době již součástí národní legislativy, resp. v novele rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb., kde je (IOR) definována jako: „*Opatření integrované ochrany udržují používání přípravků a ostatních metod ochrany rostlin na úrovních, které lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit, přičemž je kladen důraz na růst zdravých plodin při co nejmenším narušení zemědělských a lesních ekosystémů*“. Odstavec 3 je věnován problematice zásad IOR rostlin a odkazu na prováděcí předpis, kterým je vyhláška č. 205/2012 o obecných zásadách IOR. Dodržování zásad je od 1.1.2014 pro všechny profesionální uživatele povinné.

V souladu s požadavkem směrnice byl mimo jiné připraven v gesci Ministerstva zemědělství (Mze) návrh Národního akčního plánu k zajištění udržitelného používání pesticidů (NAP), jehož hlavním úkolem je: 1) omezení rizik vycházejících z používání přípravků na ochranu rostlin, a to v oblastech ochrany zdraví lidí, ochrany vod a ochrany životního prostředí. 2) optimalizace využívání přípravků bez omezení rozsahu zemědělské produkce a kvality rostlinných produktů. (WWW.EAGRI.CZ<sup>3</sup>, 2009-2013)

#### 3.1 Zásady integrované ochrany rostlin.

Zásadami integrované ochrany rostlin se rozumí, soubor vzájemně se doplňujících agrotechnických, biologických, chemických, fyzikálních a preventivních metod bez nežádoucích vedlejších negativních dopadů na životní prostředí. Nemalou roli hraje také ekonomické hledisko, proto se stanovuje u jednotlivých patogenů a škůdců ekonomický práh škodlivosti, což je hladina intenzity choroby a výskytu škůdce, při které je pokles hodnoty produkce větší než náklady vynaložené na ochranná opatření. Pro stanovení těchto prahů je nutné znát dopad choroby a poškození škůdcem, náklady na ochranu (cena pesticidu a práce) a mít k dispozici účinné monitorovací, signalizační a prognostické metody. U hmyzích škůdců bývá ekonomický práh škodlivosti vyjádřen kritickým počtem, tzn. populační hustotou jedinců, při níž jsou realizována opatření, aby se předešlo překročení hladiny škodlivosti, tj. nejnižší populační hustoty, při níž vzniká ekonomicky významné poškození.

U chorob se rozlišuje četnost choroby, což je počet jedinců, u kterých se choroba vyskytuje a intenzita choroby – plocha rostlinného pletiva postiženého chorobou (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

### **Přehled 8 zásad, formulovaných ve vyhlášce k zákonu 205/2012:**

- 1) Opatření pro prevenci anebo potlačení škodlivých organismů (střídání plodin, agrotechnika, výběr odrůd, osivo a sadba, podpora užitečných organismů atd.).
  - 2) Monitorování výskytu škodlivých organismů, včetně využívání systémů předpovědí (prognóz) a systémů varování a včasné diagnózy.
  - 3) Rozhodování o provedení ošetření podle prahů škodlivosti (kritického počtu) ve srovnání s výskytem škodlivého organismu na poli.
  - 4) Preference nechemických prostředků a metod před chemickými přípravky, pokud uspokojivě zajistí ochranu před škodlivými organismy.
  - 5) Výběr přípravků selektivních k přirozeným nepřítelům, s co nejmenšími vedlejšími účinky pro lidské zdraví, necílové organismy a životní prostředí.
  - 6) Používání pesticidů a dalších způsobů ochrany profesionálními uživateli by mělo být pouze v nezbytném rozsahu.
  - 7) Uplatňování antirezistentních strategií.
  - 8) Ověřování úspěšnosti provedených ochranných opatření.
- (KOCOUREK<sup>1</sup>, 2012)

### **3.2 Informace o povolování přípravků na ochranu rostlin**

Žádost o povolení přípravku na ochranu rostlin dle článku 33 nařízení EP a Rady (ES) č. 1107/2009 v souladu s §32 zákona č.326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči podává Státní rostlinolékařské správě (SRS) osoba, která má v úmyslu uvést přípravek na trh v České republice.

Prováděcím předpisem pro ustanovení zákona vztahují se na přípravky a další prostředky na ochranu rostlin je vyhláška č. 32/2012 Sb.

Nařízení evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 z 21. října 2009 o uvádění přípravku na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS/ a 91/414/EHS.

Nařízení Komise (EU) č.544/2011 ze dne 10. června 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009, pokud jde o požadavky na údaje o účinných látkách.

Nařízení Komise (EU) č. 545/2011 ze dne 10. června 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009, pokud jde o požadavky na údaje o přípravcích na ochranu rostlin.

Nařízení Komise (EU) č. 546/2011 ze dne 10. června 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009, pokud jde o jednotné zásady pro hodnocení povolování přípravků na ochranu rostlin.

Nařízení Komise (EU) č. 547/2011 ze dne 10. června 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009, pokud jde o požadavky na označování přípravků ochranu rostlin.

Tyto nařízení se vztahují k přípravkům na ochranu rostlin, které chce dotyčná osoba uvést na trh a zároveň vysvětlují jak postupovat při registraci a povolení nového přípravku (WWW.EAGRI.CZ<sup>2</sup>, 2009-2013).

### **3.3 Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy – Monitoring a systémy varování v ochraně rostlin**

Úvodem připomeňme text zásady č. 2 návrhu vyhlášky (3, odst. 2): „Profesionální uživatel zajistí sledování výskytu škodlivých organismů pomocí postupů a nástrojů zveřejněných podle zákona, které zahrnují zejména pozorování na místě, systémy varování, předpovědi výskytu škodlivých organismů a metody jejich včasného určení nebo využívání poradenství poradců odborně kvalifikovaných podle zákona“. Dodržování této zásady je od 1. 1. 2014 pro profesionálního uživatele pesticidů jednou z 8 povinností definovaných v uvedené vyhlášce (KOCOUREK<sup>2</sup>, 2012).

#### **Nové legislativy EU**

Snižování rizik syntetických pesticidů pro životní prostředí a pro zdraví lidí (postupné omezení spotřeby rizikových pesticidů).

Dále snižování závislosti na syntetických pesticidech při zachování rozsahu produkce a zvýšení kvality produktů.

Podpory a zavádění nových strategií ochrany rostlin, biologických prostředků a alternativních metod ochrany, ale i transgenních rostlin (GMO)

Zvýšení ekonomické efektivity ochrany (zvýšení účinnosti ochranných opatření, omezení objemu ekonomicky nezdůvodněných aplikací) – možné přechodné zvýšení nákladů na ochranu rostlin.

Závazky státu v podpoře zavádění IOR (informační systémy a poradenství) jsou větší než očekávané sankce za nedodržení legislativních požadavků ze strany pěstitelů (KOCOUREK, HOLÝ, 2012).

#### **3.3.1 Definice základních pojmů a členění metod monitorování**

Monitorování (monitoring) škodlivých organismů zahrnuje metody přímého a nepřímého sledování škodlivých organismů kulturních plodin, zejména sledování:

- intenzity výskytu škodlivých organismů,
- vývoje škodlivých organismů (fenologie),
- intenzity letové aktivity živočišných škůdců,
- průběhu epidemí chorob,
- podmínek vzniku hromadné infekce patogenů.

Monitoring zahrnuje procesy získávání a zpracování informací a výstupy. Informace se získávají pomocí přímých metod (přímé pozorování na místě - měření) nebo pomocí nepřímých metod (monitoring v užším slova smyslu), jako je monitorování výskytu a vývoje, využití simulačních modelů vývoje a aktivit škodlivých organismů.

Intenzita výskytu škodlivých organismů se zjišťuje převážně pomocí přímých sledování škůdců nebo podle příznaků chorob na rostlinách.

Pomocí přímých měření se u hmyzích škůdců zjišťuje posloupnost vývojových fází (vajíčko, larva, kukla, dospělec) ve vztahu k vývojové fázi hostitelské rostliny nebo k období roku (tzv. fenologie škůdců).

Pro zjišťování průběhu a intenzity letové aktivity škůdců se využívají různé typy lapačů. U chorob rostlin zahrnují metody nepřímého sledování simulace průběhu epidemií chorob a simulace podmínek hromadné infekce na základě agrometeorologických prediktorů (KOCOUREK<sup>2</sup>, 2012).

### **3.3.2 Výstupy monitoringu škodlivých organismů a systémy varování**

**Výstupy monitoringu škodlivých organismů jsou zejména:**

- systémy evidence výskytu škodlivých organismů,
- prognózy výskytu škodlivých organismů,
- systémy varování.

**Prognózy výskytu škodlivých organismů zahrnují:**

- předpovědi výskytu nebo předpovědi škodlivého výskytu,
- předpovědi intenzity výskytu,
- předpovědi průběhu epidemie (negativní prognózy).

(KOCOUREK<sup>2</sup>, 2012)

### **3.3.3 Přehled metod monitorování škodlivých organismů**

Základem pro monitorování výskytu škodlivých organismů na zemědělských plodinách je přímé pozorování. Pro monitoring živočišných škůdců se vedle toho využívají různé typy lapačů.

**Základní členění lapačů pro monitoring škodlivého hmyzu:**

- optické lapače,
- světelné lapače,
- sací pasti,
- feromonové lapáky,
- ostatní typy lapačů.

(KOCOUREK<sup>2</sup>, 2012)

## **3.4 Charakteristika preventivních a přímých metod v integrované ochraně rostlin**

V integrované produkci jsou stejně významné aspekty ekologické jako ekonomické. V popředí stojí podpora přirozených regulačních procesů. Teprve, když opatření tohoto druhu nepostačují, využívá se přímých ochranných způsobů (HÄNI ET AL., 1993).

### **3.4.1 Preventivní způsoby ochrany**

Jedná se především o nepřímé způsoby ochrany, jejichž cílem je omezit možnosti pro výskyt patogena nebo škůdce. Do této skupiny patří agrotechnické způsoby ochrany, šlechtění na rezistenci a fytosanitární opatření (HRUDOVA, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

### 3.4.1.1 Agrotechnické způsoby ochrany

Velmi důležitá je volba stanoviště, pro trvalé kultury by se měly vybírat polohy, které nejsou vhodné pro rozvoj patogenů a škůdců a také z hlediska rizika poškození kultur nepříznivým průběhem počasí. U jednoletých kultur by se měli dodržovat izolační vzdálenosti mezi porosty na semeno a produkčními plochami a také izolační vzdálenosti mezi ozimy a jařinami stejné plodiny.

Osevní postupy jsou často rozhodujícími faktory pro rozvoj nebo potlačení patogenů a škůdců, kteří mohou přežívat přímo v půdě nebo i na rostlinných zbytcích řadu let.

Systémy zpracování půdy mohou také ovlivnit výskyt škodlivých organismů. Mnohé patogeny a škůdci přežívají ve svrchní vrstvě půdy, proto hluboká orba je důležitým ochranným opatřením.

Založení porostu z hlediska doby a hloubky setí a hustoty porostu je nezbytné pro jeho zdraví. Obecně se z hlediska napadení patogeny a škůdci doporučuje pozdější termín setí na podzim a co nejčastější na jaře.

Hnojení je nezbytné nejen pro správný růst a vývoj rostlin, ale také pro rozvoj škodlivých činitelů (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

### 3.4.1.2 Šlechtění na rezistenci

Klasické postupy jsou založeny na znalostech interakcí mezi hostitelskou rostlinou a patogenem nebo škůdcem. Většinou se mezi sebou kříží málo výkonné materiály s vyšším stupněm rezistence s náchylnými materiály, které ale v nepřítomnosti patogena nebo škůdce mají velký výnos. Jako zdroje rezistence se používají současné nebo restringované odrůdy, plané populace daného druhu rostlin. Rozvíjejí se i metody vzdálené hybridizace (mezidruhové, mezirodové), při kterých se kříží kulturní náchylný druh (rod) s rezistentním planým druhem.

V současné době se v ochraně rostlin uplatňují geneticky modifikované organismy, což jsou podle zákona takové organismy (kromě člověka), jejichž dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací, tj. cílenou změnou dědičného materiálu způsobem, kterého se nedosáhne přirozeně – např. křížením, šlechtěním.

V podmínkách České republiky se začínají pěstovat odrůdy Bt kukuřice s genem vloženým z bakterie *Bacillus thuringiensis*, který kóduje toxin jedovatý pro housenky zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*) (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

### 3.4.1.3 Fytosanitární opatření

Fytosanitární opatření vyhláší Státní rostlinolékařská správa a publikuje je ve věstníku SRS. Tato opatření se vyhláší obvykle k naléhavému řešení neočekávaných fytosanitárních situací, které přinášejí riziko šíření určitých škodlivých organismů, nebo ke stanovení alternativních fytosanitárních požadavků k požadavkům, stanoveným ve fytosanitárních předpisech EU a ČR.

(WWW.EAGRI.CZ<sup>1</sup>, 2009-2013)

Škodlivé organismy jsou v mezinárodní rostlinolékařské terminologii označovány jako tzv. karanténní, a proto se někdy tato opatření označují jako karanténa. Rozeznáváme karanténu vnější a vnitřní.

- Vnější karanténa zahrnuje kontrolu dováženého, vyváženého a převáženého zboží.



- Vnitřní karanténa je zaměřena na zabránění rozšíření karanténních organismů na území státu (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

Státní rostlinolékařská správa vyhláší fyto-sanitární opatření obvykle podle zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů (WWW.EAGRI.CZ<sup>1</sup>, 2009-2013).

### **3.4.2 Přímé způsoby ochrany**

Tyto metody ochrany jsou založeny na přímém hubení patogenů a škůdců. Do této skupiny zahrnujeme fyzikální způsoby ochrany, biologickou a chemickou ochranu (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

#### **3.4.2.1 Fyzikální způsoby ochrany**

Toto ochranné opatření zahrnuje mechanické způsoby ochrany, tepelnou asanaci půdy a termoterapii.

Mechanické způsoby ochrany se využívají především v malovýrobě a můžeme do nich zahrnout používání různých lepových desek, lapacích pásů, mechanický sběr škůdců, odstraňování napadených rostlin a jejich částí.

Při pěstování rostlin v pařeništích nebo sklenících bývá využívána tepelná asanace půdy jejím propařováním nebo tzv. solarizací, při níž se půda pokrývá černou folií, což vede k jejímu zahřátí a ničení některých škůdců a semen plevelů.

Termoterapie je využívána při ozdravování ovocných stromů od virových patogenů, při níž jsou rouby uchovávány při vyšších teplotách (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

#### **3.4.2.2 Biologická ochrana**

Biopesticidy jsou zvláštní skupinou látek používaných v ochraně rostlin. Lze je definovat jako biologické přípravky založené buď na bázi mikroorganismů a virů, tzv. mikrobiální přípravky, nebo jde o bioagens, tzn. přípravky na bázi makroorganismů s obsahem živých organismů:

- predátorů - dravých živočichů, kteří svou kořist ihned usmrtní a pozřou.
- parazitů - živočichů, kteří se živí v tělech nebo na tělech hostitele, přičemž ho zpravidla neusmrcují.
- parazitoidů - jejich vývoj probíhá uvnitř těla hostitele a po ukončení vývoje parazitoidea hyne hostitel (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

#### **3.4.2.3 Chemická ochrana**

V současné době patří k nejrozšířenějším metodám ochrany rostlin, je založena na použití chemických pesticidů.

Pesticidy jsou látky používané k ochraně rostlin a skladovaných produktů organického původu proti patogenům, živočišným škůdcům a plevelům. Skládají se z účinné látky, která přímo působí proti škodlivému činiteli, plnidel, smáčedel apod., které zajišťují konečné fyzikální vlastnosti přípravku a jeho aplikovatelnost.

## **Základní rozdělení pesticidů**

a) dle cílového škodlivého činitele:

Zoocidy - proti škodlivým živočichům,  
Insekticidy - proti škodlivému hmyzu,  
Akaricidy - proti škodlivým roztočům,  
Nematocidy - proti háďátkám,  
Moluskocidy - proti měkkýšům,  
Rodenticidy - proti hlodavcům,  
Herbicidy - proti plevelům,  
Fungicidy - proti houbám.

b) dle způsobu účinku na škodlivý organismus:

Kontaktní - zůstávají na povrchu, nepronikají do pletiv,  
Požerové - jsou toxické při požití cílovým organismem,  
Dýchací - škůdce musí vdechnout,  
S hloubkovým účinkem - pronikají listem či slupkou plodu do hlubších vrstev pletiv,  
Systémový - proniká kutikulou rostlin.

c) dle formulace:

Formulace konečnou úpravou přípravků a jejím účelem je zajistit účinné, bezpečné a ekonomicky efektivní použití. Základní jsou kapalná a pevná formulace.

Nejčastěji používanými formulacemi jsou emulgované koncentráty (EC), a máčitelné prášky (WP, DP), rozpustné koncentráty (SL), suspenzní koncentráty (SC) a ve vodě dispergovatelné granule (DG) (HRUDOVÁ, POKORNÝ, VÍCHOVÁ, 2006).

## 4. Kukuřice setá – *Zea mays*

Objevením Ameriky se stala kukuřice majetkem celého světa a spolu s pšenicí a rýží je nejdůležitější obilninou ve výživě lidí, dnes i významnou krmnou, průmyslovou a energetickou plodinou.

Vznik a původ kulturní kukuřice ještě nejsou zdaleka vysvětleny. Dosavadní archeologické nálezy částí rostlin kukuřice, vymezení oblasti původu a jejího postupného rozšiřování, pokud jde o místo a čas (podle Harshbergera), ukazují na dvě zeměpisné oblasti – středoamerickou a jihoamerickou. I když se první písemné dokumenty o existenci kukuřice datují až po objevení Ameriky, její pěstování bylo dokázáno již v nejstarších mexických a peruánských kulturách. Kukuřice patří k rostlinám, u kterých není známa její divoká forma. Hypotéz o jejím vzniku a vývoji je několik, k nejnovějším patří Jugenheimerova (1976). S největší pravděpodobností rostla ve Střední Americe, kde se dosud nalézá největší rozmanitost jejich forem a rodů s ni nejbližší spřízněných (*Tripsacum*, *Euchlaena* – teosinta), které dávají možnosti vzájemného křížení. Za nejpravděpodobnější centrum domestikace se považuje Mexiko a Peru. Do Evropy, Asie a Afriky se dostala po objevení Ameriky, přitom není jisté, zda byla do Evropy dovezena již z první Kolumbovy cesty (r. 1492) nebo až z druhé (r. 1494).

U nás se pěstování kukuřice rozšířilo až na začátku 20. století, zvláště se zaváděním hybridního osiva. Přitom dosud převažují dva užitkové směry: kukuřice na zrno a kukuřice silážní (ZIMOLKA ET AL., 2008).

### 4.1 Biologická a morfologická charakteristika kukuřice

Všechny pěstované formy kukuřice patří do botanického druhu *Zea mays*, čeleď *Poaceae* (ŠPALDON A KOL, 1968). Je to jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašníkovými (samčími) a pestíkovými (samičími) květy, uspořádanými do oddělených květenství (laty a palice). Je cizosprašná. Patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lipnicokvětých (*Poales*), čeledi lunicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Maydeae*). Do této skupiny zařazujeme také již dříve zmíněné rody *Euchlaena-teosinta* a *Tripsacum* (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Většina skupin se dělí na nižší botanické jednotky podle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy pluch na vřetenech palice. Toto označení uvádíme podle Majsurjana (1946) a Ivanova (1959) jako variety.

#### Známe tyto konvariety:

- Kukuřice obecná, tvrdá (*Zea mays convar. indurata* Sturt.)
- Kukuřice koňský zub (*Zea mays convar. indentata* Sturt.)
- Kukuřice polozubovitá (*Zea mays convar. aorista* Grebensc.)
- Kukuřice pukancová (*Zea mays convar. everta* Sturt.)
- Kukuřice cukrová (*Zea mays convar. saccharata* Sturt.)
- Kukuřice vosková (*Zea mays convar. ceratina* Grebensc.)
- Kukuřice škrobnatá (*Zea mays convar. amylacea* Sturt.)
- Kukuřice pluchatá (*Zea mays var. tunicata* St. Hill.)
- Kukuřice škrobocukrová (*Zea mays convar. Amyleasaccharata* Sturt.)
- Kukuřice pestrolistá (*Zea mays var. japonika*)

Kořenová soustava kukuřice se skládá z primárního klíčného kořene, bočních kořenů a mezokotylových a sekundárních podzemních i nadzemních (vzdušných) kořenů (ŠPALDON ET AL., 1968). Kořeny zasahují hluboko do půdy, podle stanovištních podmínek 1,5 - 3 i více metrů, a zajišťují zásobování vodou ze značné hloubky (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Kukuřice má obdobně jako jiné obilniny vzpřímené dužnaté stéblo. Na povrchu je hladké. Dosahuje výšky (podle variet) od 120 do 300 i více centimetrů. Je zásobním orgánem kukuřice, zprostředkovává spojení listů a kořenů.

(ZIMOLKA ET AL., 2008)

Z každého nadzemního uzlu vyrůstá list s paralelními žilkami. Listy jsou vstřícné. Úplně vyvinutý list má listovou čepel, která vychází z listové plochy nad límečkovitou ligulou. Listová pochva je poměrně silná a pevná. Obepíná článek nad uzlem, ze kterého vyrůstá (ŠPALDON ET AL., 2008).

Stavbou květenství se kukuřice výrazně liší od jiných lipnicovitých druhů. Tvoří květy různopohlavní, jednodomé, sestavené po dvou do klásků. Samčí, prašníkové květy tvoří klásky uspořádané do laty (panicula), samičí květy pestíkové tvoří palici (spadix). Samčí květenství - lata - je umístěno na vrcholu rostliny, samičí se nachází ve střední části stébla, vyrůstá z úžlabí listů (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Kukuřičné zrno má v podstatě stejnou stavbu jako zrna jiných obilnin, jen je o mnoho větší a má různý podíl jednotlivých hlavních částí. Podíl endospermu je asi 85%, embrya a štítku 10% a 5% připadá na oplodí (perikarp) a osemení (testa). (ŠPALDON ET AL., 1968)

## 4.2 Historický a současný vývoj pěstování kukuřice v ČR a ve světě

Kukuřice je plodinou, která se pěstuje, přes její tropický původ, v rozmanitých klimatických podmínkách. Tato skutečnost byla umožněna rozvojem šlechtění, jehož výsledkem je fakt, že se dnes používá výhradně hybridní osivo. To ovšem znamená, že pěstitel za podmínek intenzivního pěstování kukuřice je plně závislý na specializovaných množitelích osiv (VRZAL, NOVÁK ET AL., 1995).

Význam kukuřice pěstované pro využití na zrno u nás v posledních letech výrazně stoupá. Výnosy se pohybují v závislosti na ročníku a lokalitě mezi jednotlivými hybridy od 5,7 t/ha až po 15,8 t/ha při vlhkosti zrna 14 %. Cílem pěstitelů kukuřice na zrno je v praxi dosáhnout výnosu přes 10 t/ha, vlhkosti zrna pod 30 % a eliminovat výskyt fuzárií, a tím snížit koncentraci mykotoxinů pod mezní limity stanovené nařízeními EU. Velmi důležitým momentem dosažení tohoto cíle je správný termín sklizně kukuřice na zrno (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Kukuřičné zrno hraje důležitou úlohu při výkrmu prasat a drůbeže. Rovněž je důležitým komponentem pro krmné směsi. V poslední době vzrůstá význam kukuřice i u nás pro přímou lidskou výživu. Rozšiřuje se použití pukancové kukuřice. Ve světě jsou běžné kukuřičné lupínky, kukuřičná krupice se vyznačuje vysokým obsahem vlákniny. Kromě toho se kukuřičná mouka používá k zahušťování polévek. Z kukuřice se vyrábějí biologicky rozložitelné plasty. Silážní kukuřice hraje důležitou roli při výrobě objemných krmiv (siláže) a řadí se mezi rozhodující krmné plodiny (VRZAL, NOVÁK ET AL., 1995).

### Historie

V bývalém Československu se kukuřice pěstuje od počátku století. Tradiční zaměření, tj. Čechy – siláž a Slovensko – zrno, se zejména díky ranějším hybridům stírá.

Kukuřice je plodina vysoce výkonná, tuto schopnost však může projevit pouze v příznivých podmínkách při zabezpečení celého komplexu opatření při jejím pěstování a sklizni. Potvrzují to i výsledky výrobní praxe, kde bylo během let v důsledku zlepšování pěstitelských podmínek dosaženo poměrně vysokého trendu růstu hektarových výnosů. V celostátním průměru dosahovala kukuřice na zrno výnosů nad 40 q/ha, u kukuřice na siláž 300 i více q/ha (ZÁBORSKÝ ET AL., 1973).

Význam pěstování kukuřice v ČSSR zatím spočívá v jejím využití k výrobě siláží, zejména pro skot. Pěstování kukuřice na zrno je výrazně limitováno jejími požadavky na půdně klimatické podmínky. Tradičním způsobem pěstování nelze dosáhnout plného krytí potřeby zrna kukuřice. Nové způsoby sklizně umožní využít vysokého produkčního potenciálu kukuřice i mimo kukuřičné oblasti. Rozšířením ploch kukuřice získáme větší produkci jaderných krmiv, než je tomu u obilnin. Uplatnění nových postupů je opodstatněné hlavně v těch oblastech, kde kukuřice nedosahuje plné zralosti zrna, ale při vysokém výnosu je schopna dosáhnout zralosti pro některou z variant dělené sklizně (ŽIMOVA, 1985).

### **Současnost**

Význam kukuřice v posledních letech narůstá. Kukuřice se stala nenahraditelnou plodinou pro živočišnou výrobu i pro energetické účely, proto hledání inovačních prvků v pěstitelské technologii je důležité. V zemědělské praxi se zkouší setí kukuřice do dvojřádků se středem 0,75 m. Tento způsob založení porostů patří prokazatelně k intenzifikačním postupům pěstování kukuřice. Předností tohoto systému pěstování je, že pěstitel zvýší počet jedinců na hektar (o 10 – 15 %) u daného hybridu, aniž by porost byl vystaven přehuštění. Rostliny mají více prostoru, rychle zaplní celou plochu pozemku, aniž by si konkurovaly. Při výnosovém hodnocení dochází k navýšení výnosu až o 15 % (KVAPIL, 2013).

O stavu a konkurenceschopnosti českého zemědělství vypovídá srovnání se zeměmi EU. Již porovnání výkonnosti s nově přistoupenými zeměmi (EU 12) nedopadá pro české zemědělství dobře, natožpak srovnání se zeměmi EU 15. Česká republika se s konečnou zemědělskou produkcí 1043 euro na 1 ha zemědělské půdy pohybuje v dolních patrech mezi zeměmi EU a tato produkce činí 55,7 % průměru EU. Při srovnání na jednoho obyvatele vyznívá statistika pro Českou republiku ještě hůře. Konečná zemědělská produkce na 1 obyvatele je 353 euro, což představuje 52,8 % unijního průměru.

K obrození zemědělství v České republice by mohla napomoci i tolik diskutovaná kukuřice. Kukuřice má mnoho otevřených i skrytých nepřátel, ale nejhorší službu této královně plodin dělají mnohdy samotní zemědělci, kteří ji pěstují nevhodným způsobem na místech, kde by se pěstovat neměla. Tím dávají do rukou trumfy odpůrcům intenzivního zemědělství a pěstování kukuřice. Přesto při pohledu na vývoj pěstitelských ploch kukuřice v Evropě je zjevné, že plochy kukuřice mají stále rostoucí trend (graf č. 4 – viz. příloha, str. 78). Pěstitelské plochy kukuřice v Evropě v roce 2005 činily 16, 450 mil. ha a v roce 2011 se zvýšily o 3, 691 mil. ha na 20, 141 mil. ha, což je navýšení o 22, 34 %.

V České republice v tomto období pěstitelské plochy kukuřice stagnovaly (graf č. 3 – viz. příloha, str. 77) a jako obvykle, když dochází u sousedů ke změnám, my postáváme opodál a vedeme o správnosti jejich rozhodnutí polemiky a utvrzujeme se, že je lepší nikam nespěchat. To ovšem bývá zejména u subjektů, které se pohybují v tržním prostředí osudové prodlení, protože konkurence mezitím obsazuje rozvíjející se trhy (Prokeš, Kačicová, 2012).

Plocha zrnové kukuřice (za rok 2012) se v České republice pohybuje v rozmezí od 99 945 do 107 899 ha. V roce 1931 se uváděla výměra 9 296 ha. Také u kukuřice na zeleno a na siláž dochází k určité stabilizaci ploch, a to po výrazném poklesu v poslední dekádě. Ještě v roce 2000 se uváděla výměra 232 406 ha. V období let 2008 – 2010 to bylo 179 777 – 181 939 ha (MUŠKA, 2012).

Kukuřice se stává nezastupitelnou při provozu bioplynových stanic. V ČR i v okolních evropských zemích, především v Německu, Rakousku a Itálii, je kukuřičná siláž základním substrátem pro BPS. Bude – li naplněn „Národní akční plán pro biomasu“, mělo by v roce 2020 být v ČR v provozu 742 bioplynových stanic. Z 1 ha kukuřice na siláž pro bioplynovou stanicí se ve formě metanu vyprodukuje 6x více energie, než se v podobě vstupů investuje. Je to jeden z nejefektivnějších obnovitelných zdrojů založený na využití biomasy (PROKEŠ, KAČICOVÁ, 2012).

### 4.3 Pěstitelská technologie kukuřice

U pěstitelské technologie kukuřice se setkáváme s jejím zařazením do osevního postupu, anebo monokultury, i když názory a diskuze související s pěstováním v monokultuře při silném infekčním tlaku či možnosti použití biotechnologií jsou často bouřlivě diskutované (WWW.MONSANTO.CZ, 2011 – 2014).

Při zařazení v osevním postupu není kukuřice plodinou, která by vyžadovala speciální předplodinu. Kukuřici lze pěstovat i několik let po sobě. Nejvhodnější předplodinou pro kukuřici je jetelovina. Po ní zůstává v půdě značné množství dusíku, které se pozvolna uvolňuje z organických vazeb v průběhu vegetace. Výborná předplodina je také organicky hnojená okopanina. Zpravidla bývá zařazována mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina (ŠROLLER ET AL., 1997).

Současné technologické možnosti a především strojové vybavení nabízí širokou paletu možností zpracování půdy. V podmínkách České republiky se nejčastěji setkáváme s klasickým způsobem orby, přestože minimalizační či bezorební technologie si nacházejí čím dál více příznivců. Důležité je nejen správné načasování operací před setím, ale i operace související s technologií setí a starostlivost o půdu a porost do období, kdy je možný vstup sklízecí techniky do porostu.

Hustota porostu kukuřice závisí hlavně od cílového využití komodity, tedy pěstování na zno nebo silážní nebo bioplynové využití. Celkově však v rámci podmínek České republiky a zaměření hybridu, hustota výsevu zrnových kukuřic se pohybuje okolo 70 - 72 000 rostlin na hektar, silážní a bioplynové využití porost dimenzuje do výsevků překračující 90 000 rostlin na hektar.

Výživa a hnojení porostu kukuřice zpravidla neovlivňuje jen aktuální pěstitelskou sezónu, ale o množství aplikovaných hnojiv rozhodují i předplodiny kukuřice a její celkové zařazení v osevním postupu. Daný stav však výrazně ovlivňuje i průběh ročníku a srážkové poměry v dané pěstitelské sezóně. Samotné pěstování kukuřice není podmíněno používáním organických hnojiv, ale z dlouhodobějšího pohledu prosperity plodiny jsou organická hnojiva vysoko ceněná. Pro porost prospěšné jsou i dělené dávky dodávané v čase po vzejití.

Sklizeň porostů kukuřice se zpravidla orientuje podle jejího cílového využití. Kukuřice na silážní účely se sbírají při obsahu sušiny okolo 30 % - tato hodnota může být ovlivněná samotným hybridem a ročníkem, celková procentuální hodnota by však neměla ve zvýšené míře překračovat 30 - 32 %. V případě kukuřic na zrno by se celková hodnota obsahu vody v zrnu měla co nejvíce blížit k 14 %, což stejně tak výrazně ovlivňuje hybrid a pěstitelský ročník (WWW.MONSANTO.CZ, 2011 – 2014).

#### **4.3.1 Agrotechnické požadavky kukuřice**

Pro dosažení výnosu i silážní kvality kukuřice je důležité dodržovat správnou pěstitelskou technologii. Na prvním místě je výběr stanoviště, technologie založení porostu, výživa a zvolená chemická ochrana.

Kukuřice patří mezi rostliny typu C4. V porovnání s jinými plodinami vykazuje specifické nároky na pěstování a výživu. Kukuřice má vyšší nároky na teplotu vzduch i půdy pro efektivní využití živin. Rostliny vytvářejí mohutný kořenový systém, ten umožní rostlinám čerpat živiny z hlubších vrstev. Začátek vegetace je velmi pomalý a také se projevuje relativně nízký odběr živin. V prvních fázích růstu odebere 3 - 5,5 kg N/ha. Porost při výšce 40 - 50 cm odebere 130 kg N, 15 kg P, 184 kg K, 17,6 kg Ca a 10 kg Mg. V období před objevením laty přijme až 75% všech živin. Aplikace kapalného dusíkatého hnojiva DAM do blízkosti kořenů lze provádět v průběhu vegetace do výšky porostu 40 cm. Kultivátor s aplikací kapalného hnojiva vhodně doplňuje přihnojení kukuřice pod patu. Dávku hnojiva lze nastavit v rozmezí 70 až 150 litrů na hektar (KVAPIL, 2013).

I v našich podmínkách je kukuřice jednou z nejintenzivnějších plodin. Ve smyslu agrotechnickém má kukuřice blíže k okopaninám než k obilninám. To platí i v nárocích na stanovištní podmínky. Z hlediska nároků na vodu se řadí k velkým spotřebitelům (po pšenici a slunečnici), ale mnohem lépe s ní hospodaří (vzhledem k produkci hmoty) (NEUBERG ET AL., 1990).

#### **4.3.2 Zásady výživy a hnojení kukuřice**

Kukuřice příznivě reaguje na živiny v tzv. „staré půdní síle“, což znamená, že je výhodné předplodinu hnojit intenzivněji. Kukuřice je pak schopna v následujícím roce využít tyto živiny, a to i z hlubších půdních horizontů. Naopak na přímé hnojení nereaguje porost příliš výrazně (ŠROLLER ET AL., 1997).

Kukuřice nemá zvlášť vyhraněné požadavky na půdu. Větší výnosovou jistotu poskytují půdy středně těžké až těžké s půdní reakcí od pH 5,6 do 7,0. Vyloučit je třeba půdy extrémní, značně šterkovité, s vysokou hladinou podzemní vody. Nejlepšími půdami pro její pěstování jsou černozemě, degradované černozemě, hnědozemě, illimerizované hnědozemě a rendziny.

Nejedná se však o půdy těžké, jílovité, ale spíše o půdy hlinité nebo písčitohlinité čili středně těžké. Obecně vyžaduje půdy strukturní, středně hluboké až hluboké s dostatečným obsahem humusu a hlubokým půdním profilem. Zvláště při pěstování kukuřice na zrno je nutno respektovat zvýšené nároky na teplotu a náležitou délku vegetační doby.

V případě, že půda má půdní reakci kyselou až silně kyselou, provádí se její úprava vápněním již k předplodinám nebo ihned po jejich sklizni. Na kyselých půdách je výrazně redukován nejen příjem všech živin a tvorba biomasy, ale hlavně výnos zrna (ZIMOLKA ET AL., 2008).

#### 4.3.2.1 Vztah mezi předplodinou a výživou kukuřice

V dobrých agroekologických podmínkách se vlivem předplodiny a intenzivní výživy nedosahuje často výraznějšího zvýšení výnosu zrna. Předplodina by měla zanechat v půdě dostatečné množství organických látek. Zaoraná organická hmota má sloužit jako substrát pro tvorbu humusových látek, ale má být také zdrojem energie pro půdní mikroflóru. V závislosti na předplodině je kvalita organické hmoty a v ní obsažených živin rozdílná (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Tab. 1 – Obsah živin v posklizňových zbytcích (Bezděk, Richter, 1996)

| Posklizňové zbytky         | Sušina zbytků (t/ha) | Kg minerálních živin v 1 tuně posklizňových zbytků |      |       |       |      |
|----------------------------|----------------------|--|------|-------|-------|------|
|                            |                      | N  | P    | K     | Ca    | Mg   |
| Chrást cukrovky            | 5,86-7,50            | 27,50  | 2,60 | 30,70 | 8,53  | 3,73 |
| Zbytky kukuřičných rostlin | 4,90-6,70            | 10,60  | 3,40 | 12,60 | 2,80  | 3,20 |
| Sláma ozimé pšenice        | 4,10-6,20            | 6,30   | 0,90 | 11,20 | 3,20  | 1,20 |
| Hořčice bílá               | 2,20-3,30            | 5,50   | 0,30 | 3,50  | 2,70  | 0,10 |
| Bramborová nat'            | 0,70-1,30            | 22,00  | 1,40 | 23,50 | 27,40 | 6,00 |

Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

#### 4.3.2.2 Hnojení statkovými hnojivy

Z hlediska agrotechniky vykazuje kukuřice všechny vlastnosti okopanin, a proto se k ní doporučuje pravidelně hnojit statkovými hnojivy. Nejčastěji jsou používána statková hnojiva, i když jejich produkce se snížila s poklesem stavu hospodářských zvířat (z 0,82 na 0,37 DJ/ha zemědělské půdy). Ve značné míře je zaorána sláma a posklizňové zbytky. Při aplikaci se vychází z jejich chemického složení a vlastností statkového hnojiva.

Pravidelné doplňování organických látek do půdy je základem dobrého hospodaření. Bez vyrovnané bilance organických látek se snižuje obsah humusu a zhoršují se výrazně agrotechnické, biologické a fyzikální vlastnosti půdy. Statkovými hnojivy se do půdy dostává snadno rozložitelná organická hmota, biogenní prvky v přijatelných formách, mikroorganismy, které zvyšují biologickou činnost půdy, a také růstové látky.

Kukuřice patří k plodinám, které reagují velmi dobře na organické hnojení a je možno k ní aplikovat prakticky všechna statková i průmyslově vyráběná organická hnojiva.

Z organických hnojiv je nejčastěji používán chlévský hnůj. Na půdách méně úrodných s nedostatkem humusu, zejména po obilninách, na něj kukuřice reaguje obvykle kladně. V suchých ročnících je účinnost nižší. Optimální dávka hnoje se pohybuje v rozpětí od 30 do 40 t/ha.



Kukuřice je řazena mezi plodiny, které velmi pozitivně reagují na hnojení kejdou nebo močůvkou. Zvláště výhodné je hnojení kukuřice kejdou prasat, kejdou skotu nebo digestátem z kejdy, resp. z kejdy prasat a kukuřičné siláže. Z provozního hlediska je výhodné, že se hnojení kejdou ke kukuřici může uskutečňovat v létě na posklizňové zbytky (při zaorání slámy u obilní předplodiny), na podzim k meziplodinám (vyjma čistých porostů jetelovin a luskovin) a mimo tyto případy také aplikací po 15. říjnu v tzv. I. a II. aplikačním pásmu. Doporučená dávka aplikace je 2 – 4 dávky statkových hnojiv s rychle uvolnitelným dusíkem (kejda, močůvka, hnojůvka atd..) s přihlédnutím k půdním a povětrnostním podmínkám. Nutné je dodržet nařízení, že celková normativní dávka dusíku nesmí překročit pro kukuřici na zrno nebo na siláž 260 kg/ha (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Po vstupu naší země do EU se hospodaření s veškerými dusíkatými hnojivy řídí tzv. nitrátovou směrnicí a její prováděcí vyhláškou – nařízením vlády č. 103/2003 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování průmyslových a statkových hnojiv a provádění protierozní opatření v těchto oblastech. Nitrátová směrnice velmi výrazně omezuje použití statkových hnojiv a rychle uvolnitelným dusíkem, jako jsou kejda a podestýlka drůbeže (ANONYM 2, 2007-2008).

#### **4.3.2.3 Základní hnojení**

- **Hnojení fosforečnými hnojivy**

Kukuřice je plodinou náročnou na fosfor zvláště v počátečních růstových fázích. Proto je potřeba zajistit jeho optimální množství v celém půdním profilu. Aplikace fosforu na půdách s jeho nízkým obsahem zlepšuje výživný stav rostlin zejména v raných fázích růstu. To se projeví ve zvýšené tvorbě fytomasy kořenů a nadzemních částí rostlin. Podmínkou pro hnojení fosforem je, aby se hodnota půdní reakce pohybovala v oblasti slabě kyselé až neutrální (ZIMOLKA ET AL., 2008).

Fosforečná hnojiva je vhodné zapravovat společně s organickými hnojivy, kdy dochází k lepšímu využití hnojiva rostlinami a zároveň při zapravení hnojiva při vlhčích podmínkách se významně zpomaluje retrogradace fosforu a je rychlejší příjem fosforu rostlinou. Vhodné je aplikovat fosfor na podzim s hlubokým zapravením do půdy. Tento způsob hnojení je efektivnější než pouhé zavlažení před setím.

V chladnějších oblastech a v oblastech klimaticky méně příznivých pro pěstování kukuřice či na půdách utužených je vhodné aplikovat startovací dávku P při setí „pod patu“. Doporučená aplikace je cca 5 cm vedle řádku kukuřice a cca 5 cm pod úrovní setí. Optimální je dávka na úrovni cca 70 – 100 kg amofosu (obsah 49 – 52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 10 až 12 % N) na ha (ANONYM 1, 2012).

- **Hnojení draselnými a hořečnatými hnojivy**

Draselnými hnojivy se hnojí zpravidla na podzim nebo před setím. Zvláště vhodná je společná aplikace s posklizňovými zbytky před orbou, kdy lze docílit lepšího rozmístění draslíku v půdním profilu. Z hnojiv upřednostňujeme draselná hnojiva chloridového typu.

Množství hořčíku pro předpokládaný výnos se určí obdobně jako při výpočtu potřeby draslíku. Aplikace hořečnatých hnojiv se může provádět buď samostatně, nebo v rámci vápnění, kdy se použije dolomitický vápenec, případně při aplikaci draselných a dusíkatých hnojiv, z nichž některá hořčík neobsahují. Pro základní hnojení se používá zpravidla Kieserit nebo hořká sůl (ZIMOLKA ET AL., 2008).

- **Hnojení sírou**

S ohledem na pokles emisí síry (asi 8,5 kg/ha na rok) je doporučováno použít při předseťové přípravě půdy i hnojiva se sírou. Dobré zkušenosti jsou se sádrovcem, jednoduchým superfosfátem, draselnými i hořečnatými hnojivy s obsahem síry. Na jednu tunu zrna se počítá, že rostlina odebere 3,1 – 3,5 kg síry (ZIMOLKA ET AL., 2008).

- **Výživa a hnojení dusíkem**

Dávky dusíku se volí s ohledem na předpokládaný výnos u kukuřice na zrno nebo na siláž. Podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů je stanoven maximální limit hnojení pro kukuřici na zrno i na siláž 260 kg/ha N.

Při dobré zásobě všech živin v půdě rozhoduje o výši výnosu hnojení dusíkem. Výživný stav rostlin tímto prvkem je závislý na jeho obsahu v půdě a intenzitě hnojení. Pro vyrovnanou bilanci dusíku v půdě musíme část odčerpanou sklizněmi pravidelně doplňovat hnojivy statkovými nebo minerálními. Základní dávka dusíku k hnojení před setím se řídí výrobní oblastí a výnosem předplodiny a pohybuje se zpravidla v rozmezí 80 až 200 kg/ha (ZIMOLKA ET AL., 2008).

*Tab. 2 – Odběr dusíku kukuřicí z hektaru při různém výnosu (von Fischer, 1993, cit. Vaněk et al., 2007)*

| <b>Kukuřice na siláž<br/>- výnos sušiny (t/ha)</b> | <b>Kukuřice na zrno<br/>- výnos zrna při 86%<br/>sušině (t/ha)</b> | <b>Odběr dusíku (kg/ha)</b> |
|--|--|-----------------------------|
| 12,0   | 6,0  | 160,0                       |
| 15,0   | 7,5  | 200,0                       |
| 18,0   | 9,0  | 240,0                       |
| 21,0   | 10,5   | 280,0                       |

Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

### 4.3.3 Zařazení kukuřice v osevním postupu

Do osevního postupu by kukuřice, vzhledem k velkým požadavkům na dusík, měla být zařazována po zlepšujících plodinách, zvláště luskovinách. Také zařazení po okopaninách hnojených organickými hnojivy je vhodné (KVAPIL, 2013).

Luxusními předplodinami jsou jeteloviny a luskoviny, které obohacují půdu o dusík a zanechávají v ní velmi kvalitní posklizňové zbytky. Dalšími vhodnými předplodinami jsou olejniny.

Při současné struktuře plodin však přichází v úvahu zařazování kukuřice po jetelovinách, luskovinách a okopaninách spíše ve výjimečných případech. Proto je kukuřice nejčastěji zařazována mezi dvě obilniny jako zlepšující plodina (ZIMOLKA ET AL., 2008).

V klimaticky vhodných polohách je její pěstování výhodné po krmných plodinách zaoraných (po 1. seči) nebo po ozimé meziplodině. Nejčastěji se kukuřice zařazuje po hustě setých obilovinách. Podíl kukuřice v osevním postupu by neměl překročit 10%. Po kukuřici pak následují nejčastěji obiloviny. Ozimé jen tehdy, je-li čas na přípravu půdy a dodržení agrotechnického termínu setí. Kukuřice je možné pěstovat i v monokultuře (KVAPIL, 2013).

#### 4.3.4 Zpracování půdy ke kukuřici

System zpracování půdy a s ním související zakládání porostů je důležitou složkou pěstebních technologií všech plodin. Pro kukuřici se nabízí v současné době široký výběr technologických postupů. Přitom volbu pracovních postupů je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení kukuřice do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků, stavu půdy po sklizni předplodiny i dalším faktorům.

U kukuřice je v současnosti možné využívat jak tradiční technologie zpracování půdy orbou, tak minimalizační technologie bez použití orby (ZIMOLKA ET AL., 2008).

##### 4.3.4.1 Tradiční technologie

Při pěstování kukuřice po obilninách předchází orbě podmínka. Ta se provádí v co nejkratší době po sklizni talířovými nebo radličkovými podmínkami, podle podmínek do hloubky 0,06 až 0,12 m. Po podmítce následuje střední orba do hloubky 0,22 m, kterou jsou zpravidla do půdy zapravována organická a minerální hnojiva. Při pěstování kukuřice po sobě a po okopaninách se podle podmínek provádí orba na hloubku 0,22 až 0,25 m. Kvalitní orba by měla vytvořit podmínky pro minimální vstupy na pozemek v jarním období. V sušších oblastech se proto doporučuje urovnání hrubé brázdy již na podzim (ZIMOLKA ET AL., 2008).

ŠIMON, ŠKODA A HŮLA (1999) uvádí, že na jaře je vhodná dvoufázová předset'ová příprava půdy, protože období od zralosti půdy do setí je dlouhé okolo 3-4 týdnů.

V první fázi tam, kde nebylo provedeno podzimní urovnání hrubé brázdy, se při vhodné vlhkosti půdy použijí smykostroje (tj. kombinace smyků a bran), aby se nenadělaly hroudy. Na pozemcích, které byly na podzim urovnány se používají vhodné kombinátory, na lehkých půdách zcela postačí hřbové brány (nikdy ne smyk). V první fázi se nesmí půda utužit ani přerušit.

V druhé fázi tj. před setím, je třeba dotvořit set'ové lůžko, které je předcházejícím slehnutím půdy částečně připraveno a odstranit plevele, které během 3-4 týdnů vzešly. Provádí se nejčastěji kombinátory, soupravou hřbových bran a podélně rýhovaných válců, rotačními kypřiči, nebo i vibračními bránami, ale vždy v kombinaci s utužovacím válcem.

Jarní příprava půdy pro kukuřici musí zabezpečit rychlé prohřátí půdy, zajistit dostatek vzduchu pro klíčení osiva a současně šetřit půdní vodou. Hloubku přípravy půdy je nutné volit pouze do hloubky setí. Při přípravě se nesmí vytvořit hroudy a nadměrně utužit půda (ZIMOLKA ET AL., 2008).

##### 4.3.4.2 Minimalizační technologie

Při používání minimalizačních technologií převládají postupy s mělkým, případně středně hlubokým zpracováním půdy kypřením radličkovým nebo talířovým nářadím na podzim a mělkým kypřením před setím. K setí kukuřice jsou pak většinou používány speciální secí stroje, které umožňují podpovrchovou aplikaci minerálních hnojiv (tzv. hnojení pod patu) (ZIMOLKA ET AL., 2008).

## 4.4 Zakládání porostů kukuřice

Správné založení porostu kukuřice je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké produkce a kvality kukuřice bez ohledu na směr využití. Pokud se nepodaří dosáhnout optimálního počtu jedinců na jednotce plochy pro dané stanoviště, hybrid a užitkový směr, je negativně ovlivněn výnos jak v množství, tak i v kvalitě.

**V současné době je k dispozici více technologií založení porostů kukuřice:**

- klasická technologie, tj. setí do půdy připravené tradičním způsobem,
- minimalizační technologie,
- přímé setí do nezpracované půdy (ANONYM 1, 2012).

### 4.4.1 Termín výsevu kukuřice

V České republice je termín výsevu kukuřice velmi široký. Vždy musí být zvolen tak, aby co nejlépe využíval vhodnou dobu vegetačního období. Standardní hranice začátku setí kukuřice je dána teplotou půdy v hloubce uložení kukuřičného semene. Pro rychlé klíčení semene je optimální teplota půdy 8 – 10 °C. Tomu odpovídá termín setí od poloviny dubna do 10. května (ANONYM 1, 2012).

### 4.4.2 Hustota porostu

Je ovlivněna velkým počtem faktorů. Při jejím stanovení je třeba zohlednit:

- ranost hybridu,
- toleranci hybridu k zahuštění,
- vláhové podmínky stanoviště,
- úroveň výživy porostu,
- intenzitu slunečního svitu na daném stanovišti.

V České republice se doporučená hustota porost pohybuje v rozmezí 7 – 11 rostlin na m<sub>2</sub> v závislosti na ranosti hybridů a podmínkách pěstování (ANONYM 1, 2012).

### 4.4.3 Hloubka setí

Je volena v závislosti na:

- půdních podmínkách,
- kalibraci osiva,
- termínu setí.

Hloubka musí být stanovena tak, aby osivo bylo uloženo do vlhké půdy a zároveň byla zabezpečena přirozená kapilarita vody v půdě. Při optimálních vláhových a teplotních podmínkách (teplota půdy 8 – 10 °C) se hloubka setí určuje podle vzorce:

- **hloubka setí = HTS semene x 2 / 100**

Při raném setí se do vzorce dosadí koeficient 1,5. Pak zpravidla vychází hloubka setí 3 – 4 cm. Nejčastěji volí farmáři hloubku setí 5 – 6 cm. Hlubší setí (7 – 8 cm), tzv. „na vláhu“, je doporučeno zejména v suchých letech (ANONYM 1, 2012).

#### 4.4.4 Výsevek

Správný výsev a s ním související počet rostlin na jednotce plochy jsou jednou z rozhodujících možností v rukou pěstitelů, jak vytvořit základní předpoklad pro maximální využití genetického potenciálu určeného hybridu vzhledem ke specifickým podmínkám stanoviště. Na základě klimatických a půdních podmínek se pohybují doporučené hustoty porostů od 6 do 11 rostlin na 1 m<sup>2</sup>.

Při úvaze o hustotě porostu je třeba znát, jak se hybrid chová ve stresových podmínkách. Tolerantní hybridy na dobrých stanovištích je možno sít hustěji než hybridy náročnější. Obecně také platí zásada, že čím horší jsou stanovištní a pěstitelské podmínky, tím menší počet semen vyséváme z důvodu vzájemného konkurování si o živiny, vodu a světlo.

Důležitým kritériem pro optimální rozmístění zrn na ploše je pracovní rychlost secího stroje. Při vysoké pojezdové rychlosti nebývá dodržena jednotná hloubka výsevu, pravidelné rozmístění zrn v řádku a může být výrazně zhoršeno i zahrnování osiva půdou. Konkrétně je důležité dodržovat takovéto hodnoty pracovních rychlostí:

- pneumatické secí stroje – pracovní rychlost by neměla přesáhnout 6 km/hod;
  - mechanické secí stroje – pracovní rychlost maximálně do 8 km/hod;
- (ANONYM 2, 2007-2008).

K výsevu kukuřice se dnes již téměř výhradně využívají přesné secí stroje, většinou pneumatické, které zajistí rovnoměrnou hloubku setí, požadovaný počet vysévaných semen a jejich rovnoměrné rozmístění na ploše. Nerovnoměrnost hloubky setí je příčinou nevyrovnaného vzcházení, snižuje výnos i kvalitu produkce. Způsob setí na pozemku se volí podle jeho tvaru a velikosti tak, aby směr řádků a jejich délka umožňovaly případnou meziřádkovou kultivaci během vegetace a usnadňovaly sklizeň.

Doporučená meziřádková vzdálenost je 70 až 75 cm. Zajišťuje dostatek světla pro fotosyntézu, prohřívání půdy a minimální ztráty při sklizni řádkovými adaptéry. Vzdálenost rostlin v řádku se pohybuje v rozmezí od 12 – 15 do 30 cm (ZIMOLKA ET AL., 2008).

#### 4.5 Vhodnost kukuřice pro integrovaný systém

Cílem integrované ochrany rostlin včetně kukuřice je přehodnotit systém dosavadní chemické ochrany, využívat i nechemické způsoby (pokud jsou známy) pro snížení reziduí pesticidů v produktech a vodách, avšak nesmí dojít k poklesu úrovně výnosu plodin či k radikálnímu vzrůstu nákladů na jejich produkci (ANONYM 4, 2013).

Proto je i u kukuřice potřeba zavádět integrovanou ochranu. Při velmi omezeném používání insekticidů a fungicidů při jejím pěstování se zdá, že je to nesmyslný požadavek, vždyť se přece integrovaná ochrana používá již v současnosti. Ve snaze co nejvíce a často za každou cenu maximalizovat finanční zisky v krátké době zapomínají agronomové na dlouhodobé udržení kvality půdy a vyrovnanou výživu rostlin, od čehož se ve velké míře odvíjí také zdravotní stav rostlin, výskyt škůdců a chorob (ŘÍHA, 2013).

V EU lze zaznamenat politické úsilí snížit užití pesticidů a zároveň zvýšit realizaci integrovaného systému hospodaření. V rámci evropského projektu ENDURE jsou definovány přednosti výzkumu na omezení pesticidů. Použití kukuřice, jedné z nejdůležitějších obilovin v Evropě, jako předmět studie, rozpoznali

nejzávažnější druhy plevelů, škůdců a chorob, stejně tak jako druhy a množství použitých pesticidů. Pesticidy by mohly být zredukovány výběrem odrůdy zahrnující geneticky upravené hybridy, kulturní kontrolu zahrnující střídání plodin, biologickou kontrolu, optimalizované aplikovatelné technologie pro chemikálie a rozvoj detailnějšího ošetřování (MEISSLE ET AL., 2010).

### **Příklady okruhů IOR**

- střídání plodin – hodnocení časového odstupu plodin v osevním postupu,
- snižovat řepku a obilniny v osevních postupech,
- hnojení a vápnění – pozitivní hodnocení při hnojení,
- mechanické hubení plevelů – např. plečkování kukuřice za vegetace,
- pěstování odolných hybridů – např. vůči *helminthosporium*, *fusarium* – Barros, Koblenz, Ambrosini atd.
- použití funkčních mořidel proti škodlivým organismům – např. insekticidní mořidla proti bzunce, drátovcům, bázlivci atd.
- ochrana vod, necílových organismů – ochranné pásy, redukce úletu – nízkouletové trysky, snížení tlaku atd.
  - fundovaný monitoring škůdců – např. zavíječ – firma KWS, bázlivec - SRS,
  - prahy škodlivosti pro daný škodlivý organismus – metodika integrované ochrany,
  - užití biologické ochrany – např. Tricholet letecky na zavíječe,
  - bodová aplikace pesticidů – např. pcháč, pýr – identifikace čidly,
  - střídání účinných látek na daný patogen – u kukuřice omezeno – malý výběr látek,
  - výběr účinných látek šetrnějších vůči prostředí – např. herbicidy Adengo, Callisto, Outlook aj.

Od 1.1. 2014 vstupuje v platnost implementace integrované ochrany rostlin dle Směrnice EHS 2009/ 128ES i v ČR

### **Novinky v předpisech (IOR)**

#### - ochranné pásy:

Pro splnění limitních vět z pohledu ochrany vod je vhodné založit ochranné pásy např. z jetelotráv.

Od 1.1.2014 je nově povinné v CHKO a ZCHÚ dodržovat ochranné pásy z pohledu ochrany necílových organismů.

#### - nízkouletové trysky:

Pro snížení úletu pesticidů a možnost aplikovat pesticidy blíže k okraji pozemku slouží tzv. nízkouletové trysky.

Pro řadu pesticidů je jejich použití podmínkou pro aplikaci na daném pozemku.

#### - biologická ochrana:

V rámci integrované ochrany pro některá území je doporučena – pro kukuřici existuje např. přípravek Tricholet pro leteckou aplikaci proti zavíječi kukuřičnému.

#### - vyřazení z užívání řady herbicidů (např. účinná látka acetochlor)

Lze nahradit novými a ekologicky šetrnějšími preemergentními či časně postemergentními herbicidy – Adengo, Outlook, Callisto aj.

#### - vyřazení z užívání některých insekticidních mořidel (např. clothianidin, thiamethoxan aj.):

Vývoj a registrace nových šetrnějších insekticidních mořidel – např. účinná látka thiakloprid.

(ANONYM 4, 2013)

## 5. Integrovaná ochrana proti škodlivým činitelům v porostech kukuřice

Podle uplatněných zásad integrované ochrany se do popředí dostaly především biologické a agrotechnické způsoby ochrany, které bezprostředně vycházejí ze znalostí a využití biologických vztahů mezi rostlinami a škodlivými činiteli a z vytvoření optimálních podmínek pro zdárný růst kulturních rostlin. Chemická ochrana je pak neodlučitelnou a důležitou, přece však jen doplňkovou součástí celého komplexu opatření.

Pro plné využití předností integrované ochrany v praxi je třeba podrobně znát biologii jednotlivých škodlivých činitelů i jejich přirozených nepřátel, především antagonistů, parazitů, predátorů, propracovat spolehlivé metody prognózy a signalizace, propracovat a zpřesnit prahy škodlivosti a znát účinnost jednotlivých způsobů ochrany, zejména agrotechnických zásahů apod. (ČAČA ET AL., 1990).

### 5.1 Polní kontroly porostů kukuřice

- **Kontrola před setím**

Pokud hrozí nebezpečí výskytu drátovců (především ve 2. roce po jejich zjištění) nebo housenek můr, mohou se na podzim nebo brzy zjara vykopat v směru diagonály pozemku půdní výkopy – na 10 místech 0,25 m<sup>2</sup>, 20 cm hluboko (ne v období dlouhodobého sucha). Současně se provádí kontrola výskytu zaplevelení – druh, vývojová fáze, četnost. Na základě získaných hodnot se uvažuje o použití granulátů a pre- či postemergentní aplikaci herbicidů (HÄNI ET AL., 1993).

- **Kontrola: vzcházení do 2. stadia listu**

Kontrola poškození porostů ptáky, výskyt chorob vzcházejících rostlin a poškození drátovci. Pokud ohrožení těmito škodlivými činiteli je aktuální, je vhodné zkontrolovat i hustotu porostu na nejméně 5 x 10 m<sup>2</sup>. Tam, kde chybí více než 30 – 40 % rostlin, je nutný dosev.

Ve stadiu 2 listů se kontroluje napadení bzunkou ječnou na 5 x 10 rostlinách (případně i poškození larvami tiplic či housenek můr) jako podklad k rozhodnutí opodstatněné ochrany. Zvažuje se rovněž potřeba hnojení (případně příznaky poruch z nedostatku prvků) a herbicidní zásahy (HÄNI ET AL., 1993).

- **Kontrola ve stadiu 6 – 8 listů**

Posuzují se příčiny neparazitárního onemocnění (případně potřeba hnojení). Kontroluje se škodlivá činnost drátovců. Při zjištění pozdního zaplevelení přichází ještě v úvahu okopávka nebo podlistová aplikace herbicidů (HÄNI ET AL., 1993).

- **Kontrola v době zralosti**

Kontrola slouží k získání podkladů pro možné ochranné zásahy v příštím roce na dalších pozemcích s kukuřicí. Hodnotí se nejméně 10 x 10 ještě zelených rostlin (začátkem září) pro zjištění intenzity výskytu zavíječe kukuřičného. Z pohledu příštích opatření (osevní postup, výběr odrůd atd..) se rovněž posuzuje závažnost výskytu houbových chorob (HÄNI ET AL., 1993).

## 5.2 Škodlivost plevelů a faktory ovlivňující jejich šíření na orné půdě

### Rozlišujeme:

- Přímou škodlivost,
- Nepřímou škodlivost.

Přímý škodlivý vliv plevelů na plodiny je důsledkem jejich konkurence. Nejnebezpečnější (nejškodlivější) plevelné druhy jsou nejlépe vybaveny konkurenčními schopnostmi. Mají mohutný kořenový systém, pomocí kterého získávají z půdy lépe než plodiny vodu a živiny. Proto snadněji vzdorují suchu a vytvoří značné reprodukceschopné jedince i v podmínkách snížené úrovně vody a pohotových živin. Mnohé druhy mají schopnost vzdorovat zamokření (kostival lékařský apod.), mrazu (přezimující druhy) a dalším nepříznivým podmínkám. K tomu přistupují často rychlé klíčení a rychlý růst v počátečním období vývoje, výška lodyh, aktivita fotosyntézy, sorpční schopnost kořenů, alelopatické působení aj. V důsledku těchto vlastností se konkurenčně zdatné druhy silně množí, takže bývají nejpočetnější a nejškodlivější.

Nepřímý škodlivý vliv plevelů podporuje rozšiřování chorob a škůdců plodin a jiných kulturních rostlin. Na mnoha plevelech žijí v různých vývojových stádiích původci četných chorob, kteří mohou být přenášeny na plodiny. Mnohé plevele také poskytují potravu a úkryt živočišným škůdcům. Dále ztěžují polní práce a řada z nich také produkuje alergeny (DVOŘÁK, SMUTNÝ, 2003).

### o Faktory ovlivňující šíření plevelů na orné půdě

Se změnou pěstitelských technologií, způsobů zpracování půdy a skladbou plodin dochází neustále ke změnám v druhové skladbě plevelných druhů na zemědělské půdě. Na složení spektra plevelů mají též významný vliv i periodické změny klimatických podmínek. S úrovní zaplevelenosti našich polí nemůžeme být v žádném případě spokojeni. Vzhledem k poměrně vysokému podílu pěstování ozimých obilnin a ozimé řepky je podíl ozimých a časně jarních plevelných druhů poměrně vysoký. Trendy nárůstu plevelných druhů jsou pozorovány též u pozdně jarních plevelných druhů, které zaplevelují širokořádkové plodiny, ale vyskytují se hojně i v prořídlech a mezerovitých porostech hustě setých plodin. Reakce plevelných druhů na změněné podmínky nebývá rychlá. Změny bývají velmi často pozorovány až po několika letech. V některých případech pak k expanzím některých plevelných druhů může docházet velmi rychle. Na orné půdě na výskyt plevelů mají bezprostřední vliv tyto faktory:

#### • Zpracování půdy

Výskyt plevelných rostlin ovlivňuje především kvalita prováděného zpracování půdy. Důležitá je pravidelnost a optimální doba. Optimální je zpracování půdy bezprostředně po sklizni, kdy nedochází ke ztrátám na půdní vláze a kdy jsou posklizňové zbytky rychle zapraveny do půdy.

#### • Skladba pěstovaných plodin

Čím je skladba pěstovaných plodin větší, tím je regulace plevelů snadnější. Uplatnění optimálních pravidel střídání plodin však není možné v současnosti realizovat. To se samozřejmě projevuje na intenzitě zaplevelení. Absence vytrvalých i jednoletých pícnin z dlouhodobého hlediska je nevhodná. Též postupný pokles



okopanin (řepa cukrová, brambory) negativně ovlivňuje druhové spektrum plevelů. Pěstování obilnin a řepky jako hlavních plodin má za následek velmi rychlé přemnožení plevelných druhů, kterým tyto plodiny vyhovují.

- **Kvalita agrotechnických opatření**

Kvalita přípravy půdy, setí a dalších opatření má bezprostřední vliv na kvalitu porostu pěstovaných plodin. Vyrovnané, zdravé, dobře vyživené porosty mají podstatně vyšší konkurenční schopnost vůči plevelným rostlinám.

- **Používání herbicidů**

Vzhledem k širokému sortimentu herbicidů je možné jejich použití ve všech plodinách vůči naprosté většině plevelů. Problémem však zůstává správná volba herbicidů ve vztahu k výskytu jednotlivých plevelných druhů, správné načasování termínu aplikace ve vztahu k růstové fázi plevelů a volba správné dávky herbicidu.

- **Způsob sklizně plodin**

Současné technologie sklizně naprosté většiny pěstovaných plodin umožňují návrat semen plevelů na pole. Při sklizni obilnin, řepky a dalších plodin sklízecími mlátičkami dochází k dokonalému vyčištění sklizeného zrna, přičemž jsou semena plevelů rovnoměrně rozptýlena po poli. Podobně jsou rozmetány zbytky plevelů spolu s chrástem při sklizni řepy cukrové. Při sklizni těchto plodin jsou semena většiny plevelů již plně dozralá.

- **Výskyt plevelů v blízkosti polí**

Výskyt plevelů na orné půdě je také významně ovlivňován zapleveleností okolních ploch. Vzhledem k poměrně velké rozloze zanedbaných a neudržovaných ploch se jedná o významný faktor ovlivňující výskyt plevelných rostlin. Z těchto lokalit se velmi rychle rozšiřují především anemochorně se šířící plevele na poměrně velké vzdálenosti.

Má-li být regulace plevelů úspěšná, musí jednotlivá regulační opatření na sebe navazovat a musí být pravidelná. Chyby v regulaci plevelů u jedné plodiny mají za následek vytvoření obrovského potenciálu generativních orgánů plevelů a to prodrazí systém regulace v dalších letech (MIKULKA, KNEIFELOVÁ, 2006).

### **5.3 Způsoby, formy a typy poškození rostlin živočišnými škůdci**

Rostliny napadené škůdci často reagují na toto napadení více či méně specifickým způsobem v závislosti na tom, jakým škůdcem, v jaké fázi vývoje a která část rostliny byla napadena. V některých případech jsou symptomy napadení škůdci natolik typické, že lze alespoň orientačně určit původce poškození i bez fyzické přítomnosti daného druhu na rostlině. Ve většině případů je přítomnost škůdce či jeho exuvií pro správnou diagnostiku nutná, zejména v případě přesné determinace původce poškození do druhu nebo v případech, kdy podobně vypadající poškození na rostlinách mohou způsobovat různé druhy škůdců. Každý fytofágní druh má určité spektrum rostlin, které využívá jako zdroj potravy (KAZDA ET AL., 2001).

## Podle šíře potravního spektra lze rozdělit tyto druhy na:

- **Monofágy:** žijící na jediném rostlinném druhu (např. pilatka jablečná a květopas jabloňový atd.), nebo na několika druhů určitého rodu rostlin.
- **Oligofágy:** vázané na více rodů rostlin téže čeledi (např: mšice zelná a bodruška obilná aj.) nebo jen několik druhů rostlin téhož rodu.
- **Polyfágy:** (pleofágy), tj. nespecializované škůdce s širokým okruhem živitelských rostlin z různých čeledí. Živočichy, kteří se kromě toho živí i živočišnou potravou (např. švábi), nazýváme pantofágy (FOLTÝN ET AL., 1965).

## Typy poškození

### • Požerky

- úplný žír nebo částečný okus listů – nepravidelný žír způsobený obvykle některými brouky a housenkami, čepel listu je nahodile okousána, někdy až po řapík nebo zůstávají pouze nejsilnější nervy listové čepele.

- boční pravidelné výkusy v čepeli listů – pravidelné, nápadné požerky na obvodu čepele – půlkulovité výkusy = zejkování. Způsobují je např. listopasi rodu *Sitona*.

- okénkovaní – do čepele listů jsou vykousaná větší či menší okénka. Okénka mohou být okrouhlá (dřepčící) nebo podélná (kohoutci na obilninách).

- skeletování – z listů zbývá jen kostra a tvar listu ani žilnatina není poškozena. Požerky způsobují zejména mladé housenky.

- miny neboli podkopy – miny vznikají tak, že škůdce vyžírá pouze parenchym listové čepele, kdežto pokožky zůstanou zachované. Způsobují je housenky některých motýlů (*Lyonetia*) nebo larvy dvoukřídlového hmyzu z čeledi vrtalkovitých.

- požerky ve dřeni řapíků, lodyh, stébel a kořenů – požerky jsou ve formě pravidelných nebo nepravidelných chodbiček, často vyplněných drtí a trusem škůdce.

- ohryzy lodyh, stébel nebo kořenů - poškození jsou buď nepravidelná, plošná (larvy květilky zelné) nebo ve formě rýžek (požerky larvy zelenušky žlutopásé na stéblu) (ROTREKL, 2000).

### • Posátí

Vpichy jsou nejjednodušším poškozením rostlin při posátí. Projevují se jako skvrny, neboť kolem bodné rány dochází k větší nebo menší nekróze sousedních buněk. Často se okolí vpichu charakteristicky zbarvuje:

- při vniknutí vzduchu do vysátých buněk vznikají stříbřité skvrny, které spolu s černými tečkami trusu jsou charakteristické pro třásněnky,
- okolí vpichu se vybarvuje antokyanem (štítenka zhoubná),
- po posátí dochází k nekrotickým a vypadávání odumřelých pletiv (klopušky),
- při vpichu řada druhů hmyzu vpouští určité toxiny, které způsobují odumírání celých částí rostlin (štítenka zhoubná) nebo toxiny vyvolávají chorobné bujení (zmnožení buněk) a vznikají novotvary (ROTREKL, 2000).

### • Novotvary

- rakovinné nádory – následkem dráždivých účinků sání některých škůdců, zejména na dřevinách, vznikají kolem odumřelých a poškozených buněk nové závaly, které

jsou opět posávány a při dalším opakování vznikají a narůstají rakovinné rány (např. mšice krvavá na jabloních),

- svinování, zkaceřování a zpuchýřování listů – poškození vzniká dráždivými vlivy plasmolytických slin a toxinů, které škůdci vpouštějí při sání do vpichů. Svinuté listy, listová hnízda nebo odbarvené puchýře způsobují zejména hálky (novotvary s uzavřenou nebo otevřenou dutinou) (ROTREKL, 2000).

- **Listové smotky**

Listové smotky jsou zcela vyhraněnými poškozeními rostlin, při kterém jsou listy stáčeny do doutníkovitých smotků, kde se vyvíjí larvy (např. zobonoska révová) (ROTREKL, 2000).

## 5.4 Fytopatologie

Fytopatologie (patologie rostlin) je nauka o chorobách rostlin. Teoretická fytopatologie se soustřeďuje na podstatu a příčiny chorob, praktická fytopatologie na metody ochrany proti nim.

V nejužším pojetí se fytopatologie zabývá chorobami biotického původu (bionózami – infekčními chorobami) způsobenými viroidy, viry, mykoplazmaty, bakteriemi, houbami a parazitickými rostlinami.

V širším pojetí jsou předmětem studia fytopatologie i choroby způsobené háďátky a prvky, případně i poruchy vyvolané nepříznivými abiotickými faktory, zejména dlouhodobě na rostlinu působícími.

### Zhodnocení dosavadních výsledků studia fytopatologie:

- nebuněčných a buněčných organismů, které za spolupůsobení vnějších podmínek vyvolávají choroby rostlin,
- mechanismů, jež podmiňují schopnost fytopatogenních organismů v přírodě přežít, šířit se, pronikat do rostliny a způsobovat choroby,
- interakcí fytopatogenů s rostlinami (na úrovni molekulární, pletivové, organismální a populační), které vyúsťují v náchylnost, toleranci, rezistenci nebo inkongruitu rostlin, respektive zranitelnost či nezranitelnost porostů,
- metod prevence chorob a postupů vylučujících nebo zmírňujících škody vzniklé následkem napadení rostlin fytopatogeny,
- metod hodnocení patogenity organismů, rezistence rostlin a škodlivosti chorob.

(KÚDELA ET AL., 1989)

- **Vymezení pojmu choroba a zdraví rostlin**

Zdraví a choroba jsou základními kategoriemi lékařství. Z nich vycházejí všechny ostatní koncepce a termíny.

Zdraví se definuje jako optimální průběh fyziologických procesů živých systémů, který umožňuje - s přihlédnutím ke stupni optimalizace vnějších podmínek – plně využít neporušený genetický potenciál. Zdraví není neměnným stavem. Je to nepřetržitý proces. Vnější projevem zdraví je schopnost organismu vyrovnat se s proměnlivými vlivy prostředí, aniž by se narušily biologicky důležité funkce.

Bateman definoval v roce 1978 chorobu jako škodlivou změnu živých systémů v jednom nebo více řízených procesech využívání energie způsobenou

nepřetržitým (stálým) drážděním (iritací) příčinným faktorem nebo faktory. Podle FBPP (1973) je choroba škodlivou odchylkou od normálního průběhu fyziologických procesů trvající dostatečně dlouhou dobu, aby se životně důležité funkce narušily nebo zpomalily (KŮDELA ET AL., 1989).

Choroby rostlin mohou být vyvolány viry, viroidy, fytoplazmami, bakteriemi a houbami.

Pro každou skupinu původců jsou typické určité příznaky. Charakteristickým příznakem mnoha viróz je barevná mozaika a inhibice (zpomalení) růstu popřípadě další deformace a změny celkového habitu rostliny. Bakterie jsou původci mokřých hnilob, na napadených pletivech bývá viditelný bakteriální sliz. Nejčastějším příznakem mykóz jsou skvrnitost, zavadání, usychání (ŠNOBL, PULKRÁBEK ET AL., 2005).

## **6. Integrovaná ochrana proti polním plevelům v porostech kukuřice**

Polní plevele velmi reagují na způsoby pěstování plodin a při zavádění nových technologických postupů je nutné tuto skutečnost respektovat. Regulace plevelů je stále významnější součástí ochrany plodin proti biotickým škodlivým činitelům. Zaplevelení polních plodin, proto představuje stále závažný problém, k jehož řešení je nutné poznání příčin zaplevelení a metod komplexní regulace (DVOŘÁK, SMUTNÝ, 2003).

### **6.1 Výskyt plevelů v kukuřici**

Kukuřice má v počátečních obdobích vývoje velmi slabou konkurenční schopnost proti plevelům. Je to dáno habitem jejích rostlin a požadavkem na pěstování v širokých sponech. Těžiště regulace plevelů v kukuřici dříve bylo, jako u všech okopanin, ke kterým kukuřice byla řazena, v kultivaci během vegetace, tj. vláčení a opakovaném meziřádkovém obdělávání (plečkování). Po zavedení herbicidů do praxe kukuřice charakter okopanin ztratila.

V současné době neposkytuje zpracování půdy ke kukuřici velké možnosti k regulaci plevelů. Požadovaná rovnoměrnost vzcházení kukuřice předpokládá včasější a mělké setí, takže není realizovaná opakovaná předset'ová příprava, která by likvidovala postupně vzcházející plevele. Těžiště regulace plevelů se přenáší do vegetační doby kukuřice.

Kukuřice je obecně velmi tolerantní k herbicidům. V naprosté většině se aplikují plošně a meziřádkové kultivační zásahy se nedělají. Vynechání meziřádkové kultivace bývá zdůvodňováno zkušeností, že hlubší plečkování poškozuje kořeny kukuřice a že při něm dochází k určité redukci počtů rostlin. Také se využívají pásové postřiky, kterými se ošetří pruhy s vysetým osivem a zbývající plochy se plečkují. S plečkováním je třeba začít co nejdříve a nejméně dvakrát je opakovat (DVOŘÁK, SMUTNÝ, 2003).

### **6.2 Průzkum výskytu plevelů a popis nejrozšířenějších druhů v porostech kukuřice**

Od roku 1968 byl v ÚKZÚZ Brno, odbor PMOR prováděn každoročně průzkum výskytu a rozšíření plevelů v ČR (dříve v Československu). Práce, která je výsledkem činnosti mnoha terénních pracovníků, je v širších souvislostech částí sledování výskytu škodlivých činitelů a to nejen v naší republice. Tento úkol je od roku 1997 součástí náplně dnešní Státní rostlinolékařské správy v Brně. Od roku 2014 je Státní rostlinolékařská správa sloučena s ÚKZÚZ (poznámka autora). Výskyt a rozšíření hlavních druhů plevelů v kukuřici na zrno i na siláž byl sledován v letech 1974, 1982, 1990 a poslední průzkum byl proveden v roce 1997.

Do roku 1990 bylo v kukuřici zmapováno 15 - 20 druhů plevelů a v kukuřici na siláž 16 - 20 druhů plevelů. V roce 1997 došlo k rozšíření počtu sledovaných plevelů na 75 druhů.

Metodika rozborů v terénu i zpracování výsledků byla stejná jako u předešlých plodin, tj. plevele byly zaznamenávány na plochách 25 m<sup>2</sup>, které nebyly ošetřeny herbicidy a intenzita výskytu jednotlivých druhů plevelů byla hodnocena podle upravené Braun-Blanquetovy (stupeň 1 - 7).

V kukuřici nejčastějším plevem od roku 1982 zůstává ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), druhým nejrozšířenějším plevem je laskavec (rod *Amaranthus*). Dalším plevem podle intenzity výskytu ze dvouděložných jednoletých byl merlík bílý a lebeda rozkladitá. Slaběji byly zastoupeny svlačec rolní, svízel přítula a rdesna.

Nejčastějším plevem v porostech kukuřice během roku 1997 byla ježatka kuří noha a merlík bílý (jako zástupci jednoletých plevelů), z vytrvalých plevelů pýr plazivý.

Menší procento v zastoupení dalších jednoletých plevelů bylo zaznamenáno u heřmánků a heřmánkovce, laskavců a rdesen. Dále z vytrvalých plevelů se nejvíce vyskytoval pcháč oset.

Obdobné zastoupení plevelů bylo v kukuřici (na zrno i siláž) zjištěno i v předchozích kontrolách v letech 1974, 1982, 1990. Avšak v průběhu 20 let byl zaznamenán razantní nárůst plevele ježatka kuří noha na celém území České republiky ve všech oblastech pěstování kukuřice, naopak klesl výskyt ohnice a hořčice, pravděpodobně vlivem skladby používaných pesticidů (BURYŠKOVÁ, 1999).

## **Botanická a morfologická charakteristika plevelů**

### **1. Ježatka kuří noha – *Echinochloa crus-galli***

- čeled': Lipnicovité/ *Poaceae*.
- Středně vysoký, tmavozelený, lysý až roztroušeně chloupkatý, úporný plevelný druh, s hustou sítí svazčitých kořenů (HRON, KOHOUT, 1988).
  
- Je to jednoletá, 30- 70 cm vysoká rostlina.
- Stébla přímá, někdy poléhavá až vystoupavá.
- Listy ploché, na okrajích červenavě naběhlé žilky, ve středu bílá žilka.
- Pochvy listů hladké.
- Jazyček není přítomen.
- Květenství lata, často červenavě naběhlá, tvořená z hroznovitě uspořádaných lichoklasů.
- Plod obilka.
- Místa výskytu: vyskytuje se na polích a zahradách, písčinách, okrajích komunikací, blízkosti sídel, na rumišťích.
- Doba květu: červenec- říjen.
- Význam a zajímavosti:
  - Pozdně jarní plevel, který může být nepříjemný zejména v okopaninách, kukuřici a zeleninových sadbách. Rozmnožuje se generativně ([WWW.KVETENACR.CZ](http://WWW.KVETENACR.CZ)<sup>1</sup>, 2003-2013).
  - Při hubení jsou základem preventivní metody, tj. především zabránění šíření nažek osivem, statkovými hnojivy, vyloučení dozrání a vysemenění během vegetace a postupné snižování zásoby obilky v půdě. Jde především o mechanické hubení plečkováním, okopávkou, ale i upravené osevní sledy plodin (řepka, obilniny), kde se nemůže dobře uplatnit a vysemenit. V podmínkách intenzivního pěstování okopanin a zeleniny je použití herbicidů nezbytné. Nejúspěšnějšími jsou graminicidy a zejména pak kořenové herbicidy s delšími reziduálními účinky v půdě: nicosulfuron, rimsulfuron atd. (KOHOUT, 1997).

## **2. Laskavec ohnutý – *Amaranthus retroflexus***

- čeleď: Laskavcovité/ *Amaranthaceae*.
- Střední až vysoký, lysý až chloupkatý, velmi úporný plevelný druh, vytvářející silný kulový kořen s četnými postranními kořeny.
- Rostlina je jasně zelená až žlutozelená, s lodyhou přímou, až 1 m vysokou, zpravidla ne větvenou.
- Střídavé listy jsou kosníkovitě vejčité, dlouze řapíkaté, na okraji mírně zvlněné.
- Drobné jednodomé květy jsou v květních klubičkách, jež tvoří krátký, nahloučený, přímý lichoklas.
- Kvete od července do října (HRON, KOHOUT, 1988).
- Populace rezistentního laskavce ohnutého nalezené na území ČR jsou odolné vůči přípravkům ze skupiny inhibitorů fotosyntézy ve fotosystému 2. Rezistentní biotypy byly nalezeny v porostech kukuřice, cukrové řepy atd. (WWW.VURV.CZ, 2010).
- Základní podmínkou ochrany plodin proti laskavci ohnutému musí být systém preventivních a přímých opatření. Je třeba respektovat zásady střídání plodin a zabránit vysemenění tohoto plevele i jeho šíření osivem, statkovými hnojivy a z ohnisek zaplevelení. Z přímých metod jde o plečkování, okopávku a vhodnou skladbu mezplodin v meziporostním období. Použití herbicidů, především druhů s delšími reziduálními účinky v půdě. (KOHOUT, 1997)

## **3. Merlík bílý – *Chenopodium album***

- čeleď: Merlíkovité/ *Chenopodiaceae*.
- Vysoký až statný, proměnlivý a velmi úporný plevelný druh, s tuhým, kulovým, bohatě rozvětveným kořenem.
- Lodyhy jsou přímé, bohatě olistěné a rozvětvené.
- Spodní listy jsou řapíkaté, vejčité až podlouhle kosníkovité, naspodu klínovité, na obvodě nepravidelně zubaté.
- Horní listy jsou kosníkovitě kopinaté až kopinaté, nevýrazně zubaté.
- Květy jsou oboupohlavné, zřídka jednopohlavné květy, mají zřetelné, drobné, pětičetné okvětí a jsou shloučeny v klubička a tvoří hroznovitá květenství.
- Plodem je nažka (HRON, KOHOUT, 1988).
- Systém ochrany proti merlíku bílému musí být úplný. Od preventivních metod (čistota osiva, statkových hnojiv, podpora konkurenční schopnosti kulturních rostlin, pravidelné střídání plodin) po přímé hubení mechanické a chemické. Jde o odstraňování rostlin okopávku, plečkováním aj. Merlík bílý je relativně dobře huben i herbicidy, ale rychle vzchází po zeslábnutí účinků herbicidů a dozraje. Současný sortiment herbicidů s delšími reziduálními účinky v půdě se dobře vyrovná i s druhotným zaplevelením okopanin a zeleniny v letním období (KOHOUT, 1997).

## **4. Lebeda rozkladitá – *Atriplex patula***

- čeleď: Merlíkovité/ *Chenopodiaceae*.
- Středně vysoký až vysoký, lysý, bledě zelený, velmi rozšířený plevelný druh s mohutným, tuhým, kulovým kořenem (HRON, KOHOUT, 1988).
- Je to jednoletá, 20 – 80 cm vysoká slabě pomoučená až olysáná bylina.
- Lodyha přímá, často poléhavá, bohatě větvená.
- Listy kosníkovité s klínově hrálovitou bází.
- Květenství různě utvářený lichoklas.
- Květy jednopohlavné, jednodomé.
- Plod nažka.

- Doba květu: od července do října.
- Je to pozdně jarní plevel (WWW.KVETENACR.CZ<sup>2</sup>, 2003-2013).
- Při hubení lebedy rozkladitě jsou nejvýznamnější metody preventivní, tj. především zabránění šíření nažek komposty, hnojem, osivem. Zabránění vysemeňování na polích i ohniscích zaplevelení. K agrotechnickým způsobům patří postupné snižování půdní zásoby nažek, zpracováním půdy, zařazováním těch plodin, kde se lebeda rozkladitá nemůže uplatnit (ozimých obilovin). Podobně jako merlík bílý a lebeda lesklá je poměrně citlivá k většině druhů herbicidů s výjimkou bentazonu, alachloru apod. (KOHOUT, 1997).

### 5. Pýr plazivý – *Elytrigia repens*

- čeleď: Lipnicovitě/ *Poaceae*.
- Vytrvalá, středně vysoká až vysoká, matně zelená až sivě ojíňená, mělčeji kořenicí, dosti proměnlivá a velmi plevelná tráva (HRON, KOHOUT, 1988).
- Listy mají lysé, hladké, na kraji nebrvitě, v mládí chlupaté, později olysalé pochvy, s kratičkým jazýčkem a postranními delšími oušky.
- Má přímý, tuhý, dvouřadý lichoklas.
- Z oddenků vyrůstají neplodná a plodná stébla, nesoucí lichoklas.
- Kvete od června do července.
- Šíření podporuje pokles úrovně zpracování půdy a minimalizace agrotechnických opatření, vyhovují mu osevní postupy s vysokým zastoupením obilnin a řepky. (WWW.KONEV.CZ, 2014)
- Ochrana všech plodin proti pýru je značně obtížná a vyžaduje uplatnění komplexu agrotechnických opatření i speciálních mechanických i chemických zásahů. V preventivních metodách jde o omezení vysemenění rostlin na poli a zabránění šíření osivem a intenzivnímu vegetativnímu rozmnožování. Z herbicidů se osvědčily pýrohubbé graminicidy v porostech dvouděložných plodin. V kukuřici: nicosulfuron, primisulfuron, rimsulfuron) (KOHOUT, 1997).

### 6.3 Metody regulace plevelů v porostech kukuřice

„Opatření integrované ochrany rostlin udržují použití přípravků a ostatních metod ochrany rostlin na úrovních, které lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit, přičemž je kladen důraz na růst zdravých plodin při co nejmenším narušení zemědělských a lesních ekosystémů“ (WWW.EAGRI.CZ<sup>3</sup>, 2009-2013).

Předpokladem efektivní regulace plevelů v kukuřici je v první řadě správná diagnostika plevelných druhů v raných růstových fázích. Kromě této skutečnosti je třeba respektovat půdně – klimatické podmínky daného stanoviště a průběh počasí v konkrétním roce a vzhledem k tomu pak případně přizpůsobit volbu herbicidu. Vždy je třeba vycházet při používání herbicidů z údajů zveřejněných v „Seznamu registrovaných přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin“ (WWW.AGROMANUAL.CZ<sup>3</sup>, 2003).

Jako ostatní škodliví činitelé působí plevele výnosové ztráty a je snaha je minimalizovat. Na rozdíl od chorob a škůdců pěstovanou plodinu nenapadají, ale jsou jí konkurentem v růstu a vývoji tím, že mají stejné nároky na vodu, výživu, světlo. Redukují velikost a kvalitu produkce, ztěžují sklizeň, jsou hostiteli chorob a škůdců.

Ztráty, které působí, jsou větší než škody, které vznikají vlivem chorob a škůdců. Na jejich regulaci je vynakládáno nejvíce finančních prostředků a i přes tuto



rozsáhlou ochranu jsou ztráty na výnosech značné a naopak vynaložené prostředky jsou mnohdy zbytečně vysoké a jejich použití není rentabilní (VÁŇOVÁ, 1999).

Obecně je známo, že tzv. nechemické metody regulace plevelů (zvláště mechanické) se v posledních letech používají méně a spoléhá se na regulaci chemickou cestou, což je možné díky dostupnosti kteréhokoliv herbicidu světového sortimentu. Předpokladem této skutečnosti je vysoká odbornost agronomické služby, dostatek finančních prostředků a důsledné dodržování předepsané technologie pěstování. Je nutno znát biologii zastoupených plevelných druhů a připravit podmínky k nejvyšší účinnosti herbicidů. Cílem je vytvoření zapojených porostů plodin, které se lépe ubrání tzv. druhotnému zaplevelení po zeslábnutí herbicidních účinků (KOHOUT, 1999).

I při splnění nových pravidel aplikace herbicidů do kukuřice lze dosáhnout čistého porostu již od založení. Nástroji jsou nové účinné látky a jejich kombinace šetrnější k životnímu prostředí (např. Adengo, Outlook, Callisto aj.) s užitím redukce úletu při jejich aplikaci (ANONYM 4, 2013).

## **Systém regulace polních plevelů**

Není cílem všechny plevelné druhy vyhubit za každou cenu, ale omezit je na relativně neškodný stupeň. Podle našich i zahraničních zkušeností je možno systém hubení plevelů rozčlenit na vlastní diagnostiku, na preventivní a přímá opatření (KOHOUT, 1999).

- **Diagnostika zaplevelení**

- v poznání plevelů ve všech růstových fázích, včetně rozmnožovacích orgánů a klíčících rostlin,
- v poznání biologie zastoupených plevelů a jejich změn (životní cyklus, intenzita rozmnožování atd.),
- v evidenci rozšíření plevelů na všech pozemcích v delším časovém úseku, včetně dynamiky potenciální zásoby semen a jiných možností rozšiřování,
- v poznání všech zdrojů zaplevelení (půdní zásoba, osivo, statková hnojiva, ohniska zaplevelení v okolí orné půdy) s cílem jejich vyloučení,
- v prognóze zaplevelení následných plodin na daném pozemku s návrhem regulace. (KOHOUT, 1999).

- **Preventivní metody**

Spočívají především v omezování zdrojů zaplevelení. Jde zejména o půdní zásobu dlouhověkých semen a plodů a její omezování. Základním regulačním faktorem je cílevědomé střídání plodin. Určitý plevelný druh se může konkurenčně uplatnit v jednotlivých plodinách především tehdy, když je jeho životní rytmus sladěn s danou plodinou a technologií pěstování. Jednostranné zařazování stejných plodin za sebou zapříčiňuje přemnožení některých druhů plevelů (KOHOUT, 1999).

- **Přímé metody hubení plevelů**

Rozlišujeme mechanické, fyzikální, chemické a biologické metody hubení.

Mechanické metody představují promyšlený systém hubení plevelů plečkováním, vláčením a jinými kultivačními zásahy během vegetace a při zakládání porostů v rámci předepsané technologie pěstování dané plodiny. Tyto kultivační zásahy mají i významný nepřímý účinek, tj. podporují rychlejší vzcházení kulturních rostlin, zapažení porostů a jejich konkurenční tlak.

Mechanické hubení plevelů se ve většině případů uplatňuje v systému zpracování půdy při pěstování jednotlivých plodin, jehož hlavním cílem je úprava orničního profilu a regulace vzdušného, vodního a tepelného režimu půdy (Škoda, Kvěch, 1987 a Škoda, Zitta, 1992).

Fyzikální metody zahrnují všechny způsoby využívající k regulaci zaplevelení pouze fyzikální faktory, jakými jsou např. teplota, vlhkost, infra a ultrazvuk, silová pole, elektromagnetické zařízení, laser apod.

Biologické metody hubení plevelných rostlin je záměrné využívání živých antagonistických organismů (hub, mikroorganismů, fytofágního hmyzu, roztočů apod.) s cílem snížit populace plevelných druhů pod ekonomický práh škodlivosti (KOHOUT, 1999).

## 7. Integrovaná ochrana proti škůdcům vyskytujících se v porostech kukuřice

Škůdci působí ztráty na výnosu a kvalitě kukuřice po celou dobu její vegetace. Jejich zvýšený výskyt a rozšíření lze připsat na vrub změnám klimatu a oteplování. Svým dílem k tomu přispěla i změna agrotechniky - mělké zpracování půdy a nedostatečné zapravení posklizňových zbytků. S narůstající plochou, koncentrací a intenzitou pěstování kukuřice rostou i škody způsobené škůdci (ANONYM 1, 2012).

### 7.1 Nejvýznamnější škůdci vyskytující se v porostech kukuřice

#### 1. Zavíječ kukuřičný – *Ostrinia nubilalis*

- čeleď: Zavíječovití / *Pyralidae*

- **Obecný popis**

- **Imago**

Velikost: v rozpětí křídel 27 – 32 mm,

Zbarvení: žlutohnědá přední křídla, zadní křídla u samic žlutá, u samců šedá,

- **Larva**

Typ: polypodní, housenka,

Velikost: 20 – 25 mm,

Zbarvení: šedožluté až okrově načervenalé

- **Kukla**

Typ: krytá,

Zbarvení: hnědožlutá až světle hnědá,

Velikost: 20 mm,

Přezimující stadium: larva ve zbytcích stébel,

Počet generací: 1 generace (v nejteplejších oblastech Moravy možnost výskytu částečné 2. generace) (KAZDA ET AL., 2001).

- **Širší popis a bionomie**

- Dospělý motýl zavíječe kukuřičného (Hübner, 1796) je poměrně veliký, žlutohnědě zbarvený o rozpětí křídel 2,5 – 3 cm. Jeho housenky jsou šedobéžové barvy s nevýraznou kresbou a s černohnědou hlavovou schránkou. Délka těla před kuklením je asi 2,5 cm. Kukla je čokoládově hnědé barvy. Housenky zavíječe kukuřičného přezimují ve spodních částech stébel a na jaře se od května do června kuklí. První motýli se líhnou na konci měsíce května a v průběhu měsíce června. Hromadný let nastává koncem měsíce června do začátku měsíce srpna. V průběhu této dekády můžeme pozorovat dva vrcholy náletu. První je v prvním týdnu a druhý nálet ve druhé polovině měsíce července. Samičky kladou vajíčka do kupek přilepených na spodní stranu listu, které těsně před vlastním vylíhnutím housenek zčernají. Vylíhlé housenky se rozlézají po povrchu rostlin kukuřice a ve velmi krátké době dochází k zavrtání do rostlin kukuřice. Uvnitř rostliny pak dokončují svůj vývoj.

Housenky vyžírají v rostlině rozsáhlé chodby a svým žírem se dostávají i do vřetene palice a zrna, kde způsobují nejvýznamnější škody. Na konci svého vývoje migrují do spodních částí kukuřice, kde v diapauze přečkají zimní období. V podmínkách České republiky má tento hmyzí škůdce jednu generaci do roka. Od jižního Slovenska dále na jih má zavíječ kukuřičný dvě, ve středomoří až 3 generace. V oblastech dvou generací se housenky kuklí v červenci a během července a srpna se líhnou motýli druhé generace.

Početnost zavíječe v daném roce ovlivňuje významně průběh povětrnostních podmínek. Jestliže je předpoklad dlouhého období s velmi vysokými teplotami a minimem srážek není výskyt tohoto škůdce tak významný jako v letech, kdy jsou podmínky přesně opačné. Ideální jsou teploty bez výskytu extrému s dostatkem srážek. Zavíječ má tak zcela optimální podmínky pro svůj vývoj a i následný vývoj housenek má dobrý průběh. Při vyšších teplotách dochází k zasychání nakladených vajíček i čerstvě se vylíhlých malých housenek a škodlivost tak nemusí být významná jako za optimálních podmínek (KOLARÍK, ROTREKL, 2012).

- **Poškození**

Oplodněné samičky kladou vajíčka na listy. Vylíhlé larvy se po krátké době prohryzávají do stébel. Vyžírají stébla nejčastěji pod samčím květenstvím, často se prožírají i do palic. Napadená stébla jsou vyplněna trusem a zbytky rostlinných pletiv, často dochází k lámání stébel. Dorostlé housenky pronikají do bazálních částí stébla, kde přezimují (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010).

- **Význam**

Zavíječ kukuřičný patří k nejdůležitějším kukuřičným škodlivým činitelům v hlavních oblastech pěstování kukuřice. Napadené rostliny mohou snížit výnos sklizně o 10 – 30 %. Ztráty se zvyšují i tím, že část palic před nebo během sklizně zůstane ležet na zemi nesklizena (HÄNI ET AL., 1993).

- **Provádění ochranných opatření**

Z preventivních metod ochrany kukuřice proti zavíječi je dodržování osevních postupů. Pěstování kukuřice po kukuřici, ale i pěstování kukuřice v bezprostředním sousedství ploch, kde byla kukuřice v minulém roce, vede k uchování stejné nebo vyšší populační hustoty zavíječe na dané lokalitě. Pokud nelze tuto první podmínku dodržet, je třeba počítat s komplexem dalších opatření proti zavíječi.

Pro redukci výskytu zavíječe je třeba místo minimalizace zpracování půdy provádět hlubokou orbu. Nejvýznamnější redukce populace zavíječe se dosáhne v kombinaci orby s dokonalým rozdrčením posklizňových zbytků. Zejména stébla je nutné rozřezat na malé kousky a rozdrtit je tak, aby v nich housenka nemohla vyhledat komůrku pro přezimování. Při drčení posklizňových zbytků je současně převážná většina housenek mechanicky zničena. Drčení je nutno provést co nejdříve po sklizni, neboť po sklizni báze uříznuté rostliny vysychá a housenky se přesunují ve stéble blíže k povrchu půdy nebo až pod povrch půdy. Co nejnižší výška strniště je další významnou zásadou ochrany vůči zavíječi. Přes všechna doporučená agrotechnická opatření je zpravidla nutné pro zabránění škod používat další přímé metody ochrany vůči zavíječi (KOCOUREK<sup>3</sup>, 2013).

## Nechemické metody ochrany

### • Biologická ochrana

Biologická ochrana kukuřice je možná buď přípravky na bázi *Bacillus thuringiensis*, ssp. *kurstaki* nebo přípravky na bázi parazitických vosiček. Přípravky na bázi *B. thuringiensis* se aplikují postřikem obdobně jako chemické prostředky. Vzhledem k rozvleklému líhnutí housenek zavíječe jsou obvykle nutné dvě aplikace. Oba typy přípravků jsou selektivní k přirozeným nepřítelům škůdců a jsou vhodné také pro ekologické pěstování kukuřice. Přípravek Trichoplus, který obsahuje kukly vosiček (chalcidek) druhů *Trichogramma evanescens* a *Trichogramma pintoii* a přípravek Trichocap s kuklami vosiček druhu *Trichogramma evanescens* se aplikují bezprostředně před nebo na počátku kladení vajíček zavíječem. Chalcidky rodu *Trichogramma* jsou vaječní parazitoidi, kteří kladou vajíčka do vajíček hostitelských druhů motýlů, kde probíhá celý jejich vývoj. Tak dochází k redukci líhnutí housenek a omezení napadení plodiny. *Trichogramma* se v porostu dále množí a její působení trvá po celou dobu letu škůdce.

Aplikace se provádí ručně. Speciální boxy s kuklami vosiček se zavěšují na rostliny kukuřice. V jednom roce může dojít v porostu kukuřice k vývoji několika generací vosiček, takže ochrana pokrývá delší období kladení vajíček (KOCOUREK<sup>3</sup>, 2013).

Přípravek TrichoLet je biologický prostředek s živým parazitoidem *Trichogramma evanescens* proti housenkám zavíječe kukuřičného pro leteckou aplikaci.

Vhodný zejména pro velké plochy. Speciálně pro toto bioagens vyvinutý způsob letecké aplikace zajišťuje homogenní pokrytí ošetřené plochy a tím i mimořádně vysokou účinnost ochrany, která se standardně pohybuje mezi 75 až 95 % (ANONYM 3, 2013).

### • Genetická ochrana

Bt – kukuřice patří mezi geneticky modifikované (neboli transgenní) rostliny rezistentní vůči škůdcům. Tyto rostliny mají do svého genomu vložen gen z bakterie *Bacillus thuringiensis* (Bt), díky kterému buňky kukuřice vytrvale syntetizují tak zvaný toxin (Cry 1Ab.). Hmyz, který pozře pletivo s tímto toxinem, postupně snižuje příjem potravy a během několika hodin až dnů hyne.

Bt – kukuřice je dosud nejúčinnější metodou ochrany proti zavíječi kukuřičnému (KOCOUREK<sup>3</sup>, 2013).

### • Chemická ochrana

Optimální termín chemického ošetření nastává v době, kdy se z prvních nakladených snůšek začínají líhnout housenky, tj. když ve vajíčkách prosvítá tvar housenky s tmavě pigmentovanou hlavou. Ošetření kukuřice širokospektrálními insekticidy (pyretroidy) má negativní vliv na necílové organizmy, zejména na přirozené nepřátele škůdců. Vyšší selektivitu vykazují přípravky na bázi teflubenzuronu a indoxicarbů. Z chemických přípravků mají nejvyšší selektivitu přípravky na bázi metoxyfenozidu (KOCOUREK<sup>3</sup>, 2013).

## 2. Bázlivec kukuřičný – *Diabrotica virgifera* Le Conte

- čeleď: mandelinkovití / *Chrysomelidae*

Bázlivec kukuřičný se každoročně objevuje na nových lokalitách ČR. První výskyty byly zjištěny v roce 2002 na jižní Moravě a každoročně se hranice rozšíření posunuje směrem na sever a západ. Je předpoklad, že se časem rozšíří na celé území ČR. Zjišťuje se však především výskyt dospělců na feromonových lapačích, v polních podmínkách není zatím rozšíření ani škodlivost významná (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010).

### • Popis a bionomie

Hlavním hostitelem pro bázlivec kukuřičného je kukuřice setá (*Zea mays*). Kukuřice je také jedinou kulturní plodinou, kde tento brouk způsobuje hospodářsky významné škody (GALL, 2006).

U bázlivce kukuřičného škodí jak larvy, tak i dospělci. Larvy na kořenech v počátečních fázích vývoje kukuřice, dospělci pak v pozdějších fázích na listech a vyvíjejících se palicích (KOLAŘÍK, ROTREKL, 2013).

Imága (brouci) jsou polyfágní (žíví se rostlinami patřícími do různých botanických čeledí), 4 -7 mm dlouhá, žlutě a žlutozeleně zbarvená s tmavšími okraji krovek a okolím švu krovek.

### • Pohlavní dimorfismus

- samice: krovky s převahou světlého zbarvení, kratší tykadla, zadeček zašpičatělý.
- samec: více tmavého zbarvení na krovkách, delší tykadla, zadeček zaoblený.

Hostitelské rostliny náleží k čeledi *Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae* a *Cucurbitaceae*. Na kukuřici se žíví hlavně bliznami, pylem a listy. V omezené míře se žíví i zrny v mléčné zralosti.

Blizny jsou při vyrůstání z klasu postupně sežírány, dokonce mohou být úplně sežrány až po špičku klasu. Pokud dojde k poškození blizen před opylením, výsledkem je částečná hluchost klasu a tím ztráty na výnosech. Ta je ovlivněna počtem brouků na 1 klas.

Larvy jsou oligofágní (žíví se rostlinnými druhy patřící k jedné botanické čeledi). Larvy jsou v posledním instaru dlouhé až 13 mm. Jsou světle až krémově zbarvené, stejně jako kukly a vajíčka. Uvádí se, že jejich hostiteli je 22 druhů z čeledi lipnicovitých – *Poaceae*. Žádná jiná plodina však, kromě kukuřice v současnosti neposkytuje larvám tak vhodnou výživu, aby se přemnožily a způsobovaly hospodářsky významné škody. Mladé larvičky se žíví jemným kořenovým vlášením. Starší larvy vyžírají chodbičky i ve větších kořenech a jsou schopny zničit celou kořenovou soustavu. Při silném poškození (zničení více než 50 % kořenů) se rostliny kukuřice vyvracejí a poléhají. Tyto rostliny se snaží znovu napřimovat, a proto mají tvar označený termínem „husí krky“. Silně napadené rostliny, zejména po silnějších větrech a za sucha, odumírají. Samotné larvy mohou způsobovat ztráty ve výši 30 – 70 % (GALL, 2006).

### • Životní cyklus

*Diabrotica virgifera* má jednu generaci ročně. Dospělci kladou vajíčka do půdy, a ta přezimují. V našich podmínkách je hubí teplota půdy -8 °C a nižší (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010). K hromadnému líhnutí larev dochází v evropských podmínkách od poloviny května do poloviny června. Vylíhlé larvičky

jsou k rostlinám přitahovány oxidem uhličitým uvolňovaným kořeny kukuřice. Larvální vývoj trvá, v závislosti na teplotě 1 – 2 měsíce (při 15 °C je 71 dní, při 22 °C je 38 dní a při 29 °C jen 27 dní). Největší počet larev se nachází v hloubce 15 cm. Kuklí se těsně pod povrchem půdy. Dospělci se líhnou za 5 – 10 dní. Samička po úživném žíru klade vajíčka 7 – 10 dní po oplození většinou do kukuřičných polí. Nejintenzivnější kladení probíhá v období od poloviny července do konce srpna. Vajíčka jsou kladena ve skupinách, do hloubky 10 – 15 cm pod povrch půdy. Samička může naklást i přes 1000 vajíček v závislosti na půdních a klimatických podmínkách, ale nejčastěji se jedná o 200 – 300 vajíček (GALL, 2006).

- **Ochranná opatření**

Základní a zatím v ČR dostačující ochranou je nesít kukuřici opakovaně po sobě na stejné pozemky. Vylíhlé larvy tak nenachází vhodnou potravu a v podstatné míře hynou. V případě nebezpečného výskytu larev je nutné vysévat insekticidně mořené osivo. V případě silného výskytu dospělců jsou registrovány pyrethroidy deltamethrin atd. Mimoevropský kontinent se pěstují GM odrůdy kukuřice rezistentní proti bázlivci kukuřičnému. (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010)

Ochrana proti dospělcům se provádí (ekonomický práh škodlivosti) především v monokulturách při pěstování kukuřice na zrna a na osivo. Zásah se provádí tehdy, je-li v porostu kukuřice přítomno 8 – 10 brouků na rostlinu v období, když 10 % rostlin vyváří blizny. V případě osivové kukuřice je to 5 brouků na rostlinu (GALL, 2006).

Pro monitoring bázlivce kukuřičného lze použít feromonové lapače typu Csalomon PAL. Syntetický feromon samiček přitahuje samečky bázlivce kukuřičného, kteří jsou zachyceni na lepové desce (KOLAŘÍK, ROTREKL, 2013).

V USA se od roku 2003 pěstuje geneticky modifikovaná kukuřice (linie známá jako MON 863), která je odolná vůči bázlivci kukuřičnému. Produkuje také Bt toxin, který pochází z bakterie *Bacillus thuringiensis* (WWW.GMO-COMPASS.ORG, 2006).

### **3. Bzunka ječná – *Oscinella frit***

- čeled': zelenuškovití / *Chloropidae*

- **Popis**

Dospělci jsou 3 mm velké lesklé černé mušky. Mají žlutavé nohy a červené oči. Larvy jsou 3 – 4 mm dlouhé, beznohé, leskle bílé, s černými ústními háčky a dvěma bradavičnatými výrůstky (WWW.AGROMANUÁL.CZ<sup>1</sup>, 2003).

- **Poškození**

**Příznaky:** Bzunka má 3 generace do roka. Larvy 1. a 3. generace poškozují mladé rostliny. Samička klade ve stadiu 1. - 3. listu jednotlivě 25 - 35 vajíček. Larva se prokousá hlavním výhonkem směrem k jeho bázi a proniká do srdéčka rostlin. To způsobuje žloutnutí a později zasychání centrálního listu a celé rostliny. Larvy druhé generace se živí v klasech základy kvítků a tvořícími se obilkami, což způsobuje částečnou nebo úplnou hluchost klásků.

V posledních letech lokálně větší škody způsobuje bzunka na vzcházejících rostlinách kukuřice. Vajíčka jsou kladena od vzejití do 4. listu kukuřice. Larva silně poškozují hlavní výhon mladých rostlinek, které hynou nebo vytváří náhradní výhony a stávají se trsovitě (KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ, 2010). Na listech mladých rostlin jsou viditelná bíložlutá, zjizvená, často podélná zranění nebo

deformace. Někdy zůstávají špičky listů mezi sebou zaklesnuty a nemohou se dobře rozvinout. Typické jsou řady proděravění na listu v příčném směru. Napadené rostliny mají zbrzděný růst a vytvářejí boční výhony (HÄNI ET AL., 1993).

- **Význam**

Napadení a vznikající ztráty v jednotlivých letech kolísají, jsou silně ovlivněny i termínem výsevu a stanovištěm. Ztráty výnosu nad 10 % nebývají tak časté. Ke škodám dochází především v době, kdy je narušen vývoj rostlin (v době od vzcházení do 10. listu) (HÄNI ET AL., 1993).

- **Biologie**

**Hostitelské rostliny:** kukuřice, obilniny (především oves a ječmen) a trávy rodů lipnice, jílek a kostřava.

**Vývojový cyklus:** na kukuřici škodí larvy první generace. Samice kladou vajíčka na jaře v závislosti na průběhu počasí v dubnu až květnu na spodní stranu listů a stébla. Při kladení dávají přednost kukuřičným rostlinám s 1 nebo 2 listy. Larvy dlouhé 2,5 – 4 mm ožírají pletiva ještě nerozvinutých listů v blízkosti vegetačního vrcholu (HÄNI ET AL., 1993).

Bzunka ječná přezimuje ve stadiu dospělé larvy uvnitř nebo poblíže srdeček osení. Na jaře se kuklí a v květnu se objevují dospělci první generace. Samičky po oplodnění kladou vajíčka nejčastěji za pochvy listů osení nebo vzcházející kukuřice. Samička snese 25 – 60 vajíček, průměrně 35. Samičky vyhledávají pouze mladé rostliny, které nemají více než 2 až 3 listy, i když z nouze kladou i na rostliny urostlé (FOLTÝN ET AL., 1964).

- **Ochranná opatření**

KAZDA, MIKULKA, PROKINOVÁ (2010) UVÁDÍ, že výskyt snižuje raný výsev jařin a pozdní výsev ozimů. V místech pravidelného výskytu se doporučuje zakládat hustší porosty. Chemická ochrana je povolena pouze v ovsu pyretroidy deltamethrin atd.

#### **4. Larvy kovaříků - drátovci – *Agriotes spp.***

- **čeleď:** kovaříkovití / *Elateridae*

- **Popis**

Brouci jsou protáhlého, štíhlého, dopředu zúženého a plochého těla. Typickým znakem je schopnost vymršťovat se z pozice na hřbetu rychlým prohnutím těla v oblasti štítu. Žijí většinou skrytě v trávě, pod hroudami nebo rostlinnými zbytky. Většina druhů se živí rostlinnou nebo nektarem, některé druhy jsou i dravé. Dospělci nezpůsobují škody.

Larvy jsou silně protáhlé a tuhé, proto se nazývají drátovci. Jejich vývoj je víceletý 3 – 5 roků. Žijí v půdě, trouchnivějícím dřevě nebo rostlinných zbytcích. Larvy mohou silně poškodit vzcházející rostliny, ale i velké hlízy brambor, bulvy řepy nebo kořeny kořenové zeleniny.

Imago má protáhlé tělo, podle druhu 6 – 17 mm dlouhé. Zbarvení je proměnlivé hnědožluté, hnědé, černé s kovovým leskem, červenohnědé.

Larva má protáhlé silně chitinózní, oligopódní typ (tři páry krátkých hrudních končetin). Podle druhu na konci 3 – 5 letého vývoje 15 – 30 mm dlouhé. Zbarvení je okrové, žlutohnědé nebo světle hnědé. Žijí v půdě nebo rozkládajících se rostlinných zbytcích (WWW.SYNGENTA.COM<sup>2</sup>, 2014).



- **Poškození**

Larvy drátovců, dlouhé 3 cm, částečně vyžírají již klíčící zrna, nejčastěji však poškozují hlavní kořeny a báze rostlin kukuřice do fáze 4. listu, takže rostliny vadnou a usychají. Pokud jsou rostliny již větší, pak se prožírají do báze stébla. Drátovci migrují od rostliny k rostlině, často je nebývá jednoduché nalézt. Na půdách se zvýšeným výskytem drátovců je pěstování kukuřice ohroženo. Protože výsevy kukuřice bývají relativně řídké, výpadek rostlin je markantní. Platí to zejména pro pomalu vzcházející odrůdy. Škody se vyskytují hlavně v prvním roce, když je kukuřice zařazena po pícninách, nebezpečí napadení v druhém roce bývá mnohdy vyšší než v prvním (HÄNI ET AL., 1993).

- **Ochranné opatření**

V prvních dvou letech po víceletých pícninách nezařazovat kukuřici. Na silně napadených plochách se doporučuje použití granulovaných insekticidů před nebo při setí. Práh škodlivosti (práh ochranného zásahu) 2 larvy na m<sub>2</sub> (HÄNI ET AL., 1993).

## 5. Larvy květilky všežravé – *Delia platura*

- čeleď: květilkovití / *Anthomiidae*

- **Popis**

Vajíčka jsou sněhově bílá, podlouhlá, 1 – 1,3 mm dlouhá, 0,2 mm široká. Larvy jsou špinavě bílé, beznohé, bez hlavy, na předním konci zúžené. Zadní konec těla je plochý, uprostřed se dvěma tmavými, silně sklerotizovanými dýchacími otvory. Larvy dorůstají délky 8 mm. Kukla je hnědá, soudečkovitá, 6 mm dlouhá. Dospělci se podobají mouše domácí. Jsou však štíhlejší a mají širší křídla. (WWW.AGROMANUAL.CZ<sup>2</sup>, 2003)

- **Poškození**

Larvy škodí pod povrchem půdy, zejména ve stádiu klíčících obilnin, kukuřice, brambor, cukrovky atd...

Larvy podzimní generace poškozují žírem klíčící osivo nebo koleoptyle a také kořeny ozimů. Zrno potom vůbec neklíčí nebo klíček odumírá.

U kukuřice žírem larev 1. generace vznikají podobné škody, zvláště při napadení jednotlivých zrn více larvami (WWW.SYNGENTA.COM<sup>1</sup>, 2014).

Široce polyfágní larvy často pronikají do klíčících semen kukuřice. Napadená semena jsou infikována patogeny vyvolávajícími zahánění pletiv (KAZDA, 2001).

- **Životní cyklus**

Kukly přezimují v půdě. První dospělci se líhnou někdy již od počátku dubna. Maximum kladení vajíček je v květnu.

Vajíčka jsou kladena ve skupinách po 5 až 20 kusech na kořenový krček nebo do půdních skulin v jeho blízkosti.

Larvy ožírají kořínky a kořeny, vyžírají kořeny, kořenový krček, bázi košťálu atd. Někdy vnikají také do lodyh, řapíků, listů a srdéček. Kuklí se v půdě v blízkosti rostlin v hloubce cca 5 cm.

Dospělci 2. generace létají v červnu a červenci, 3. generace v srpnu a září. (WWW.AGROMANUAL.CZ<sup>2</sup>, 2003)

- **Ochranné opatření**

Podporovat růst rostlin správnou agrotechnikou, zvláště hnojením a zavlažováním. Odstraňování posklizňových zbytků z pole a dodržování střídání plodin (WWW.AGROMANUAL.CZ<sup>2</sup>, 2003).

## 7.2 Metody ochrany rostlin proti škůdcům

- **Agrotechnické způsoby ochrany**

- osevní postupy,
- prostorová izolace,
- základní obdělávání půdy,
- hnojení a přihnojování,
- výběr osiva a sadby,
- termín setí a výsadby,
- kultivace a hubení plevelů,
- sklizeň a skladování.

- **Šlechtění plodin**

- šlechtění rostlin na odolnost (rezistenci),
- tvorba geneticky modifikovaných organismů (GMO).

- **Mechanické a fyzikální způsoby ochrany**

- mechanické metody (preventivní, přímé),
- fyzikální metody – (termické, dezinfekce půdy a hubení hmyzu a roztočů v zásobách zářením různého druhu – infračervené, laser.) (FOLTÝN, 1964).

- **Biologické způsoby ochrany**

- Termín biologická ochrana obecně označuje potlačování škůdců pomocí jejich přirozených nepřátel.
- Za užitečné organismy bývají považovány patogeny, dravci a cizopasníci napadající škůdce, opylovači, druhy pomáhající půdotvorným procesům a další.
- Podpora užitečných organismů, tzn. vytváření podmínek pro život a rozmnožování, ochrana jejich životního prostředí a někdy též umělé posilování nebo vytváření jejich populací, je základní součástí biologické ochrany (TICHÁ, 2001).

- **Chemická ochrana**

- postřik,
- aplikace granulovaných insekticidů do půdy,
- pásový postřik,
- moření osiva,
- rozhoz granulátů či vkládání do nor (rodenticidy – látky proti hlodavcům...)

- **Prognóza a signalizace**

- Prognózou rozumíme časově a prostorově vymezenou předpověď výskytu škodlivého organismu, zpracovanou na základě minulého i současného stavu agroekosystému. Podklady pro prognózu se získávají pozorováním a hodnocením výskytu škůdců.
- Signalizace ochrany je v podstatě stanovení optimálního termínu pro ochranný zásah z hlediska vývoje škodlivých organismů nebo vývojové fáze rostliny (ROTREKL, 2000).

- **Karanténa**

- Pojmem karanténa se v ochraně rostlin označují nejrůznější zákonná opatření, kterými se zamezuje zavlečení nebezpečných škůdců a chorob do nových nezamořených území. V praxi rozeznáváme karanténu vnější (ve styku mezistátním) a vnitřní (vnitrostátní) (FOLTÝN, 1964).

## 8. Integrovaná ochrana proti chorobám vyskytujících se v porostech kukuřice

Kukuřice nebývá napadena specifickými škodlivými činiteli v důsledku střídání plodin. Více či méně snáší pěstování po sobě. Přesto její opakované zařazování v osevním postupu, jak již bylo poznamenáno, přináší nevýhody. Časté pěstování kukuřice může být i nevhodné pro následné obilniny z důvodu podporování původců chorob obou kultur (např. *Fusarium* spp.). Pokud se důsledně dodržují zásady střídání plodin, pak lze bez větších problémů za příznivých podmínek zařadit kukuřici na 20 % (maximálně 30 %) plochy orné půdy. Při volbě stanoviště je potřebné vzít na zřetel, že pěstování ve špatných podmínkách na kyselých, kamenitých a ulehlých půdách a na zamokřených místech povede k minimálním výnosům. Jinak však nemá kukuřice na druh půdy specifické nároky. Výběr odrůdy se v první řadě řídí klimatickými požadavky (respektování zóny pěstování a lokálních geografických podmínek) a účelem použití. Teprve potom se vybírají odrůdy s dobrým vývojem v raných fázích a odolností proti fuzariózám a lámání lodyh, což představuje zejména v osevních postupech se silným zastoupením obilnin důležité preventivní ochranné opatření (HÄNI ET AL., 1993).

### 8.1 Nejvýznamnější choroby kukuřice

U kukuřice se její pěstitelé mohou setkat jak s listovými chorobami, chorobami palic, tak se posledním desetiletím zvyšuje význam chorob stébla této plodiny, které často nejsou na první pohled příliš zřetelné (WWW.AGROWEB.CZ, 2010).

ROD ET AL. (1982) uvádí, že kukuřici jako kulturní plodinu napadá celkem asi 40 infekčních chorob, z toho 30 houbových. Ostatní jsou bakterie a viry.

CHLOUPEK (2000) uvádí, že lámání rostlin, které se objevilo v širší míře od roku 1975, je do značné míry vyvoláno fuzariovým onemocněním a hnitím stébel a klasů (*Fusarium* sp.), rezistence proti němu je důležitým šlechtitelským úkolem, obdobně jako rezistence ke sněti kukuřičné (*Ustilago maydis*) a k *Helminthosporium maydis*. Odolnost vůči *Fusarium graminearum*, *F. moniliforme* i sněti je založena polygenně. Omezené zpracování půdy, které má nejen zefektivnit pěstování, ale i omezit erozi půdy, klade nové požadavky na šlechtění kukuřice, zejména vyžaduje rezistenci k chorobám.

Nejvhodnější ochranu představuje šlechtění, využívají genetické modifikace (GMO).

#### 1. Hniloby klíčků, stébel, a trouchnivění palic

- *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Helminthosporium* sp. etc.

- **Poškození**

**Příznaky:** již na klíčcích rostlinách difúzně až proužkovitě zahnědlá místa na kořenech a bázích stébel (*Fusarium* sp.). Porůznu načervenalá báze stébel ve spojení se žloutnutím (*Pythium* sp.) nebo s podlouhlými vodnatými skvrnami na listech (*Helminthosporium* sp.). Od mléčné zralosti odumírání listů odspodu. Podle patogena a odrůdy se rozkládá a především dřev nejspodnějších internodií a objevuje se zde bílé až růžovočervené mycelium (*Fusarium* sp.) nebo kolénka hnědnou a gumovitě měknou, přičemž poškození postupuje od kolének nejhornějších

(především *F. graminearum*). Palice mohou ochable viset dolů a vykazují předčasně suché krycí listeny (pochvy). Po vlhkých periodách jsou jednotlivá zrna či celé zóny napadeny růžovým až černým myceliem, které prorůstá listeny a je viditelné i na povrchu: *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. moniliforme* aj. Někdy se vyskytuje černá hniloba palic (*Helminthosporium sp.*, *Nigrospora sp.*) (HÄNI ET AL., 1993).

- **Význam**

Střední až silnější výskyt hniloby stébel omezuje přívod vody a živin a způsobuje nedostatečné nalévání zrn a předčasnou zralost. Nejčastěji bývají napadeny báze stébel a stéblo se pak při sebemenší zátěži láme, což ztěžuje sklizeň a způsobuje ztráty. Průměrné sklizňové ztráty se počítají od 10 %, mohou však dosáhnout i 35 % (HÄNI ET AL., 1993).

- **Biocyklus**

Houby přezimují na osivu a na rostlinných zbytcích v půdě. *Fusarium culmorum* může přežívat saprofytický i mimo uvedené hostitelské rostliny. Infekce probíhá většinou přes kořeny, příležitostně však i ranami na bázi stébel a na základech listů. Do stébla proniklé mycelium rozkládá pletivo dřevě mezi vodivými svazky a může odspodu prorůstat všemi kolénky, jakož i palicí. Z povrchových polštářků mycelia (rány na stéble, palice) se mohou konidie šířit větrem nebo dešťovými kapkami (HÄNI ET AL., 1993).

- **Ochrana**

**Nepříma:** co nejrůznorodější střídání plodin, obzvláště vyloučení kukuřice po kukuřici, jakož i všechna opatření, která podporují rozklad sklizňových zbytků, snižují zamoření půdy. Dostatečné hnojení draslem, ne příliš hluboký a ne příliš časný výsev, jakož i závlaha až do rozkvetu mohou redukovat citlivost rostlin vůči infekci. Při výběru odrůd je třeba dbát na menší náchylnost, a to zejména u raných odrůd, a pro osevní postupy se silným zastoupením obilnin.

**Příma:** moření osiva sice zmírňuje časně napadení nespecifickými patogenními houbami, nepostihuje však vůbec nebo jen nedostatečně *Fusarium* (HÄNI ET AL., 1993).

## 2. Rez kukuřičná

- *Puccinia sorghi*

- **Poškození**

**Příznaky:** Na svrchní i spodní straně listu se v pozdějším stadiu růstu rostlin objevují rozptýlené kupky letních výtrusů – uredie, ke konci vegetace telie – ty mají okolo sebe odchlípnutou pokožku (ZIMOLKA ET AL., 2008).

- **Význam**

Vliv na výnos mohou mít hlavně při raném napadení, a proto je potřebné sledovat první výskyt. Výrazná je odrůdová citlivost (ZIMOLKA ET AL., 2008). Její rozvoj podporuje teplé a vlhké počasí. Doporučuje se používat k setí odolné odrůdy (FOLTÝN ET AL., 1965).

- **Biocyklus**

Ke svému vývoji potřebuje mezihostitele – *Oxalis spp.* Houba u nás přezimuje jen teleutosporami a je obligátně dvoubytná. Koncem května jsou

napadení mezihostitelé. Asi po dvou týdnech pak probíhají první infekce kukuřice aecidiosporami. Na kukuřici vzniklé uredospory pak mohou infikovat pomocí větru přímo znovu kukuřici. Na stárnocích listech vznikají teleospory (HÄNI ET AL., 1993).

- **Ochrana**

Optimální ochranou je odstraňování mezihostitelských rostlin (šťavel), důležité je zpracování posklizňových zbytků z napadeného porostu – rozbít je na části menší než 5 cm, doplnit poměr C:N kapalnou formou dusíku a neprodleně poté posklizňové zbytky zapravit do hloubky více než 15 cm. Fungicidní ochrana není registrována (ZIMOLKA ET AL., 2008).

### 3. *Sněť kukuřičná*

- *Ustilago maydis*

- **Poškození**

**Příznaky:** na všech nadzemních částech rostlin boulovité naduřeniny (hálky) do velikosti pěsti s tuhou šedobílou pokožkou. Po jejím roztržení se uvolňuje černá, zprvu mazlavá, později prašná masa spor (HÄNI ET AL., 1993). Ojedinele byla pozorována systémová napadení – na zakrnělé rostlině se tvoří drobné nádorky při diferenciaci jakéhokoliv orgánu rostliny (mimo kořeny! – v kořenech je vysoká hladina cytokininů, zejména zeatinu – lze uvažovat o souvislostech).

Vyvíjí se různě velké hálky s bílou modifikovanou pokožkou. Houba pak v nádorcích produkuje masu černých teliospor (= chlamydospor), které mohou zamořit půdu na více let. Spory ale klíčí nejdříve následujícím rokem po svém vzniku – tedy napadení se nešíří druhotnou infekcí z již dospělých letošních nádorků (ZIMOLKA ET AL., 2008).

- **Význam**

Sněť se vyskytuje ve všech oblastech pěstování kukuřice. Ztráty větší než 5 – 6 % způsobuje však jen sporadicky v suchých ročnících. Zdá se, že sněť nezpůsobuje při zkrmování žádné problémy (HÄNI ET AL., 1993).

- **Biocyklus**

Tato choroba je vysoce specializovaná – jejím dalším hostitelem je pouze teosinta (*Euchlaena spp.*). Způsobuje onemocnění jakékoliv části kukuřičné rostliny v místě, kde jsou parenchymatické buňky (pupeny v paždí listů atd.), onemocnění stébla také často vzniká v místě mechanického poranění, kde se rozvinou parenchymatické buňky hojivého pletiva.

Nejčastěji nastává infekce v období dosažení fáze osmi až dvanácti listů. Další podmínkou jsou vyšší teploty - infekce nastává v suchém létě po náhlém vydatném dešti. Nárůst infekce trvá do konce kvetení (ZIMOLKA ET AL., 2008).

- **Ochrana**

ZIMOLKA (2008) uvádí, že pro snížení výskytu sněti je důležitý fakt, že zaorané spory žijí pouze jeden rok, v povrchové vrstvě přežívají tři až šest let. Tedy orba snižuje napadení sněti v následné kultuře kukuřice. K omezení jejich životnosti také vede ošetření posklizňových zbytků kapalnými dusíkatými hnojivými.

Důležitým faktem je, že pro ochranu proti infekci a jejímu rozvoji ve vyšších růstových stádiích porostu není registrován žádný fungicidní přípravek, a proto se musí pěstitelé spolehnout jen na popsané vlastnosti odrůdy a agrotechniku.

#### **4. Spála kukuřičná, syn. *Helminthosporiová skvrnitost listů***

- *Helminthosporium carbonum*, *H. turcicum*, *H. maydis*

- **Poškození**

**Příznaky:** na klíčících rostlinách kukuřice působí hnědou skvrnitost hypokotylu následovanou skvrnitostí a odumíráním mladých lístků. Často pak dojde k odumření celé rostliny.

Na porostu kukuřice je vidět u některých hybridů hnědnutí jejich listů v porostu dříve než u jiného hybridu. Jeho příčinou může být ranost hybridu, z negativních vlivů třeba abiotické vlivy (sucho, tepelný stres apod.), ale také například u nás rozšířená obecná listová spála kukuřice. V období generativní fáze vývoje rostliny plíseň na listech kukuřice způsobuje zvětšující se protáhlé šedožluté skvrnky vyskytující se nejdříve v horní třetině plochy listu (ZIMOLKA ET AL., 2008).

- **Význam**

Houby jsou rozšířeny a mohou způsobovat ztrátu asimilační plochy. *Helminthosporiomy* se dosud vyskytují sice jen sporadicky škodlivě na incuchtých liniích, avšak zdá se, že *H. carbonum* nabývá na významu (HÄNI ET AL., 1993).

- **Biocyklus**

Houby mohou být zavlečeny osivem, přezimují však myceliem a sporami i ve zbytcích slámy. Na jaře se spory dostávají zprvu většinou dešťovými kapkami na spodní listy. Z těchto prvních skvrn se pak šíří konidie pomocí větru a infikují další pletiva (HÄNI ET AL., 1993).

- **Ochrana**

**Nepřímá:** střídání plodin a zaorávka sklizňových zbytků mohou zmírnit časné napadení. Zvýšená pozornost musí být věnována výběru odrůd.

**Přímá:** moření osiva přináší jen dílčí úspěchy (HÄNI ET AL., 1993).

#### **5. *Kabatiella zae***

**Příznaky:** Na horních listech často ve skupinách se vyskytující olejové skvrny velikosti 1 – 4 mm se světle hnědým středem a vnějším prosvítajícím dvůrkem. Později střed vyschne a zbarví se krémově a světle hnědý prstenec se vybarví červenohnědě.

**Biocyklus:** zvýšený výskyt choroby bývá při vyšší vzdušné vlhkosti a mírně teplém počasí. Choroba bývá pravděpodobně podceňována, neboť skvrny rychle přerůstají saprofytické houby např. i *Helminthosporium carbonum* a tak se stává primární příčina nerozpoznatelná.

**Ochrana:** nebezpečí časných infekcí zmírňuje pečlivá zaorávka posklizňových zbytků (HÄNI ET AL., 1993).

## 8.2 Metody ochrany rostlin proti chorobám

### Preventivní a represivní metody

**Preventivní metody** (profylaktická) opatření směřují k tomu, aby se předešlo styku patogena s hostitelem a pokud k němu dojde, aby se zabránilo infekci a rozvoji choroby.

#### Patří sem:

- karanténní opatření,
- používání nekontaminovaného a neinfikovaného množitelského materiálu,
- vytváření co nejvhodnějších podmínek pro rostliny (vzestup jejich rezistence) a nepříznivých podmínek pro patogeny (infekcí a rozvoj choroby) takovými opatřeními jako je volba vhodného stanoviště, střídání plodin, hnojení, lhůta setí, hustota porostu atd.
- cílevědomé šlechtění rostlin na rezistenci a aplikace specifických nepesticidních látek zvyšujících rezistenci.

**Represivní** (potlačující) opatření směřují k zničení fytopatogenů (nebo jejich vektorů – přenašečů), a to buď před, nebo po vniknutí patogena do rostliny. Uplatňují se buď mimo vegetační dobu (sanitární opatření, půdní dezinfekce, moření osiva a sadby), nebo za vegetace (vyhledávání, odstranění a zničení zdrojů infekce, fototerapie atd.).

#### K provádění ochranných opatření se používají tyto metody a prostředky:

- karanténní,
- šlechtitelské,
- agrotechnické,
- mechanické a fyzikální,
- chemické,
- biologické,
- kombinované (integrované).

(KŮDELA A KOL., 1989)

### Metody integrované ochrany rostlin

#### • Šlechtění na rezistenci

– genetická ochrana proti chorobám založená na přirozené odolnosti pěstovaných odrůd, se v současné době stává u řady plodin základem jejich integrované ochrany. Pěstování odrůd s odpovídající rezistencí k chorobám umožňuje v praxi podstatně redukovat ochranu chemickou, což je velmi příznivé jak z hlediska ekonomického tak z hlediska ochrany životního prostředí.

Cílem současného výzkumu a praktického šlechtění je vytvářet odrůdy s rezistencí k nejdůležitějším chorobám, která je podmíněna major geny (geny s velkým účinkem) (kvalitativní rezistence) nebo minor geny (geny s malým účinkem) (kvantitativní rezistence) nebo jejich kombinací (ZVÁRA ET AL., 1991).



- **Využití mikrobionů**
  - využití mikroorganismů v rhizosféře a fylosféře, které mají přímou nebo nepřímou spojitost s patogenem,
- **Agrotechnická opatření**
  - rajonizace druhů a odrůd, získávání zdravého osiva a sadby atd.,
- **Chemické prostředky**
  - upřednostňování přípravků selektivních s vysokou počáteční toxicitou pro škodlivé organizmy a nízkou toxicitou pro ošetřované rostliny,
- **Fyzikální metody**
  - využití vyšších teplot, nižších teplot a různých druhů záření,
- **Mechanické způsoby**
  - odstranění a zničení napadených rostlin nebo zdrojů infekce,
- **Terapie**
  - ochranný zásah, kterým se ničí patogen uvnitř hostitelských pletiv, aniž by se přitom poškodila rostlina (KŮDELA ET AL., 1989).

## 9. Geneticky modifikované organismy - GMO

Geneticky modifikovaný organismus (GMO) je podle zákona č. 153 / 2000 Sb., o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a produkty, životaschopný organismus (kromě člověka), jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací. Jedná se o cílenou změnu malé části dědičné informace novou technikou, zvanou též genové inženýrství nebo moderní biotechnologie. Provedené změny dědičné informace se přenáší i na potomstvo.

Metody genového inženýrství jsou vyvíjeny pouze několik desítek let. Spočívají v tom, že se v laboratoři přenesou jeden nebo několik genů, tj. dědičných informací pro jednu, maximálně dvě vlastnosti, z jednoho organismu do druhého. Tímto způsobem je možné přenášet geny mezi zcela odlišnými organismy, například z bakterie do kukuřice, z ryby do jahod, z člověka do bakterie a podobně. Vzhledem k tomu, co bylo výše řečeno o počtu genů, je jasné, že změnou jednoho nebo dvou genů nedostaneme něco, co vypadá z poloviny jako ryba a druhá polovina je jahoda. Příroda má svá pravidla a zásah může být jen takový, aby výsledný organismus „fungoval“. Výsledkem mnoha a mnoha pokusů je potom například modifikovaná kukuřice, která se na pohled nijak neliší od nemodifikované kukuřice. To, že se jedná o geneticky modifikovanou rostlinu, poznáme jen laboratorním rozbořem nebo – podle druhu modifikace – třeba tak, že si na ní nepochutnávají housenky. Bakterie s lidským genem má s člověkem společného jen to, že ve svých buňkách „vyrabí“ třeba lidský inzulin pro nemocné cukrovkou.

Geneticky modifikovaný organismus může být bakterie, rostlina nebo zvíře. Možnosti použití těchto organismů jsou velmi široké, i když zatím většinou slouží pouze k výzkumu v laboratořích (DOUBKOVÁ, 2003).

### 9.1 Geneticky modifikované organismy v ochraně rostlin

Spektrum mikroorganismů použitelných v biologické ochraně rostlin je logicky limitováno.

Stejně tak i jejich vlastnosti mnohdy nejsou (z technologického pohledu) zcela ideální. Nabízí se možnost postupy k získání mikroorganismů lépe odpovídajících potřebám biologické ochrany rostlin, postupy, které jsou obdobou šlechtitelských procesů používaných při zlepšování vlastností kulturních rostlin či domestikovaných zvířat. Prvním takovým krokem je již vlastní výběr (selekce) virulentního mikrobiálního kmene. Selektace vlastně představuje nejstarší užívaný šlechtitelský nástroj. Vzhledem k současnému stavu technologií je pak již jen krůčkem k cíleným genovým manipulacím, k využití geneticky modifikovaných organismů (GMO) v ochraně rostlin.

Genové manipulace nabízejí několik možných strategií vedoucích k vyšší kvalitě (novým vlastnostem, či zlepšení vlastností stávajících) či dostupnosti biopreparátu (usnadnění produkce bioagens) (ZVÁRA ET AL., 1998).

## 9.2 Geneticky modifikované rostliny

V současné době se setkáváme především se dvěma typy geneticky modifikovaných (transgenních) odrůd zemědělských plodin:

S tolerancí k některému specifickému typu herbicidu,  
S odolností k hmyzím škůdcům.

S tolerancí k herbicidu může být někdy kombinována i transgeny podmíněná pylová sterilita a obnova fertility pro heterózní šlechtění. Malou část transgenních rostlin tvoří plodiny odolné k určitému specifickému viru.

Transgeny, které se nejčastěji využívají v odrůdách, kódují jednak toleranci k některým specifickým novým typům herbicidů a jednak odolnost k hmyzím škůdcům. Oba typy transgenů, využívané v současných geneticky modifikovaných odrůdách, byly poprvé v laboratoři přeneseny do modelových rostlin před dvaceti lety a první transgenní odrůdy na tomto principu se pak objevily o více než 10 let později. Tato doba více než deseti let byla potřebná k provedení dostatečně rozsáhlých sérií pokusů, jejichž cílem, mimo jiné, bylo dokázat bezpečnost transgenních rostlin. Není naděje, že by se „zkušební“ doba nových typů transgenů do budoucna zkracovala (KÁŠ, 2004).

### o GM odrůdy kukuřice ve světě

V roce 2012 bylo ve 28 zemích světa povoleno pěstování GM plodin, dalších 31 zemí, tedy celkem 59, vydalo povolení k dovozu, použití v potravinách a krmivech nebo povoluje uvolňování do životního prostředí. Celkem bylo vydáno 2 497 povolení u 25 GM plodin a 319 GM odrůd. U 1129 případů se jednalo o použití v potravinách (přímo nebo ke zpracování), u 813 o použití pro krmiva (přímo nebo ke zpracování) a dalších 555 se týká pěstování a uvolnění do životního prostředí. Z 59 zemí nejvíce povolení mají v USA (196), následuje Japonsko (186), Kanada (131) a další. Evropská unie povolila od roku 1996 celkem 67 případů.

Největší množství povolení získala GM kukuřice (121 ve 23 zemích), potom bavlník (48 v 19 zemích), brambory (31 v 10 zemích), canola (30 ve 12 zemích) a sója (22 ve 24 zemích) atd.

Nejčastější povolenou odrůdou je herbicid tolerantní kukuřice NK603 následovaná herbicid tolerantní sójou (GTS-40-3-2), dále jsou odrůdy kukuřice rezistentní ke hmyzu (Bt kukuřice) MON810 a Bt11, ke hmyzu rezistentní bavlník odrůda MON531 a odrůda MON1445. Všechny uvedené odrůdy jsou povoleny také v zemích EU. Celkové množství osiva GM plodin v roce 2012 představovalo hodnotu 15 miliard US\$.

Studie z roku 2011 odhadovala, že náklady na objevení, vývoj a autorizaci nové GM odrůdy/vlastnosti činí cca 135 milionů US\$ (WWW.BIOTRIN.CZ, 2013).

### o Odrůdy GM kukuřice povolené do oběhu v EU

- Odrůda firmy Monsanto MON810, obsahuje transgen Cry 1Ab, který podmiňuje odolnost k zavíječi kukuřičnému.
- Odrůda Bt 11 firmy Syngenta Seeds, která taktéž obsahuje transgen Cry 1Ab.
- Odrůda B176 taktéž od firmy Syngenta Seeds se stejným transgenem.
- Kukuřice T25 firmy Bayer Crop Science odolná k herbicidu glufosinate ammonium obsahuje transgen pat ze *Streptomyces ciridochromogenes* (KÁŠ, 2004).

### ○ **Pěstování GM rostlin v EU**

V EU je možné pěstovat pouze Bt kukuřici MON810 odolnou vůči zavíječi kukuřičnému (od r. 1998) a GM brambory Amflora pro průmyslové využití (od r. 2010). Vývoj pěstebních ploch v letech 2008 – 2010 měl v EU spíše klesající tendenci. Naopak pěstování GM rostlin ve světě se každoročně zvyšuje v průměru o 10 %. Celkové plochy GM plodin se pohybovaly v roce 2007 okolo 111 390 ha, v roce 2008 107 720 ha a v roce 2010 již bylo zaznamenáno méně jak 80 000 ha (74 480 ha). Hlavním důvodem snížení osetých ploch je problematický odbyt, přísná opatření a kontroly, označování jako GM organismus, administrativní a organizační náročnost oproti konvenčním rostlinám atd. V roce 2011 po několika letech propadu ovšem nastal obrat. Výměra ploch se zvýšila na 114 490 ha (STRATILOVÁ, 2012).

Podněty k pěstování BT kukuřice jsou vysoká účinnost kontroly škůdců, lepší kvalita sklizňového produktu a ekologické přínosy. Omezení zahrnuje riziko z odolnosti vývoje cílových populací škůdců, dále také riziko druhotného propuknutí a zvýšení administrativy k vyhovění všech požadavků. Pěstitelé ochotni pěstovat BT kukuřici v EU často čelí problémům autorizace. Pouze jediný druh Bt kukuřice (MON 810) je v současné době schválen pro komerční pěstování a některé správní orgány zakázaly její pěstování (MEISSLE, ROMEIS, BIGLER, 2011).

Geneticky modifikované rostliny jsou předmětem rozsáhlých předpisů z důvodu ochrany veřejného zdraví a životního prostředí. Legislativa v Evropské unii vyžaduje označování GMO potravin a krmiv (HABUSTOVÁ ET AL., 2012).

### ○ **Některé povolené odrůdy GM kukuřice zapsané ve Státní odrůdové knize k 15.6.2013 v ČR**

geneticky modifikovaná odrůda (MON-00810-6):

- Anjou 277 YG (2007),
- Asteri YG (2009),
- Bergxxon YG (2009),
- Codisco YG (2009),
- DKC2961 YG (2010),
- DKC3872YG (2011),
- Krabas YG (2011) atd.

V ČR lze pěstovat pouze geneticky modifikované (GM) plodiny, které byly uvolněny do oběhu na základě evropských předpisů postihujících proces schvalování nových GM organismů. Jedná se především o:

- Směrnici Evropského Parlamentu a Rady 2001/18/ES ze dne 21. března 2001 o záměrném uvolňování geneticky modifikovaných organismů do životního prostředí a o zrušení směrnici Rady 90/220/EEC a

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1829/2003/ES ze dne 22. září 2003, o geneticky modifikovaných potravinách a krmivech.

Pro běžné komerční využití lze pěstovat pouze GM odrůdy polních plodin zapsané ve Státní odrůdové knize (úřední seznam odrůd rostlin, které jsou v ČR zaregistrovány) nebo ve Společném katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin, popř. zeleniny (seznam odrůd rostlin, sestavený příslušným orgánem ES na základě národních seznamů odrůd členských států).

Na úrovni evropské obsahuje Společný katalog odrůd druhů zemědělských rostlin 31 odrůd GM kukuřice, z kterých mohou vybírat i čeští zemědělci; ovšem ne všechny registrované odrůdy jsou vhodné pro pěstování v podmínkách ČR (do společného katalogu byly zapsány odrůdy z národních katalogů Španělska a Francie).

Seznam povolených odrůd je veřejně dostupný mj. na internetových stránkách Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (BRANŽOVSKÝ, ČEŘOVSKÁ, 2006).

### ○ **Pěstování GM rostlin v ČR**

V rámci EU lze zkušenosti ČR s GM rostlinami označit za velmi pokročilé. GM kukuřice typu MON810 odolná vůči zavíječi kukuřičnému, nazývaná též Bt kukuřice, se v ČR pěstuje od roku 2005. Dosud největší výměra GM kukuřice je zaznamenána v roce 2008, kdy bylo oseto 8380 ha (cca 3 % celkové plochy kukuřice v ČR). Od roku 2009 měly plochy Bt kukuřice klesající tendenci až do roku 2010. V roce 2011 byl naopak zaznamenán meziroční nárůst ploch Bt kukuřice o 8 %. (STRATILOVÁ, 2012)

## **9.2.1 Typy transgenních plodin**

### • **Transgeny pro toleranci k herbicidům**

Podstatou působení herbicidu je blokáda některého rostlinného enzymu, jehož aktivita je pro život rostliny bezpodmínečně nutná. Takových enzymů je mnoho a je také vícero mechanismů účinků herbicidů. Transgeny pro toleranci k herbicidům umožňují eliminovat účinek konkrétního typu herbicidu jedním z těchto mechanismů.

- transgen kóduje enzym, který katalyzuje stejnou reakci jako rostlinný enzym, ale je necitlivý k herbicidu,
- transgen rozkládá herbicid.

Hlavní výhodou těchto herbicidů je, že se používají postemergentně, až po vzejití kulturní rostliny, když se začnou objevovat plevele (KÁŠ, 2004).

### • **Rezistence k hmyzím škůdcům**

V transgenních odrůdách se používají transgeny pro enterotoxiny různých kmenů bakterie *Bacillus thuringiensis*. Tato bakterie při své proluraci produkuje protein, jež mají v trávicím traktu hmyzu po úprav entomocidní aktivitu. Aby získaly entomocidní aktivitu, musí enterotoxiny být enzymaticky narušeny ve střevě hmyzu při alkalickém pH. Protein je pak specifický pro určité skupiny (řády, někdy jen druhy) hmyzu. V současné době je známo asi 150 typů různých enterotoxinů, toxických pro motýly, dvoukřídý hmyz nebo brouky. Různé transgeny pro endotoxiny byly vneseny do genomu bavlníku, kukuřice, bramboru a dalších rostlin, kde podmiňují odolnost k hmyzím škůdcům (KÁŠ, 2004).

### • **Rezistence k virovým chorobám**

V transgenních odrůdách, které obsahují transgen pro rezistenci k určitému viru, mechanismem rezistence k viru je projev transgenu pro plášťový protein tohoto viru. Rezistence se v některých případech týká jen tohoto konkrétního viru, jako u viru tabákové mozaiky TMV nebo Y viru bramboru PVY. V některých případech může být širší. Prvním krokem po napadení virem je rozbalení virové nukleové kyseliny, její oddělení od plášťového proteinu (KÁŠ, 2004).

## 9.2.2 Geneticky modifikovaná kukuřice

Bt kukuřice se začala poprvé v ČR pěstovat v roce 2005. V tomto roce prováděl evidenci ploch s Bt kukuřice Státní zemědělský intervenční fond, neboť podmínky pro její pěstování byly součástí systému poskytování národních doplňkových plateb na plochu. Od roku 2006 jsou plochy Bt kukuřice evidovány Ministerstvem zemědělství prostřednictvím regionálních agentur pro zemědělství a venkov.

V roce 2005, kdy bylo možné poprvé zasít GM plodinu k produkčním účelům v ČR, bylo zaevidováno 150 hektarů Bt kukuřice. V následujících letech do roku 2008 docházelo k významnému nárůstu ploch, které se postupně zvyšovaly o 760 % (2006), 288 % (2007) a 68 % (2008) (KŘÍSTKOVÁ, 2009).

VEČEŘOVÁ (2013) uvádí, že v České republice klesl za rok 2013 podíl ploch s geneticky modifikovanou kukuřicí na 2 560 hektarů, což je o 490 hektarů méně než loni. Také v ostatních zemích Evropské unie podíly ploch s geneticky modifikovanými rostlinami stagnují nebo klesají. V mimoevropských zemích polí s geneticky upravenými rostlinami každoročně přibývá.

Firma CIBA SEEDS vyšlechtila hybrid kukuřice s genem z *Bacillus thuringiensis* (Bt) produkující insekticidní toxin a podmiňující odolnost proti zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*). Jsou známy výsledky s transgenním genem podmiňujícím odolnost, resp. toleranci ke glyfosátu, který je podstatou herbicidu Roundup (GRAMAN, ČURN, 1998).

Prozatím jedinou GM plodinou 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*) (KŘÍSTKOVÁ, 2009).

- **Desatero pěstitele GM kukuřice**

1. Informovat o záměru vysetí GM kukuřice místní zemědělskou agenturu.
2. Informovat o záměru vysetí GM kukuřice sousedního zemědělce (neplatí v případě, že od pozemku, kde bude pěstována GM kukuřice, leží do vzdálenosti 70 m pouze vlastní pozemky a zároveň se do 200 m nenachází žádný ekologicky hospodařící zemědělec).
3. Dodržet minimální vzdálenost 70 m mezi porostem GM kukuřice a jiným porostem s klasickou kukuřicí.
4. Dodržet minimální vzdálenost 200 m mezi porostem GM kukuřice a porostem s kukuřicí, která je pěstována v režimu ekologického zemědělství.
5. Informovat o vysetí GM kukuřice místní zemědělskou agenturu nejpozději do 30 dnů od zasetí.
6. Informovat o vysetí GM kukuřice sousedního zemědělce do 15 dnů od zasetí (neplatí v případě, že od pozemku, kde bude pěstována GM kukuřice, leží do vzdálenosti 70 m pouze vlastní pozemky a zároveň se do 200 m nenachází žádný ekologicky hospodařící zemědělec).
7. Informovat o vysetí GM kukuřice ministerstvo životního prostředí nejpozději do 60 dnů od zasetí.
8. Vyznačit místo pěstování GM kukuřice (neplatí v případě, že je GM kukuřice pěstována na celém pozemku).
9. Uchovat v podniku údaje o nakládání s GM kukuřicí.
10. Označit produkt GM kukuřice jako „geneticky modifikovaný organismus“ včetně jednoznačného identifikačního kódu (ČEŘOVSKÁ, 2006).

Využití Bt kukuřice má za následek značné snížení insekticidních aplikací a zřetelný přínos pro životní prostředí a zemědělské zdraví. Proto mohou být Bt plodiny užitečnou složkou integrovaného systému hospodaření, aby ochránily plodiny před cílovými škůdci (YU, LI, WU, 2011).

## 10. Závěr

Integrovaný systém pěstování rostlin se snaží využívat všechny dostupné metody ochrany rostlin pro udržení škodlivých činitelů pod prahem škodlivosti a dbát především na ochranu životního prostředí a lidské zdraví. Zavádění integrovaného systému hospodaření je významné také z důvodů zvyšující se potřeby zajistit dostatek potravin pro lidskou populaci a tlaku na ekologizaci pěstování.

Během svého vývoje prošla ochrana rostlin několika etapami, především po objevení chemických prostředků. V té době byly v některých oblastech chemické prostředky (pesticidy) nekontrolovatelně využívány a docházelo tak k zamoření životního prostředí, výskytu reziduí pesticidů v půdě a neblahý vliv měly i na lidské zdraví. Především z tohoto důvodu vznikl v 70. letech systém integrované ochrany rostlin.

Systém integrované ochrany rostlin spočívá ve využití biologických, agrotechnických, šlechtitelských, chemických, fyzikálních a preventivních metod ochrany, bez nežádoucích vedlejších dopadů na životní prostředí a lidské zdraví, za účelem udržení škodlivých činitelů pod prahem škodlivosti.

S narůstající plochou, koncentrací a intenzitou pěstování kukuřice rostou i škody způsobené jednotlivými škodlivými činiteli. Z tohoto hlediska je tedy cílem integrované ochrany rostlin, včetně kukuřice, především využití preventivních metod (biologické, agrotechnické, fyto-sanitární, šlechtitelské atd.), jejichž cílem je omezit možnosti výskytu patogena nebo škůdce.

Při pěstování kukuřice je účelné využití polních kontrol porostů kukuřice. Již před vysetím této plodiny se zjišťuje výskyt škůdců (především drátovců v půdě) a plevelů, na základě zjištěných hodnot se uvažuje o pre- či postemergentní aplikaci herbicidů. Po vysetí kukuřice se tyto kontroly provádí pravidelně od období vzcházení rostlin až po kontroly v době zralosti, kdy se zjišťuje výskyt škodlivých činitelů, které způsobují ztráty na výnosu a kvalitě kukuřice po celou dobu její vegetace.

U kukuřice je tedy z hlediska ochrany důležité střídání osevních postupů, pěstování odolných hybridů (proti helmintosporióze, fuzáriím...), dále hnojení a vápnění, mechanické hubení plevelů, využití monitoringu pro zjištění výskytu škůdců (např. zavíječe kukuřičného, bázlivce kukuřičného), prognóza a signalizace, využití biologické ochrany a GMO kukuřice.

Teprve při překročení prahu škodlivosti a kritického čísla se cíleně využívá přímých metod ochrany, především chemických (použití pesticidů). Používají se chemické přípravky, které jsou zapsané v Seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin. V roce 2009 byla přijata členy Evropské Unie směrnice 2009/128/ES stanovující rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného požívání pesticidů, která je v současné době již součástí národní legislativy, resp. v novele rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb.

Problematikou zásad integrované ochrany rostlin se zabývá vyhláška č. 205/2012 o obecných zásadách IOR. Dodržování těchto zásad je od 1. 1. 2014 pro všechny profesionální uživatele povinné.



## 11. Seznam použité literatury

AGROMANUÁL.CZ<sup>1</sup>. Bzunka ječná. [online]. 2003. [cit 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/bzunka-jecna.html>>.

AGROMANUÁL.CZ<sup>2</sup>. Květílka všežravá. [online]. 2003. [cit 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/kvetilka-vsezrava.html>>.

AGROMANUÁL.CZ<sup>3</sup>. Možnosti regulace plevelů v kukuřici v sušších podmínkách. [online]. 2003. [cit 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-regulace-plevelu-v-kukurici-v-sussich-podminkach.html>>.

ANONYM, 1. (2012): Kukuřice do kapsy. KWS Osiva, 166 s.

ANONYM, 2. (2007-2008): Kukuřice, slunečnice, řepka. KWS Osiva, 168 s.

ANONYM, 3. (2013): Katalog prostředků ekologické a integrované ochrany rostlin 2013. Biocont Laboratory.

ANONYM, 4. (2013): Kukuřičné zprávy. Zea Sedmihorky.

BIOTRIN.CZ: Svět biotechnologií. [online]. 2013. [cit 2014-01-08]. Dostupné z WWW: <[http://www.biotrin.cz/czpages/bulletin/Internet\\_bulletin\\_201304.pdf](http://www.biotrin.cz/czpages/bulletin/Internet_bulletin_201304.pdf)>.

BRANŽOVSKÝ, I., ČEŘOVSKÁ, M. Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR. biotrin.cz [online]. 2006. [cit 2014-01-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.biotrin.cz/czpages/BIOTRIN060315/Branzovsky.htm>>.

BURYŠKOVÁ, M. (1999). Výskyt plevelů v kukuřici. Agro, 4, 13- 16 s. ISSN 1211-362X.

CIT.VFU.CZ: Charakteristika zemědělství. [online]. 2011. [cit 2013-09-23]. Dostupné z WWW: <[http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/Charakteristika\\_zemedelstvi.pdf](http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/Charakteristika_zemedelstvi.pdf)>.

ČEŘOVSKÁ, M. (2006). Povinnosti pěstitelů geneticky modifikované kukuřice (Jaké povinnosti čekají na zemědělce, kteří se v letošním roce rozhodnou zasít GM kukuřici?). Agromanuál, 2: 48-50 s. ISSN 1801-4895.

ČAČA, Z. et al. (1990): Ochrana polních a zahradních plodin. 2.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 368 s. ISBN 80-209-0171-X.

DOUBKOVÁ, Z. et al. (2003): Geneticky modifikované organismy (Otázky spojené s jejich vznikem a využíváním). Praha: Ministerstvo životního prostředí, 38 s. ISBN 80-7212-259-2.

DVOŘÁK, J., SMUTNÝ, V. (2003): Herbologie- Integrovaná ochrana proti polním plevelům. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, s. 15-17. ISBN 80-7157-732-4.

EAGRI.CZ<sup>1</sup>: Fytosanitární opatření. [online]. 2009-2013. [cit 2013-09-28]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/vnitni-trh-eu/fytosanitarni-opatreni/>>.

EAGRI.CZ<sup>2</sup>: Informace o povolování přípravků na ochranu rostlin. [online]. 2009-2013. [cit 2013-09-28]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/pripravky-na-or/informace-pro-zadatele/informace-o-procesezech/zadost-o-registraci/>>.

EAGRI.CZ<sup>3</sup>: Integrovaná ochrana rostlin. [online]. 2009-2013. [cit 2013-09-28]. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/integrovana-ochrana-rostlin/>>.

FOLTÝN, J. (1964): Ochrana rostlin. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství ve spolupráci s Ústavem vědeckotechnických informací MZLVH, 549 s. Rostlinná výroba. ISBN 07-002-65-04.

GALL, J. (2006). Opatření proti šíření bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera* Le Conte) na území ČR. Agro, 1: 7 s. ISSN 1211-362 X.

GMO-COMPASS.ORG. *Diabrotica virgifera*. [online]. 2006. [cit 2014-03-30]. Dostupné z WWW: <[http://www.gmo-compass.org/eng/news/stories/190.western\\_corn\\_rootworm\\_its\\_way\\_european\\_maize\\_fields.html](http://www.gmo-compass.org/eng/news/stories/190.western_corn_rootworm_its_way_european_maize_fields.html)>.

GRAMAN, J., ČURN, V. (1998): Šlechtění zemědělských plodin (obiloviny, luskoviny). 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 184 s. ISBN 80-7040-300-4.

HABUSTOVÁ, O., DOLEŽAL, P., SPITZER, L., SVOBODOVÁ, Z., HUSSEIN, H. A SEHNAL, F. (2012), Impact of Cry1Ab toxin expression on the non-target insects dwelling on maize plants. *Journal of Applied Entomology*. doi: 10.1111/jen.12004.

HĀNI, F. et al. (1993): *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin (Příručka ochrany rostlin v integrované produkci)*. 3. vyd. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 336 s. ISBN 80-8527-12-3.

HEJCMAN, M. *Způsoby hospodaření , plodiny - obiloviny*. fle.czu.cz: [online]. 2011. [cit 2013-09-24]. Dostupné z WWW: <[http://fle.czu.cz/~hejcman/Prednasky/Zemedelstvi5\\_obiloviny.pdf](http://fle.czu.cz/~hejcman/Prednasky/Zemedelstvi5_obiloviny.pdf)>.

HRON, F., KOHOUT, V. (1988): *Plevelé polí a zahrad*. 1. vyd. České Budějovice: Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR ve Výstavnictví zemědělství a výživy České Budějovice, 343 s.

HRUDOVÁ, E., POKORNÝ, R., VÍCHOVÁ, J. (2006): Integrovaná ochrana rostlin. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 153 s. ISBN 80-7157-980-7.

CHLOUPEK, O. (2000): Genetická diverzita šlechtění a semenářství. 2. vyd. Praha: Academia, nakladatelství AV ČR, 311 s. ISBN 80-200-0779-2.

KÁŠ, J. et al. (2004): Geneticky modifikované organismy - současnost a perspektivy. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí (JPM Tisk), 67 s. ISBN 80-86313-13-1.

KAZDA, J. et al. 2001: Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. 2 vyd. Praha: Redakce časopisu FARMÁŘ- ZEMEDĚLEC ve spolupráci se studiem F. 148 s. ISBN 80-902413-3-6.

KAZDA, J., MIKULKA, J., PROKINOVÁ, E. (2010): Encyklopedie ochrany rostlin. 1. vyd. Praha: Profi Press, 399 s. ISBN 978-80-86726-34-2.

KOCOUREK, F., HOLÝ, K. Zásady integrované ochrany rostlin a regulace reziduí pesticidů - dvě příležitosti pro vývoj Integrované produkce zeleniny. zelinarska-unie.cz: [online]. 2012. [cit 2013-09-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.zelinarska-unie.cz/Portals/0/ceny09/V%C3%9ARV%20-%20Kocourek%202012.pdf>>.

KOCOUREK<sup>1</sup>, F. Integrovaná ochrana rostlin - příležitosti a obtíže při jejím uplatňování v ČR. chizatec.cz: [online]. Praha: VÚRV, 2012. [cit 2013-09-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.chizatec.cz/download/page6934.pdf>>.

KOCOUREK<sup>2</sup>, F. (2012). Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy (4.). Agromanuál, 6: 42 s. ISSN 1801- 7673 (print).

KOCOUREK<sup>3</sup>, F. (2013). Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy (13) - Rozhodování o provedení ochranných opatření - stanovení ekonomické hladiny škodlivosti pro zavíječe kukuřičného na kukuřici. Agromanuál, 6: 44-48 s. ISSN 1801-7673 (print).

KOHOUT, V. (1997): Plevelé polí a zahrad. Praha: Agrospoj, 235 s.

KOHOUT, V. (1999). Nechemické metody regulace plevelů I. Agro, 2, 13-14 s. ISSN 1211- 362X.

KOHOUT, V. (1999). Nechemické metody regulace plevelů II. Agro, 3: 20-23 s. ISSN 1211-362 X.

KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J. (2012). Zavíječ kukuřičný - Významný hmyzí škůdce kukuřičných polí. Agromanuál, 6: 28 s. ISSN 1801-7673 (print).

KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J. (2013). Monitoring a škody způsobené bázlivcem kukuřičným. Agromanuál, 6: 26-27 s. ISSN 1801-7673 (print).

KONEV.CZ: Pýr plazivý. [online]. 2014. [cit 2013-10-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.konev.cz/skudci/pyr-plazivy/>>.

KONVALINA, P. et al. (2007): Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 118 s. ISBN 978-80-7394-031-7.

KŘÍSTKOVÁ, M. Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované BT kukuřice v ČR 2005-2009. eagri.cz [online]. Praha: ÚKZÚZ. 2009, [cit 2014-01-08]. Dostupné z WWW: <[http://eagri.cz/public/web/file/42167/Dosavadni\\_zkusenosti\\_Bt\\_kukurice\\_v\\_CR\\_2005\\_2009.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/42167/Dosavadni_zkusenosti_Bt_kukurice_v_CR_2005_2009.pdf)>.

KŮDELA, V. et al. (1989): Obecná fytopatologie. 1. vyd. Praha: Academia nakladatelství Československé akademie věd, 388 s. ISBN 80-200-0156-5.

KVAPIL, R. (2007-2013): Praktické zkušenosti s pěstitelskou technologií kukuřice. In: Kolektiv autorů (ed.): Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských technologií. 1. vyd. Praha, Powerprint, 21-22 s. ISBN 978-80-213-2351-3.

KVETENACR.CZ<sup>1</sup>: Ježatka kuří noha. [online]. 2003-2013. [cit 2013-10-24]. Dostupné z WWW: <<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=546>>.

KVETENACR.CZ<sup>2</sup>: Lebeda rozkladitá. [online]. 2003-2013. [cit 2013-10-24]. Dostupné z WWW: <<http://kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=547>>.

MEDIA0.7X.CZ. Zemědělská produkce 1. [online]. 2005. [cit 2014-02-10]. Dostupné z WWW: <[media0.7x.cz/files/media0:50ff20fb434ba.ppt.upl/ZP+Pr1.ppt](http://media0.7x.cz/files/media0:50ff20fb434ba.ppt.upl/ZP+Pr1.ppt)>.

MEISSE, M., MOURON, P., MUSA, T., BIGLER, F., PONS, X., VASILEIADIS, V. P., OTTO, S., ANTICHI, D., KISS, J., PÁLINKÁS, Z., DORNER, Z., VAN DER WEIDE, R., GROTEN, J., CZEMBOR, E., ADAMCZYK, J., THIBORD, J.-B., MELANDER, B., NIELSEN, G. C., POULSEN, R. T., ZIMMERMANN, O., VERSCHWELE, A. AND OLDENBURG, E. (2010): Pests, pesticide use and alternative options in European maize production: current status and future prospects. *Journal of Applied Entomology*, 134: 357–375. doi: 10.1111/j.1439-0418.2009.01491.x.

MEISSE, M., ROMEIS, J. AND BIGLER, F. (2011): Bt maize and integrated pest management - a European perspective. *Pest. Manag. Sci.*, 67: 1049–1058. doi: 10.1002/ps.2221.

MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M. (2006). Faktory ovlivňující šíření plevelů na orné půdě. *Agromanuál*, 2, 14-15 s. ISSN 1801- 4895.

MOUDRÝ, J. Trvale udržitelné zemědělství. home.zf.jcu.cz: Charakteristika a členění agroekosystémů. [online]. 2006. [cit 2013-09-24]. Dostupné z WWW: <[http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif\\_zemedelstvi/frvs\\_pdf/2\\_TUZ.pdf](http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf)>.

MUŠKA, F. (2012). Zavíječ kukuřičný - Nejvýznamnější škůdce kukuřice v ČR. *Agromanuál*, 6: 30 s. ISSN 1801-7673 (print).

PROKEŠ, K., KAČICOVÁ, L. (2012): Kukuřice - perspektiva českého zemědělství. In: Prokeš, K., Zeman, L. et al. (ed.): Kukuřice v praxi 2012. Brno, Mendelova univerzita, KWS Osiva, 10-14 s. ISBN 978-80-7375-591-1.

ROD, J. et al. (1982): Šlechtění rostlin. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 368 s

ROTREKL, J. (2000): Zemědělská entomologie (nejdůležitější hmyzí škůdci polních plodin). 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 84 s. ISBN 80-7157-473-2.

ŘÍHA, K. (2013): Ochrana kukuřice. Agromanuál, 5: 45-49 s. ISSN 1801-7673 (print).

ŘÍHA, K., KRAUS, P. Choroby kukuřice: mýtus a skutečnost. old.agroweb.cz [online]. 2010. [cit 2013-12-14]. Dostupné z WWW: <[http://old.agroweb.cz/Choroby-kukurice:-mytus-a-skutecnost\\_\\_s1366x48252.html](http://old.agroweb.cz/Choroby-kukurice:-mytus-a-skutecnost__s1366x48252.html)>.

STRATILOVÁ, Z. (2012): GMO BEZ OBALU. Praha: Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, 31 s. ISBN 978-80-7434-057-4.

SYNGENTA.COM<sup>1</sup>: Květilka všežravá. [online]. 2014. [cit 2013-11-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.syngenta.com/country/cz/cz/reseni-syngenta/skudci/Pages/kvetilka-vsezrava.aspx>>.

SYNGENTA.COM<sup>2</sup>: Larvy kovaříků - drátovci. [online]. 2014. [cit 2013-11-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.syngenta.com/country/cz/cz/reseni-syngenta/skudci/Pages/larvy-kovariku-dratovci.aspx>>.

ŠIMON, J., ŠKODA, V., HŮLA, J. (1999): Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi. Praha: Agrospoj, 78 s.

ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. et al. (2005): Základy rostlinné produkce. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 172 s. ISBN 80-213-1340-4.

ŠPALDON, E. et al. (1986): Rostlinná výroba. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 720 s.

ŠROLLER, J. et al. (1997): Speciální fyto technika - rostlinná výroba. 1.vyd. Praha: Ekopress, 205 s. ISBN 80-86119-04-1.

TICHÁ, K. (2001): Biologická ochrana rostlin. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 88 s. ISBN 80-247-9043-2.

VÁŇOVÁ, M. (1999). Strategie ochrany obilnin proti plevelům. Agro, 5, 2 s. ISSN 1211- 362X.

VEČEŘOVÁ, D. Geneticky modifikované kukuřice se letos v České republice vypěstuje méně. <http://eagri.cz> [online]. 2013. [cit 2014-01-08]. Dostupné z WWW: <[http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2013\\_geneticky-modifikovane-kukurice-se-letos.html](http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2013_geneticky-modifikovane-kukurice-se-letos.html)>.

VRZAL, J., NOVÁK, D. (1995): Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceň. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 32 s.

VURV.CZ: Laskavec ohnutý. [online]. 2010. [cit 2013-10-24]. Dostupné z WWW: <[http://www.vurv.cz/weeds/cz/html/rezistentni\\_plevele/amaranthus\\_retroflexus\\_laskavec\\_ohnuty.html](http://www.vurv.cz/weeds/cz/html/rezistentni_plevele/amaranthus_retroflexus_laskavec_ohnuty.html)>.

WILLIGE, A. (1998). Geneticky modifikované odrůdy kukuřice. Top Agrar, 5.

YU, H.-L., LI, Y.-H. AND WU, K.-M. (2011): Risk Assessment and Ecological Effects of Transgenic *Bacillus thuringiensis* Crops on Non-Target Organisms. *Journal of Integrative Plant Biology*, 53: 520–538. doi: 10.1111/j.1744-7909.2011.01047.x.

ZÁBORSKÝ, J. et al. (1973): Pěstování kukuřice (Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe). Praha: Československá akademie zemědělská, Ústav vědeckotechnických informací, 28 s.

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

ZIMOVÁ, D. et al. (1985): Systémy pěstování a využití kukuřice. Praha, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 84 s.

ZVÁRA, J. et al. (1998): Fytofarmacie. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 125 s. ISBN 80-7040-268-7.

ZVÁRA, J., TÁBORSKÝ, V., ŠEBESTA, J., VESELÝ, D. (1991): Zemědělská fytopatologie (vybrané kapitoly z obecné části). 1. vyd. Praha: Vysoká škola zemědělská, 68 s. ISBN 80-213-0078-7.

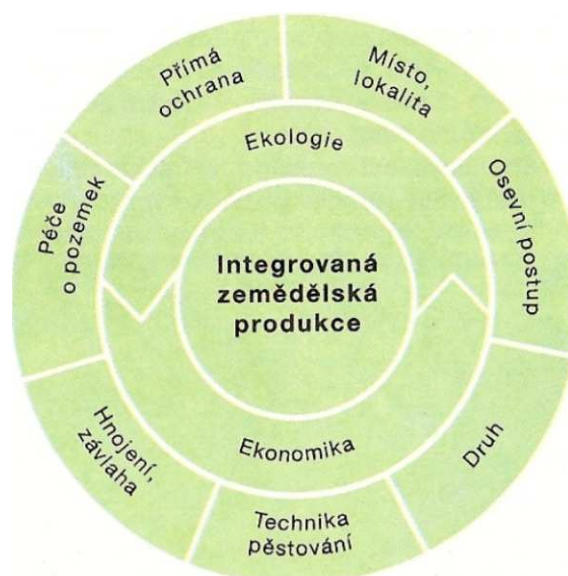
## 12. Přílohy

**Obr. č. 1 Agroekosystém s integrovanou produkcí**



Zdroj: HÄNI, F. ET AL. (1993): *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin (Příručka ochrany rostlin v integrované produkci)*.

**Obr. č. 2 Integrovaná zemědělská produkce - názorné zobrazení**



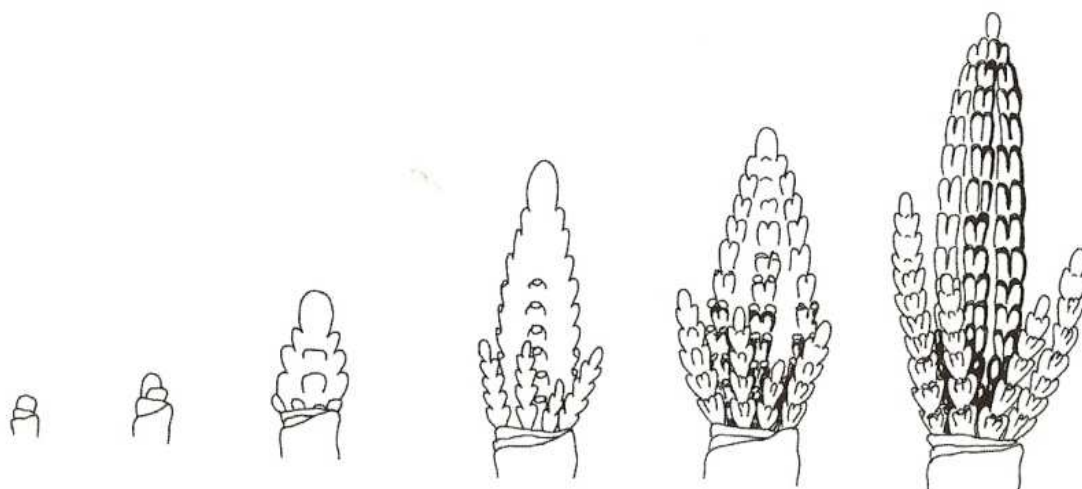
Zdroj: HÄNI, F. ET AL. (1993): *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin (Příručka ochrany rostlin v integrované produkci)*.

**Obr. č. 3 Stručná charakteristika růstových fází kukuřice - DC.**

| Kód DC | Popis                              | Kód DC | Popis                                 |
|--------|------------------------------------|--------|---------------------------------------|
| 0      | klíčení                            | 51     | začátek metání lat                    |
| 5      | objevení primárního kořínku        | 53     | objevení se vrcholu laty              |
| 7      | objevení koleoptile                | 55     | lata vysunutá z obalových listenů     |
| 9      | délka koleoptile 2,5 cm            | 59     | konec metání – lata plně vyvinutá     |
| 10     | vzcházení                          | 60     | kvetení lat                           |
| 11     | koleoptile proniká nad povrch půdy | 61     | začátek prášení ve střední části laty |
| 15     | první zárodečný list vytvořen      | 65     | plné prášení všech prašníků           |
| 19     | druhý list rozvinut                | 70     | kvetení blizen                        |
| 20     | růst listů                         | 73     | objevení se špiček blizen             |
| 23     | plné rozvinutí 5. listu            | 75     | nitky blizen venku z klasu            |
| 25     | rozvinutí 7. listu                 | 79     | blizny zaschlé                        |
| 27     | 12. a další listy rozvinuty        | 80     | zralost                               |
| 30     | prodlužovací růst                  | 82     | mléčná zralost                        |
| 32     | vytvoření 1. kolénka               | 84     | vosková zralost                       |
| 35     | 3. kolénko                         | 85     | fyziologická zralost                  |
| 36     | 4. kolénko                         | 87     | sklízňová zralost                     |
| 50     | metání                             | 89     | konečná fáze – sláma suchá            |

Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

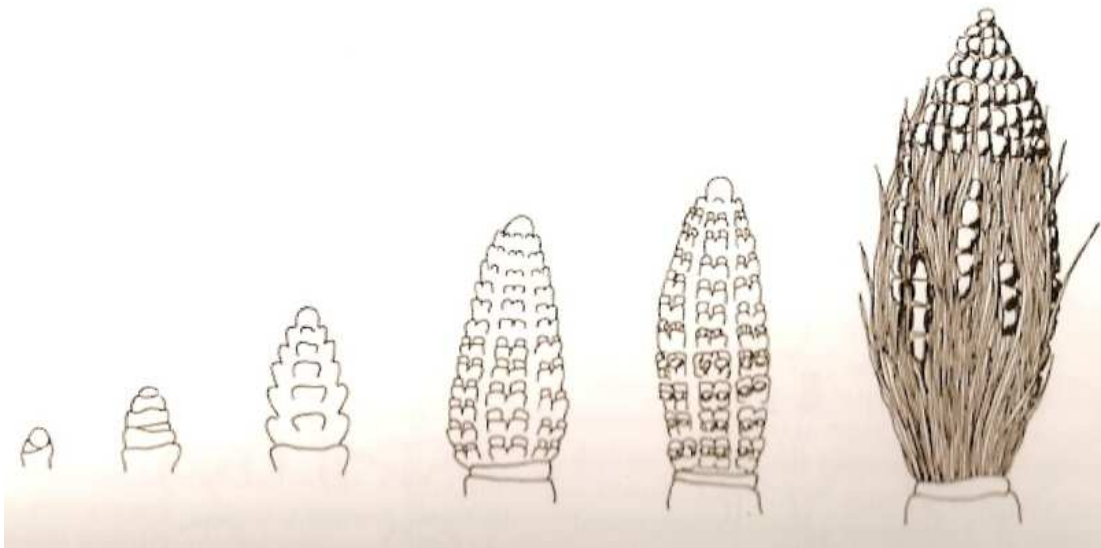
**Obr. č. 4 Vzrostlý vrchol - samčí květenství (podle Kupermanové)**



Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

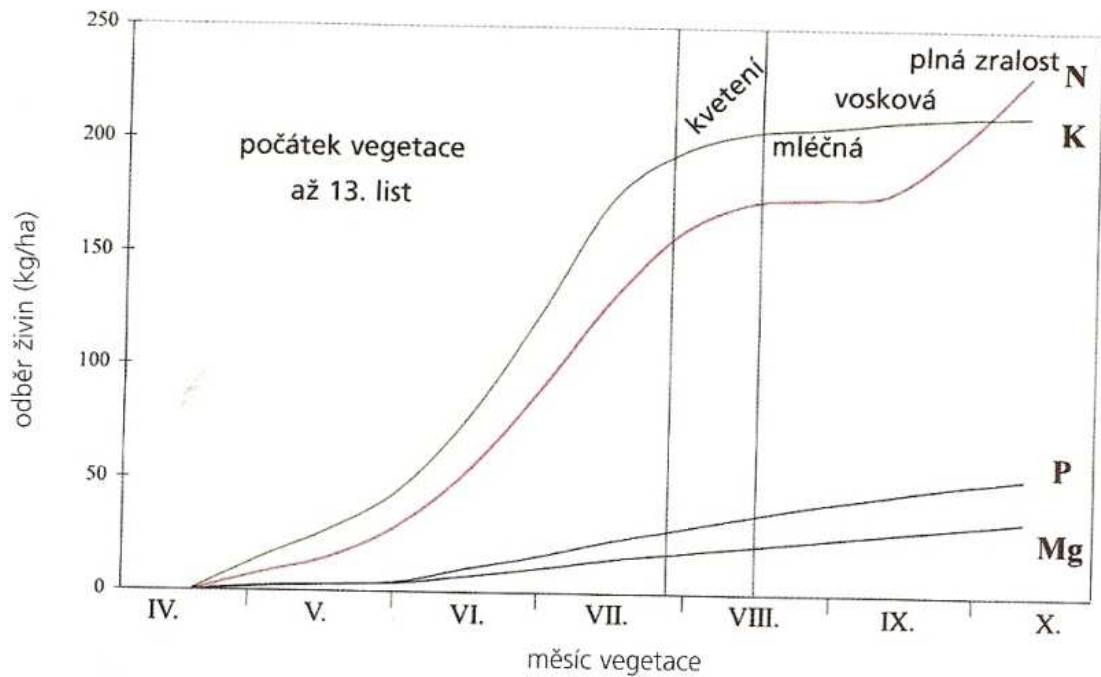


**Obr. č. 5 Vzrostlý vrchol - samčí květenství (podle Kupermanové)**



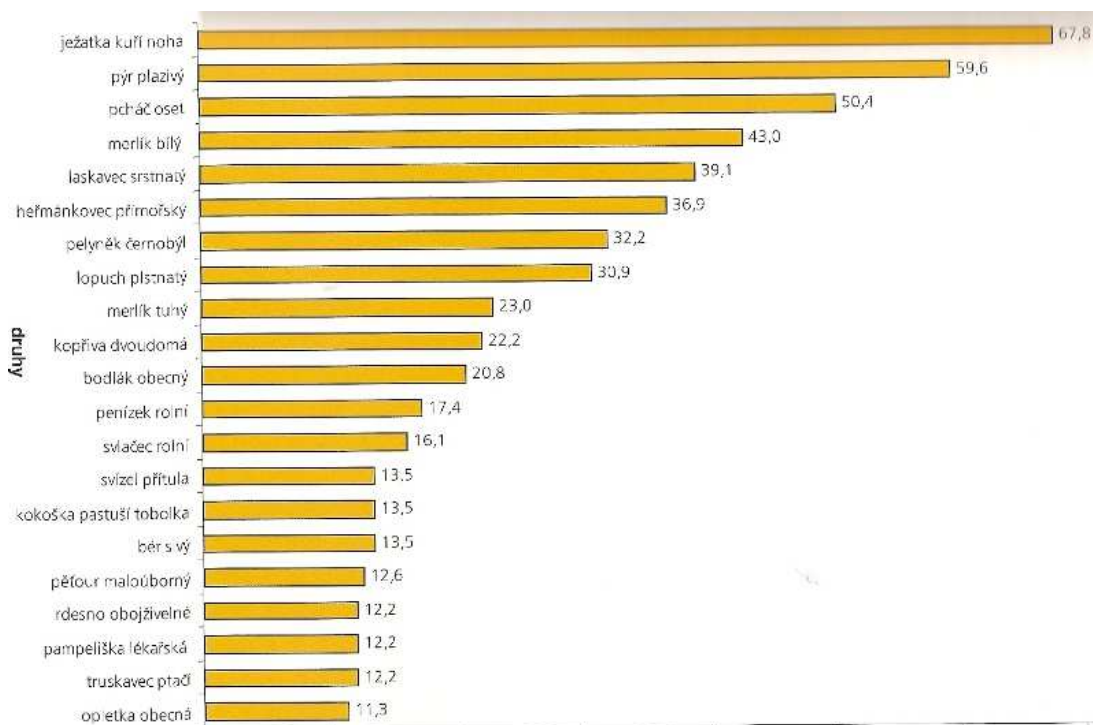
Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

**Graf č. 1. Dynamika odběru živin kukuřicí při výnosu šest až sedm tun zrna z hektaru (Jung et al., 1975)**



Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

**Obr. č. 6 Frekvence výskytu jednotlivých druhů plevelů v kukuřici (%)**



Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

**Obr. č. 7 Přehled tzv. kritických období pro vznik největších škod na nejvýznamnějších zemědělských plodinách**



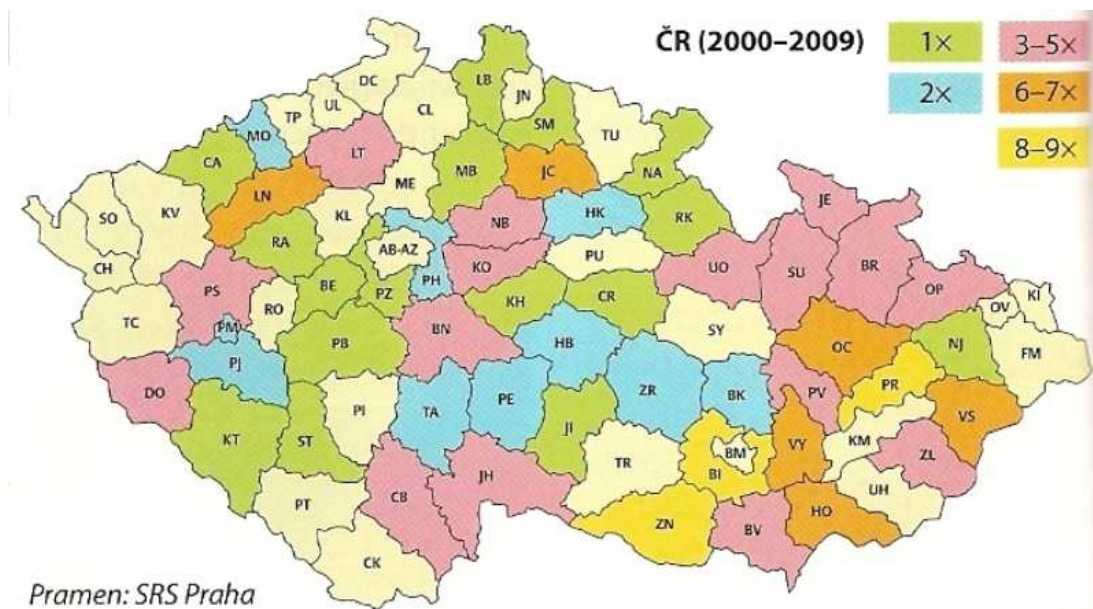
Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

**Obr. č. 8 Chronologický přehled sledovaných škodlivých organismů**

| Škodlivý organismus                                 | Období hodnocení (fáze podle stupnice DC)  |
|---|--|
| Mšice   | po celou dobu vegetace   |
| Vadnutí kukuřice                                    | po celou dobu vegetace   |
| Bázlivec kukuřičný                                  | od fáze 11 (1. list vyvinutý)  |
| Škůdci vzcházejících rostlin                        | od fáze 11 (1. list vyvinutý)  |
| Bzunka ječná  | fáze 10 – 19 (1. list vystupuje z koleoptile až 9 a více listů vyvinuto)                         |
| Hniloba stébla kukuřice                             | fáze 39 (9 a více kolének patrných)  |
| Třásněnky   | fáze 59 (konec metání, dolní větve laty plně rozvinuté)  |
| Komplex virových onemocnění                         | fáze 65 – 75 (samčí květenství: květ ukončen, vlákna blizen začínají zasychat až mléčná zralost) |
| Okrouhlá (gloriolová) skvrnitost kukuřice           | fáze 71 (počátek tvorby zrna, zrna jsou zjistitelná, obsah vodnatý: asi 16 % sušiny)             |
| Sviluška chmelová                                   | od fáze 71 (počátek tvorby zrna)   |
| Sněť kukuřice                                       | fáze 75 (mléčná zralost)   |
| Rez kukuřice  | fáze 79 (je dosaženo druhově a odrůdově specifické velikosti zrna)                               |
| Spála listů kukuřice                                | fáze 83 (časná vosková zralost)  |
| Komplex virových onemocnění                         | fáze 85 – 89 (vosková – silážní – zralost až plná zralost)                                       |
| Bázlivec kukuřičný                                  | fáze 89 (plná zralost)   |
| Černopáska bavlníková                               | fáze 89 (plná zralost)   |
| Lámavost stébla                                     | fáze 89 (plná zralost)   |
| Mykózy palic v souvislosti s napadením palic škůdci | fáze 89 (plná zralost)   |
| Zavíječ kukuřičný                                   | fáze 89 (plná zralost)   |

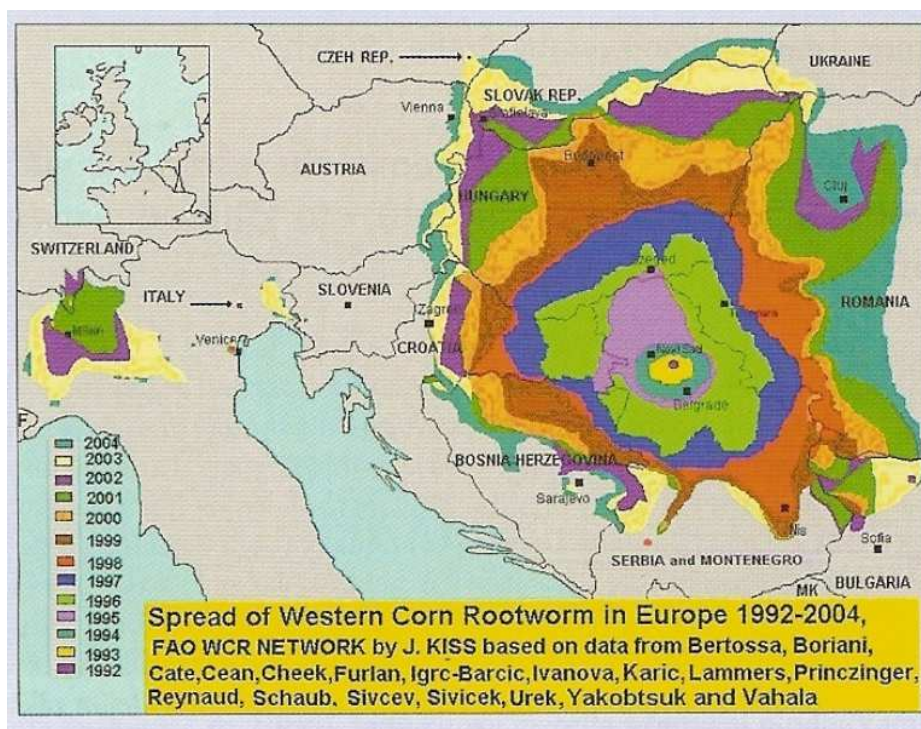
Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

**Obr. č. 9 Hospodářský význam výskytu zavíječe kukuřičného v kukuřici seté**



Zdroj: ZIMOLKA, J. ET AL. (2008): Kukuřice hlavní a alternativní užitkové směry.

**Obr. č. 10 Šíření bázlivce kukuřičného v Evropě v letech 1992 - 2004**



Zdroj: GALL, J. (2006). Opatření proti šíření bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera* Le Conte) na území ČR. Agro, 1.

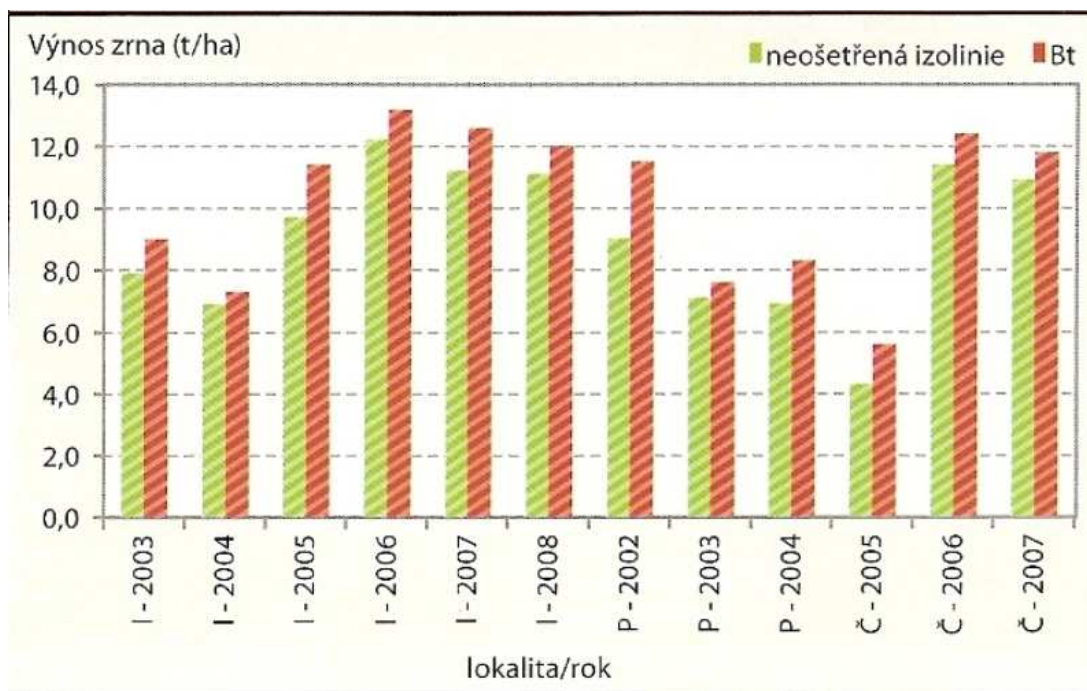
**Obr. č. 11 Početnost dospělců bázlivce kukuřičného na vybraných lokalitách jižní Moravy**

| Lokalita         | Počet dospělců bázlivce kukuřičného na feromonovém lapáku |       |        |        |        |       |       |        |        |       |        |
|------------------|---|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
|                  | 28. 6.  | 4. 7. | 12. 7. | 18. 7. | 26. 7. | 2. 8. | 8. 8. | 16. 8. | 27. 8. | 5. 9. | Celkem |
| Žabčice          | 0   | 0     | 23     | 36     | 460    | 232   | 70    | 26     | 102    | 150   | 1099   |
| Dolní Dunajovice | 3   | 248   | 294    | 239    | 398    | 233   | 100   | *      | 295    | 346   | 2156   |
| Bratčice         | 0   | 80    | 392    | 378    | 595    | 7     | 101   | 267    | 232    | *     | 2052   |
| Troubsko         | 0   | 1     | 13     | 5      | 72     | 215   | 84    | 25     | 34     | 10    | 459    |
| Brno - Medlány   | 0   | 0     | 4      | 7      | 47     | 102   | 142   | 57     | 35     | 9     | 403    |
| Lesní Hluboké    | 0   | 1     | 11     | 0      | 2      | 40    | 10    | 4      | 6      | 1     | 75     |
| Uherčice         | *   | *     | 62     | 14     | 189    | 316   | 117   | 316    | *      | *     | 1014   |

Pozn.: \* údaje nejsou k dispozici

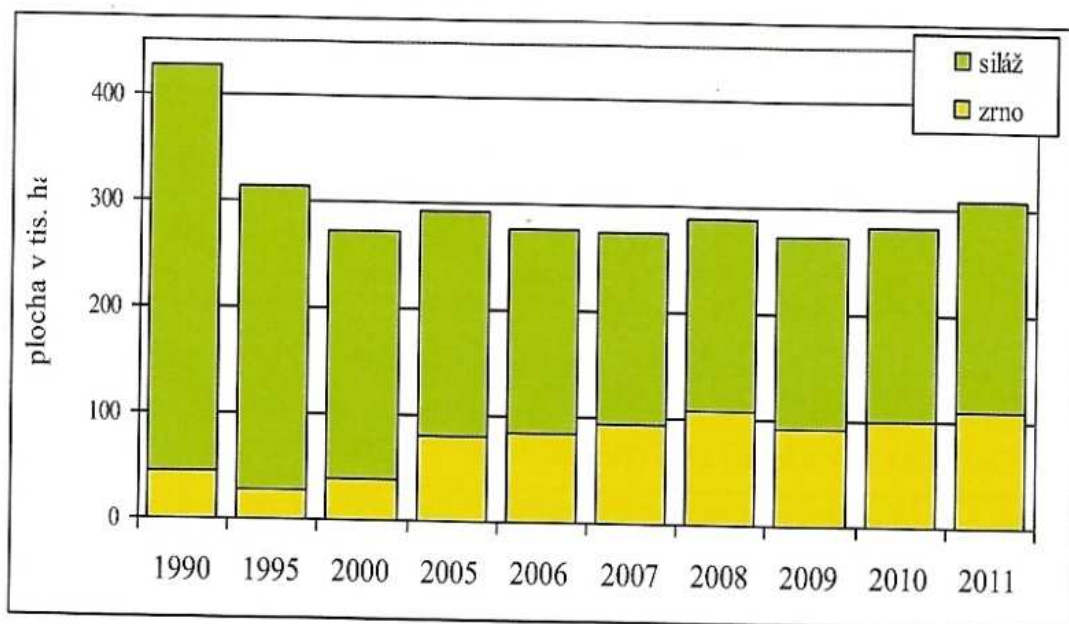
Zdroj: KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J. (2012). Zavěječ kukuřičný - Významný hmyzí škůdce kukuřičných polí. Agromanuál, 6.

**Graf č. 2. Výnos zrna Bt kukuřice (t/ha) ve srovnání s neošetřenou izolíní**



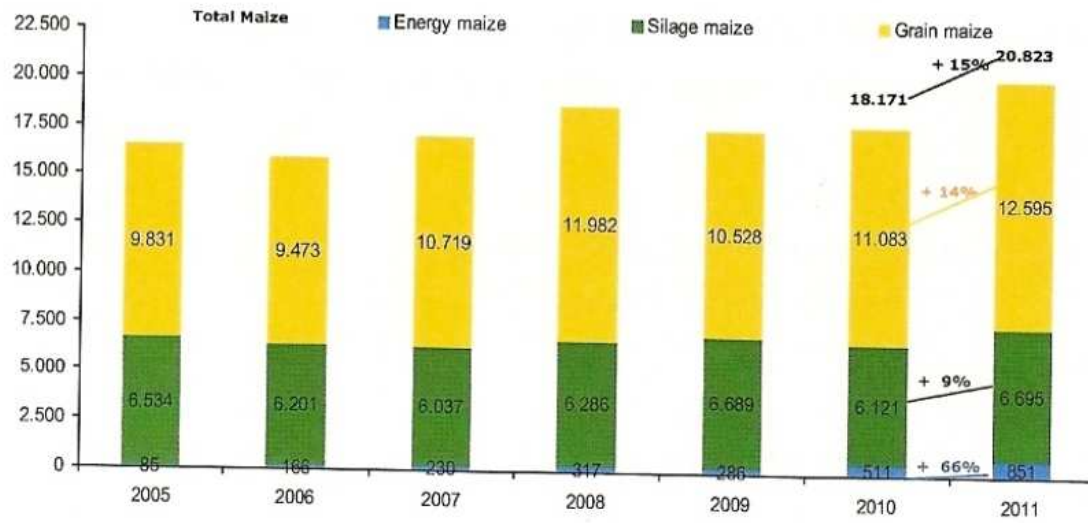
Zdroj: KOCOUREK<sup>3</sup>, F. (2013). Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy (13) - Rozhodování o provedení ochranných opatření - stanovení ekonomické hladiny škodlivosti pro zavíječe kukuřičného na kukuřici. Agromanuál, 6.

**Graf č. 3. Plocha kukuřice v ČR 1990 - 2011**



Zdroj: PROKEŠ, K., KAČICOVÁ, L. (2012): Kukuřice - perspektiva českého zemědělství.

**Graf č. 4. Vývoj pěstitelských ploch kukuřice v celé Evropě v letech 2005 - 2011**



Zdroj: PROKEŠ, K., KAČICOVÁ, L. (2012): Kukuřice - perspektiva českého zemědělství.