



CERTIFIKOVANÁ METODIKA PRO PRAXI

# Integrovaná regulace plevelů v obilninách

**Smutný, V., Winkler, J., Klem, K.**



MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

# **Integrovaná regulace plevelů v obilninách**

CERTIFIKOVANÁ METODIKA PRO PRAXI

VLADIMÍR SMUTNÝ, JAN WINKLER, KAREL KLEM

2018

### **Integrovaná regulace plevelů v obilninách**

Certifikovaná metodika sumarizuje poznatky o vlivu různých nepřímých (preventivních) agrotechnických opatření (osevní postupy, zpracování půdy, hnojení organickými hnojivy a management slámy) na plevele (potenciální a aktuální zaplevelení), a to jak z pohledu kvalitativního (druhovému složení), tak i kvantitativního (intenzita výskytu). Dále je pozornost věnována racionalizaci chemické regulace plevelů (použití herbicidů). Jsou popsány principy rozhodovacích pravidel založených na stanovení prahů škodlivosti, optimálního termínu ochrany a optimalizaci dávek herbicidů. Těmito postupy lze snížit spotřebu používaných herbicidů v obilninách, což přináší úspory nejen v oblasti ekonomické, ale také snížení zatížení životního prostředí v důsledku používání herbicidů.

### **Integrated weed management in cereals**

Certified methodology summarized knowledge about the impact of different non-direct (preventive) agronomic measures (crop rotations, soil tillage, fertilization using organic fertilizers and straw management) on weeds (weed seedbank and actual weed infestation), from qualitative (weed species composition) and quantitative (intensity occurrence) point of view). There is also particular focus on rationalization of chemical methods of weed management (herbicide application). Principles of decision-making rules based on establishment of economic thresholds, optimal timing of application and optimization of herbicide doses. There is a potential for decrease of applied herbicides in cereals using of this approach, which brings not only considerable economic savings, but also reduction of negative environmental effect caused by herbicide use.

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QJ1530373 s názvem „Integrovaná ochrana obilnin proti patogenům, plevelům a škůdcům pro udržitelné produkce potravin, krmiv a surovin“.

#### **Autorský kolektiv:**

doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Jan Winkler, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Karel Klem, Ph.D., Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.

#### **Oponenti:**

Prof. Ing. Josef Soukup, CSc. – Česká zemědělská univerzita v Praze

Mgr. Martina Sojneková – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Metodiku schválil Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský na základě osvědčení UKZUZ 165280/2018

**© Mendelova univerzita v Brně, 2018**

**ISBN 978-80-7509-628-9**

## OBSAH

Obsah .....	3
I. Cíl metodiky.....	4
II. Vlastní popis metodiky .....	5
1. Úvod .....	5
2. Regulace plevelů .....	5
2.1. Preventivní opatření – vliv agrotechnických faktorů na plevele .....	6
2.1.1. Vliv plodiny a střídání plodin.....	6
2.1.2. Vliv hnojení organickými hnojivy a hospodaření se slámou .....	9
2.1.3. Vliv zpracování půdy .....	13
3. Přímé plevelohubné zásahy .....	16
3.1. Mechanické způsoby regulace.....	16
3.2. Chemická regulace .....	17
3.2.1. Rozhodovací pravidla v integrované regulaci plevelů .....	17
3.2.2. Stanovení intenzity zaplevelení .....	18
3.2.3. Prahy škodlivosti .....	20
3.2.4. Přizpůsobení/optimalizace dávek herbicidů .....	22
3.2.5. Stanovení optimálního termínu ochrany .....	25
3.2.6. Rozhodovací pravidla a populační dynamika plevelů .....	28
3.2.7. Kritéria po výběr herbicidů .....	30
3.3. Použití herbicidů v ozimé pšenici.....	30
3.4. Použití herbicidů v jarním ječmeni .....	31
3.5. Použití herbicidů v kukuřici .....	32
III. Srovnání novosti postupů.....	34
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky .....	35
V. Ekonomické aspekty.....	36
VI. Seznam použité literatury .....	37
VII. Seznam publikací, které předcházely metodice .....	39
Poznámky .....	41

## I. CÍL METODIKY

Cílem této metodiky je poskytnout zemědělské praxi metodický návod pro integrovanou regulaci plevelů v obilninách, který je založený na principu cíleného zdůvodněného použití regulačních opatření na základě monitoringu výskytu plevelů a posouzení jejich škodlivosti na konkrétním pozemku. Regulace plevelů je velmi pevně provázána s agrotechnickými opatřeními, které vedou jednak k vyšší konkurenční schopnosti plodiny a jednak k omezení vzcházení a konkurence plevelů. Součástí integrované regulace musí být nejenom volba nejúčinnější kombinace opatření, ale také jejich načasování tak, aby byla omezena délka konkurenčního působení plevelů. Metodika si klade za cíl omezit dnes většinou paušálně používané ošetření herbicidy pouze na základě znalostí druhového spektra plevelů, ale s využitím rozhodovacích pravidel, které usnadní rozhodování z pohledu ekonomické opodstatněnosti zásahu, jeho optimalizace a správného načasování. Právě podpora rozhodování týkající se optimálního termínu ochrany je dosud velmi opomíjená, a to i přesto, že jsou velmi časté ošetření prováděné v nevhodném (ať již příliš časném nebo naopak příliš pozdním) termínu z pohledu vlivu na výnos i účinnost chemické ochrany.

## II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

### 1. Úvod

Plevelná společenstva doprovázejí kulturní rostliny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematictější škodlivé činitele, na jejichž regulaci bylo vždy vynakládáno obrovské množství úsilí a energie. Plevelé jsou součástí agroekosystému, v němž dochází ke konkurenčním vztahům s pěstovanými plodinami o vegetační faktory na stanovišti. Výskyt polních plevelů, jimž vyhovují podmínky osluněných stanovišť s poměrně nakypřenou půdou, je úzce spjatý s počátky hospodaření na půdě. I v dalších obdobích byly změny plevelných společenstev ovlivňovány historickým vývojem zemědělských systémů. Ne jinak tomu je i dnes, kdy intenzita zaplevelení a druhové spektrum plevelů jsou úzce spojeny se současnými systémy hospodaření na orné půdě.

Současný stav českého zemědělství je spjatý se změnami po roce 1989, kdy vedle politických změn byla zahájena restrukturalizace zemědělství. Od přistoupení ČR k EU dochází s postupnou integrací do Společné zemědělské politiky k dalšímu prohlubování strukturální nerovnováhy českého zemědělství. Nízký počet pěstovaných plodin, pokles stavu hospodářských zvířat, pokles intenzity hnojení, změny v technologiích zpracování půdy a vliv legislativy EU, to jsou hlavní aspekty, které ovlivnily vývoj plevelných společenstev v poslední době. Výsledkem je zúžené spektrum plevelů s častým výskytem dominantního druhu. V důsledku intenzivního používání herbicidů, které jsou dnes stěžejním (často i jediným) přímým plevelohubným opatřením, byl zaznamenán častější výskyt rezistentních populací.

Směrnice evropského parlamentu a rady 2009/128/ES definuje rámec pro zajištění udržitelného používání pesticidů. Klade značný důraz na uplatňování metod integrované ochrany rostlin, tj. na pečlivé zvažování veškerých dostupných metod ochrany rostlin a následnou integraci vhodných opatření, potlačujících rozvoj populací škodlivých organismů a udržujících používání přípravků na ochranu rostlin a jiných forem zásahů na úrovních, které lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit a které snižují či minimalizují rizika pro lidské zdraví nebo životní prostředí.

### 2. Regulace plevelů

Komplex opatření proti plevelům zahrnuje diagnózu, prognózu a regulaci (Hron, 1969). Diagnóza zaplevelení je základním předpokladem řešení problému polních plevelů a zahrnuje určení druhu u všech forem a růstových fází plevelných rostlin (semena a plody, orgány vegetativního rozmnožování, rostliny ve všech růstových fázích). Současně musí být stanovena intenzita výskytu těchto druhů. Stejně důležitá je správná prognóza vývoje zaplevelení. Vychází se ze znalosti biologie a škodlivosti jednotlivých druhů. Využívají se výsledky evidence zaplevelení porostů a půdy. Cílem prognózy je stanovení předpokládané škodlivosti a ekonomické významnosti zjištěného zaplevelení. Na základě

těchto poznatků je možné zvolit postup komplexního hubení plevelů, který v současnosti, označujeme pojmem regulace.

Pojem regulace plevelů odpovídá hlavní zásadě integrované ochrany rostlin, jejímž cílem je snížit výskyt škodlivých organismů pod hranici ekonomické významnosti, při využití ekologicky a ekonomicky optimálních, přímých i nepřímých, postupů. Cílem tedy není plevelné druhy vyhubit, ale regulovat jejich výskyt tak, aby klesl pod práh škodlivosti.

Regulace polních plevelů je systém vzájemně souvisejících opatření, která řeší odplevelování porostů a půdy a zabraňují novému zaplevelení. Zahrnuje prevenci a přímé plevelohubné zásahy. Účelem prevence je zabránit šíření rozmnožovacích orgánů plevelů na dosud nezaplevelená stanoviště a zabránit vzniku takových agroekologických podmínek, jež by byly výhodné pro plevele a nevýhodné pro plodiny. Přímými plevelohubnými zásahy jsou ničení jedinci populací plevelů, tj. semena a plody, orgány vegetativního rozmnožování a rostliny v různých fázích aktivního růstu a vývoje.

## **2.1. Preventivní opatření – vliv agrotechnických faktorů na plevele**

Cílem první skupiny faktorů, které patří do preventivních opatření, je eliminace zdrojů zaplevelení a zamezení šíření plevelů na dosud nezaplevelená stanoviště. Patří sem především problematika čistoty osiva a statkových hnojiv z pohledu potenciálních zdrojů semen plevelů.

Druhá skupina preventivních opatření má za cíl vytvořit vhodné agroekologické podmínky pro růst pěstované plodiny, a tím konkurenčně oslabit škodlivost plevelů. Sem patří především význam osevních postupů (plodiny a střídání plodin) a zpracování půdy. Výsledky jejich působení dokumentuje řada různě koncipovaných výzkumných prací. Výše uvedené faktory jsou často hodnoceny při použití herbicidů, které jsou jednou z přímých metod regulace plevelů. Faktory často působí ve vzájemné interakci.

### **2.1.1. Vliv plodiny a střídání plodin**

Ze všech podmínek, kterými je plevelná vegetace ovlivňována, má největší význam pěstovaná plodina. Působí zde její morfologické vlastnosti, hustota porostu, způsob pěstování aj. Vztah určité plodiny a plevelů je krátkodobý, zpravidla jednoletý až dvouletý. Pěstovaná plodina velmi významně ovlivňuje kvalitu i kvantitu akutního zaplevelení. Rychlost vývoje, habitus plodin, hustota porostu, způsob pěstování atd. umožňují vzejít určité skupiny plevelů z půdní zásoby a jejich vývin. Důležité je pak střídání rozdílných plodin v osevním postupu, aby nevhodné opakované pěstování plodin podobných vlastností nezpůsobilo nepříznivé změny v zaplevelení.

K největším změnám plevelných populací dochází, jestliže je osevní postup silně zjednodušen a převažuje podíl jedné plodiny nebo jedné skupiny plodin, popřípadě se jedná o monokulturu. Při zvýšeném podílu obilnin v osevním postupu vzrůstá výskyt lipnicovitých plevelů, zejména chundelka metlice a oves hluchý, z dvouděložných plevelů jsou



podporovány rozrazil, violky, heřmánky, hluchavky, svízel přítula a další. Zaplevelení "heřmánkovitými pleveli" je také podporováno vysokými podíly ozimé řepky (Kohout, 1997).

Údaje, které publikoval Chancellor (1979), dokazují, že úzké spektrum pěstovaných plodin vede k dominanci některého druhu. Pestrý osevní postup je základem setrvalého zemědělství s pozitivním vlivem na plevele. Také podle Frouda-Williamse (1988) osevní postupy redukují intenzitu zaplevelení a obvykle zvyšují výnos pěstovaných plodin. Snižují především výskyt dominantních a odolných plevelů, omezují jejich reprodukci a tím zásobu semen v půdě. Osevní postup s biologicky vyváženou skladbou plodin dokáže udržet vyrovnaný poměr mezi ozimými a jarními plevely i mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy.

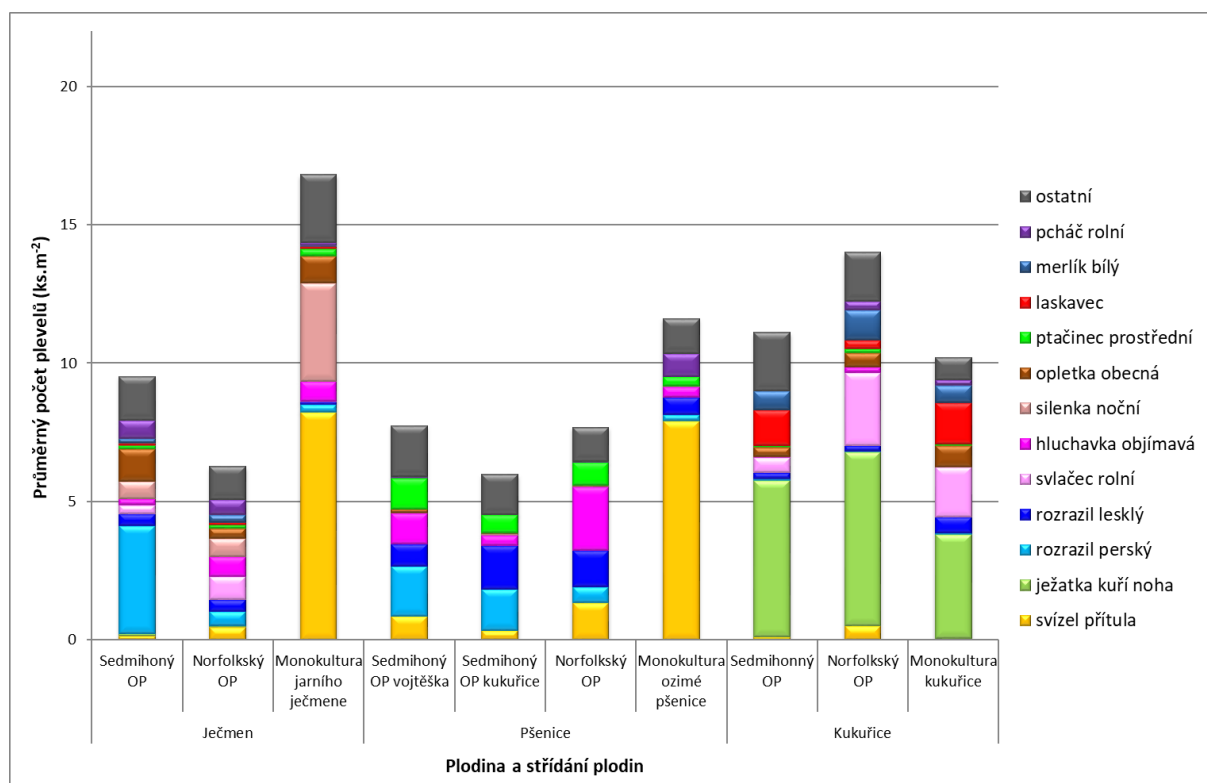
V rámci řešení výzkumného projektu QJ1530373 byl vyhodnocen vliv různých variant osevních postupů na změny druhového spektra plevelů na Polní pokusné stanici v Žabčicích.

Variety střídání plodin:

- **Monokultura jarního ječmene:** ječmen je zde pěstován v monokultuře, pokus byl založen v roce 1970.
- **Monokultura ozimé pšenice:** pšenice je zde pěstována v monokultuře, pokus byl založen v roce 2002.
- **Monokultura kukuřice:** kukuřice je zde pěstována v monokultuře, pokus byl založen v roce 2002.
- **Norfolkský osevní postup:** jedná se o střídání plodin odpovídající Norfolkskému osevnímu postupu. Sled plodin je následující - vojtěška, **ozimá pšenice, kukuřice na zrno a jarní ječmen**. Jedná se o osevní postup s 50% zastoupením obilnin.
- **Sedmihonný osevní postup:** Tento osevní postup reprezentuje střídání plodin s širší skladbou plodin a se zastoupením pícnin. Sled plodin je následující - vojtěška setá (první užitkový rok), vojtěška setá (druhý užitkový rok), **ozimá pšenice, kukuřice na siláž, ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen**. Ozimá pšenice je zde pěstována po dvou předplodinách.

V průběhu čtyřletého sledování bylo nalezeno celkem 57 druhů plevelů. Zaplevelení obilnin vybranými druhy plevelů je znázorněno v Grafu 1.

Graf 1: Zaplevelení obilnin v různých variantách střídání plodin



Porosty **jarního ječmene** pěstovaného v **Norfolkském osevním postupu** byly zapleveleny především druhy ze skupiny přezimujících plevelů (rozrazil lesklý, hluchavka objímavá, svízel přítula), a také ze skupiny časně jarních druhů plevelů (silenka noční, opletka obecná). Z vytrvalých druhů plevelů se zde vyskytovaly druhy pcháč rolní a pýr plazivý. Nejnižší zaplevelení za celé období pozorování bylo zjištěno v porostech jarního ječmene pěstovaného v **Norfolkském osevním postupu**. O něco vyšší zaplevelení bylo pozorováno v **sedmihonném osevním postupu** a nejvyšší zaplevelení bylo zjištěno na dlouhodobé **monokultuře jarního ječmene**. Ječmen pěstovaný v **sedmihonném osevním postupu** byl více zaplevelen druhy ze skupiny přezimujících plevelů (rozrazil lesklý). Nižší zastoupení zde měli zástupci skupiny časně jarních druhů (opletka obecná) a vytrvalých druhů (svlačec rolní). Zajímavé bylo zaplevelení **monokultury jarního ječmene**. Ve srovnání s předchozími variantami bylo velmi vysoké, ale tvořené převážně dvěma druhy. Na variantě s tradičním zpracováním půdy dominovala silenka noční a na variantě s minimalizačním zpracováním půdy to byl svízel přítula. Opakované pěstování ječmene tedy vede k zajímavému fenoménu, kdy se v druhovém spektru plevelů začne prosazovat jeden druh, který se stane dominantním plevellem.

**Ozimá pšenice** pěstována **po vojtěšce v rámci sedmihonného osevního postupu** byla zaplevelena především druhy ze skupiny přezimujících plevelů a druhů s poléhavými lodyhami (rozrazil lesklý, rozrazil perský, ptačinec prostřední, hluchavka objímavá). Tyto druhy představují pro pšenici významnější konkurenci, převážně na začátku vegetace do zapojení porostu nebo po přezimování, kdy může být porost pšenice oslaben. V této době mohou tyto druhy vytvářet nízké, ale souvislé porosty a omezovat pšenici při odnožování.

Vojtěška zanechává půdu v dobrém stavu, obohacuje půdu o dusík, a tím vytváří pro pšenici velmi dobré podmínky a posiluje tím její konkurenční schopnost. Nevýhodou je náročnost vojtěšky na vodu a právě v suchých letech se může nedostatek vody projevit i na stavu porostu pšenice. Následkem bývá nerovnoměrné vzcházení a špatné zapojování porostu, to je velká příležitost pro uvedené druhy plevelů, které se takto mohou prosadit. Porosty pšenice pěstovány po **kukuřici v rámci sedmihonného osevního postupu** byly nejméně zaplevelené. Opět je zde převaha druhů ze skupiny přezimujících plevelů a druhů s poléhavými lodyhami (rozrazil perský, rozrazil lesklý, ptačinec prostřední, hluchavka objímavá), ale také zde byla výrazněji zastoupena kokoška pastuší tobolka. V porostech kukuřice se udržuje díky účinné chemické regulaci nízké zaplevelení, to se projevuje i v nižším zaplevelení následné plodiny pšenice. Ozimá pšenice pěstovaná v **Norfolkském osevním postupu** po jeteli měla úroveň zaplevelení srovnatelnou s variantou, kdy je pšenice pěstována po vojtěšce v sedmihonném osevním postupu. Zvýšil se zde podíl jedinců svízele přítuly, který patří k druhům s nejvyšší konkurenční schopností v porostech obilnin. Dominantními druhy při pěstování pšenice v **monokultuře** byly druhy ze skupiny přezimujících (svízel přítula), ale také se zde výrazněji uplatňují vytrvalé druhy (pcháč rolní). To jsou druhy relativně obtížně regulovatelné s vysokou konkurenční schopností.

Střídání plodin ovlivňuje také zaplevelení **kukuřice**. Druhy plevelů vyskytující se především v **monokultuře** kukuřice jsou laskavec, durman obecný, kakost maličký, proso seté rumištní a lipnice roční. Jedná se převážně o druhy, které v současné době rozšiřují svůj areál výskytu, a jejich škodlivost roste. V porostech pěstovaných v osevních postupech (Norfolkský a sedmihonný osevní postup) se vyskytovaly především ježatka kuří noha, pryšec kolovratec, svízel přítula, blín černý, merlík bílý a další. V **monokultuře** kukuřice bylo zaznamenáno nejnižší zaplevelení, ale výrazně zde byly zastoupeny druhy, které expandují. Dá se tedy očekávat, že na této variantě dojde k výrazné změně druhového spektra a zaplevelení se bude zvyšovat.

Na základě našich výsledků je zřejmé, že omezené střídání plodin (monokultura) nebo vysoký podíl obilnin ve struktuře pěstovaných plodin, mění druhové spektrum plevelů. Dodržování zásad střídání plodin je jedním z pilířů zachování a udržení půdní úrodnosti, ale také regulace zaplevelení.

### **2.1.2. Vliv hnojení organickými hnojivy a hospodaření se slámou**

Chlévský hnůj je důležitým statkovým hnojivem s pozitivním efektem na bilanci organické hmoty v půdě. Využívá se především k okopaninám, jako je cukrovka, případně brambory a dále také zelenina, kukuřice, některé olejninu (např. slunečnice a mák).

V pokusech založených na Polní pokusné stanici v Ivanovicích na Hané byl sledován vliv tří variant střídání plodin s odlišnou koncentrací jarního ječmene a cukrovky:

- I. **jarní ječmen (25 %)**, jetelovina (25 %), ozimá pšenice (25 %), **cukrovka (25 %)**, jednalo se o osevní postup Norfolkského typu.

II. **jarní ječmen (37,5 %)**, jetelovina (12,5 %), ozimá pšenice (25 %), **cukrovka (25 %)**.

III. **jarní ječmen (62,5 %)**, **cukrovka (37,5 %)**.

Dalším sledovaným pěstitelským opatřením bylo také **hnojení chlévským hnojem**. Všechny varianty střídání plodin měly dvě dlouhodobé varianty hnojení hnojem, které byly uplatňovány od založení polního pokusu:

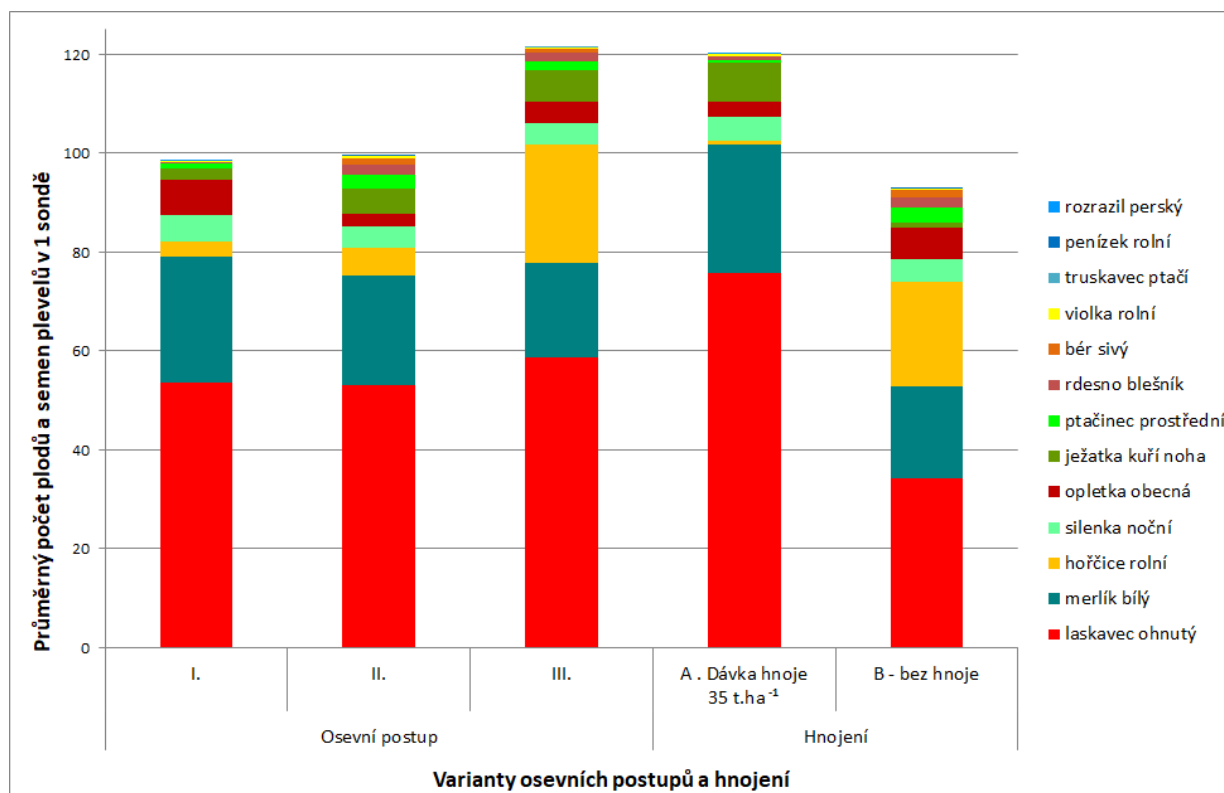
A. **dávka 35 t.ha<sup>-1</sup> chlévského hnoje** byla aplikovaná na podzim pro **cukrovku** v rámci všech osevních postupů (I, II, III).

B. k žádné z plodin **nebyl aplikován hnůj** po celou dobu trvání pokusu.

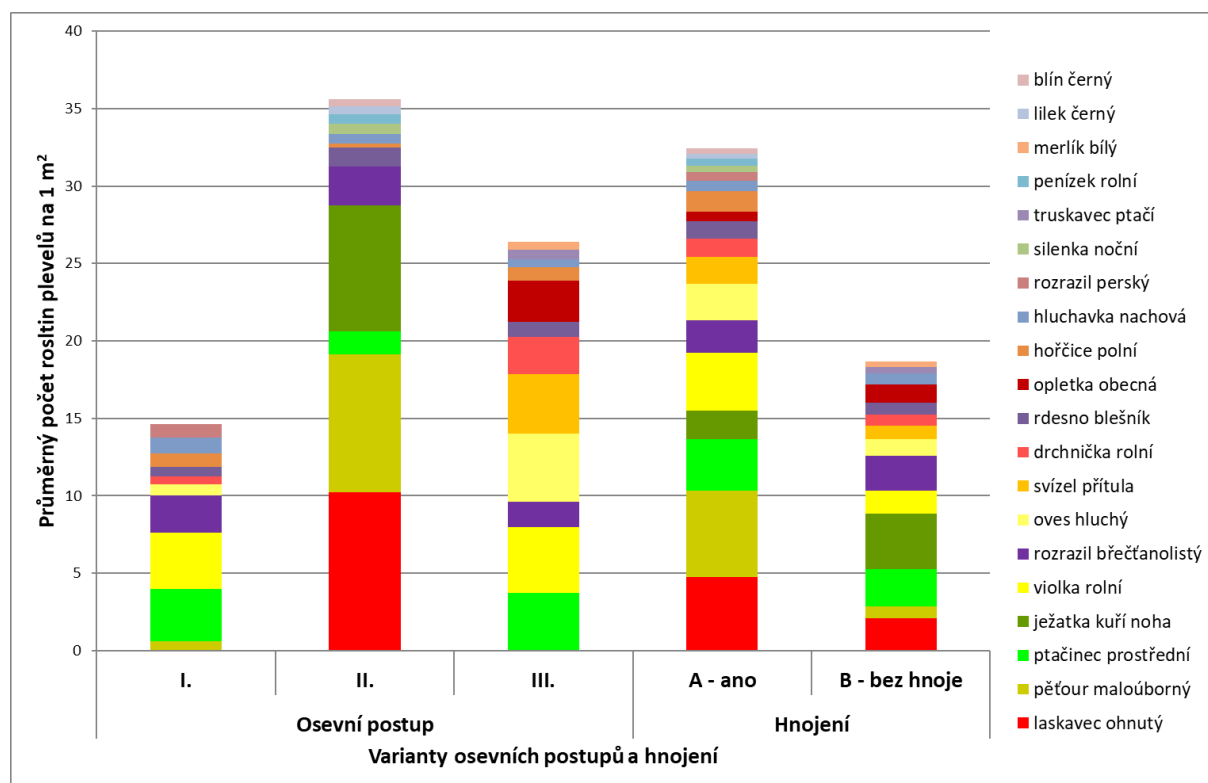
Potenciální zaplevelení bylo stanoveno ze směsných půdních vzorků. Dílčí odběry půdy byly odebrány půdní sondou do hloubky 0,3 m, vždy ze 4 míst a následně byl jejich smícháním vytvořen směsný vzorek. Následně byly půdní vzorky vysušeny, následovalo jejich rozplavení, kdy byla odstraněna část minerálního podílu. Rozplavené vzorky byly ručně separovány, kdy byly odděleny plody a semena plevelů od zbývajících minerálního podílu a zbytků rostlin. Následně proběhla identifikace plodů a semen a jejich počítání. Aktuální zaplevelení bylo stanoveno pomocí početní metody.

Půdní semenná banka (potenciální zaplevelení) je reprezentována plody a semeny plevelů. Po analýze půdních vzorků byla identifikována semena 13 druhů rostlin. Průměrný počet semen plevelů v půdním vzorku je uveden v Grafu 2 a průměrný počet rostlin plevelů je uveden v Grafu 3.

*Graf 2: Půdní semenná banka na variantách s odlišným střídáním plodin a hnojením*



Graf 3: Aktuální zaplevelení následných plodin pěstovaných po cukrovce



Dlouhodobé hnojení chlévským hnojem zvyšuje potenciální i aktuální zaplevelení. V půdní zásobě semen se zvyšuje především podíl pozdně jarních druhů, jako jsou laskavec, merlík bílý a ježatka kuří noha. Reakce aktuálního zaplevelení na hnojení hnojem je odlišná podle druhů a významně ovlivňuje zaplevelení následně pěstovaných obilnin. Na hnojených pozemcích se objevují druhy zavlečené hnojem na pozemek (blín černý, lilek černý a pěťour maloloubový). Z tohoto důvodu je důležité především omezit zdroj semen ve slámě, která je využívána jako podestýlka a také mechanicky likvidovat vzešlé plevele na hnojišti v době před jejich vysemeněním.

Hnojení hnojem má nezastupitelnou roli při pěstování některých plodin. Pozitivní reakce na jeho aplikaci se projevuje nejen na výnosu plodiny, ale také na stavu půdy. Na druhou stranu to přináší určité riziko zvýšeného zaplevelení, proto je potřeba na hnojených pozemcích upravit mechanickou a chemickou regulaci plevelů. U plodin hnojených hnojem a u následně pěstovaných (jarní obilniny) se může projevit zvýšené zaplevelení některými druhy plevelů. Chlévským hnojem jsou na pozemky přinášeny především pozdně jarní a nitrofilní druhy jako je např. merlík bílý. Právě tento druh se stále častěji vyskytuje v porostech jarního ječmene a to díky přibližování termínu setí ječmene a období klíčení merlíku. Důvodů tohoto přibližování je několik. Může to být rychlý nástup jara a zvyšování teplot v tomto období, ale také vyšší odolnost vůči nižším teplotám u merlíku. Proto může merlík zaplevelovat porosty jarního ječmene, a to již od začátku odnožování, a stát se tak velmi významným plevem.

**Zaorávání slámy** je vítáno, především při absenci chovu hospodářských zvířat. Díky zaorávané slámě je možné dodržet kladnou bilanci organické hmoty jako základního ukazatele udržitelnosti půdní úrodnosti. Sláma ovšem není plnohodnotnou náhradou chlévského hnoje. Pokud je do půdy zaorávána vytváří to určitá specifika. Při jejím rozkladu je spotřebována voda a dusík, při jejím nedostatku se rozklad slámy zpomaluje. V procesu rozkladu slámy dochází k uvolňování látek, které působí fytotoxicky a snižují klíčivost jak u plodin, tak u plevelů. U plodin pak dochází k nerovnoměrnému vzházení a k nevyrovnanosti porostu. U semen plevelů většinou dochází k prodloužení dormantního stavu. Tyto projevy jsou výraznější za nedostatku srážek, při použití redukováných technologií zpracování půdy a u ozimých plodin.

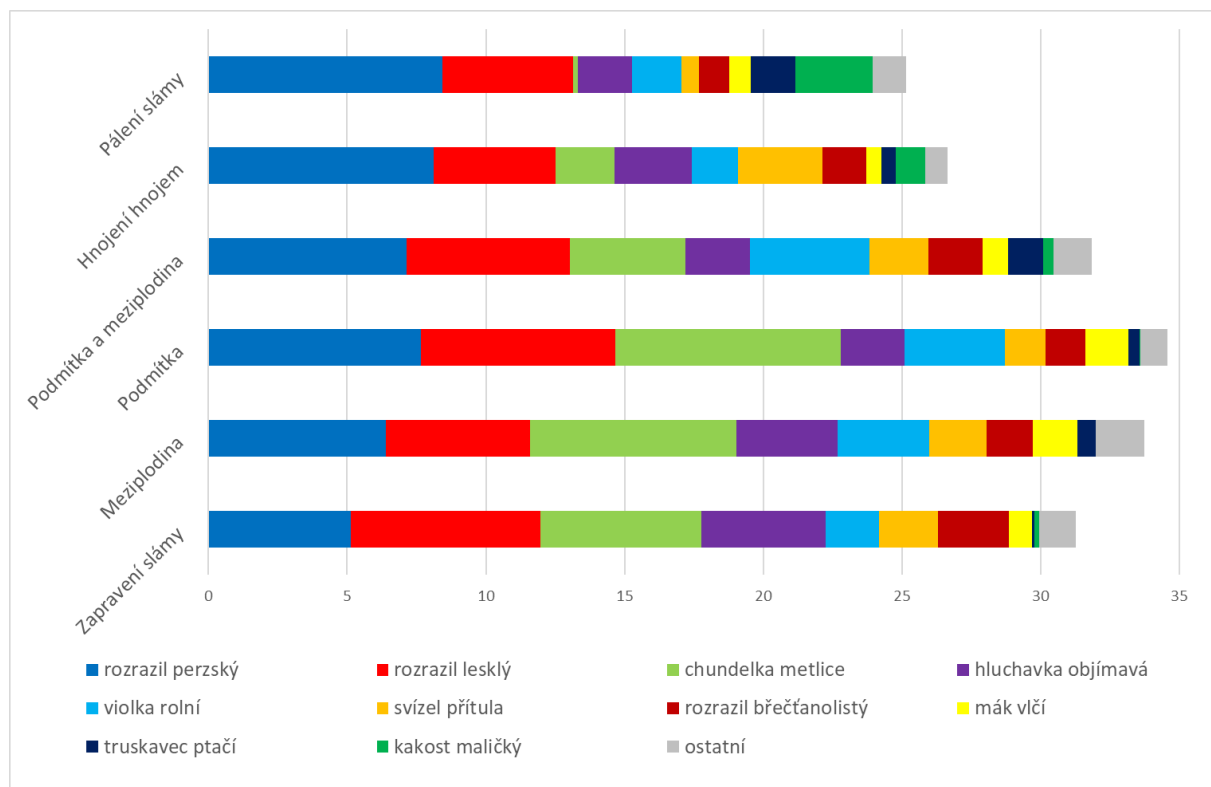
Níže jsou uvedeny výsledky vyhodnocení zaplevelení v polním pokusu, který byl založen v roce 1965 v Ivanovicích na Hané. Ozimá pšenice je zde pěstována v šesti **variantách hospodaření se slámou**.

Variety hospodaření se slámou:

- Zaorávání slámy: po sklizni obilnin je sláma zapravena do půdy
- Meziplodina: po sklizni obilnin je sláma zapravena do půdy a následně je vyseta meziplodina (svazenka vratičolistá)
- Podmítka: po sklizni obilnin je sláma sklizena a provedena podmítka
- Podmítka a meziplodina: po sklizni obilnin je sláma sklizena, provedena podmítka a vyseta meziplodina (svazenka vratičolistá)
- Hnojení hnojem: po sklizni obilnin je sláma sklizena a provedeno hnojení hnojem v dávce  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$
- Pálení slámy: po sklizni obilnin je sláma spálena

V průběhu dvouletého sledování bylo v porostech ozimé pšenice nalezeno 21 druhů plevelů. Průměrné počty plevelů na variantách střídání plodin a hospodaření se slámou jsou uvedeny v Grafu 4.

Graf 4: Průměrný počet jedinců plevelů na ploše 1 m<sup>2</sup> v ozimé pšenici pro jednotlivé varianty hospodaření se slámou



Hospodaření se slámou ovlivňuje také aktuální zaplevelení. Při sklizni slámy a jejím odvozu z pole dochází i k odvozu části nově vytvořených plodů a semen plevelů. To může vést k omezení zaplevelení. Nejúčinnější z pohledu regulace plevelů je pálení slámy, kdy dojde ke zničení a poškození plodů a semen plevelů vysokou teplotou, což vede ke snížení vlastního zaplevelení. Tato varianta je však pouze teoretická a nedá se v praxi použít. Při zaorávání slámy můžeme očekávat nárůst zaplevelení některými druhy plevelů, především svízelem přitulou nebo ovsem hluchým. Zaorávka slámy má svá nesporná pozitiva, ale je nutné brát v úvahu i její negativa. Nežádoucí projevy zaorávání slámy se také nemusí projevit okamžitě, ale až po několika letech.

### 2.1.3. Vliv zpracování půdy

Technologie zpracování půdy zaznamenala v posledních letech řadu změn. Dnes se v různé míře používají systémy zpracování půdy, které se liší principy, ale i intenzitou. Podle Hůly, Procházkové et al. (2008) lze v současné době akceptovat rozdělení způsobů zpracování půdy, které vychází z klasifikace Americké půdoznalecké společnosti (Soil Science Society of America):

- konvenční (tradiční) zpracování půdy - půda je každoročně zpracovávána radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa mezplodin a nadzemní části plevelů jsou zapravovány do půdy. Podstatou této technologie je obracení vrstev půdy.

- minimalizační zpracování půdy (technologie bez orby radličným pluhem) - tyto technologie zahrnují postupy s kypřením do různé hloubky, přičemž dochází k mísení, ale ne obracení.
- půdoochranné zpracování půdy - různé způsoby zpracování půdy bez orby, u kterých zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny.
- přímé setí (setí do nezpracované půdy) - půda se po sklizni předplodiny nezpracovává, seje se speciálními secími stroji.

Různá intenzita zpracování půdy mění především vertikální rozmístění semen v půdě (Colbach et al., 2000). To výsledně ovlivňuje podíl vyklíčených semen. Na půdách obdělávaných tradiční technologií s orbou jsou semena rozmístěna rovnoměrně v celé vrstvě ornice. Např. Dvořák a Krejčíř (1974) na základě výsledků pokusů v Hrušovanech u Brna uvádějí následující podíly semen plevelů v jednotlivých vrstvách: 0–0,1 m 34,3 %; 0,1–0,2 m 39,0 % a 0,2–0,3 m 26,3 %. Naopak při použití redukovaného způsobu zpracování půdy dochází ke kumulaci životaschopných semen plevelů ve svrchní vrstvě ornice.

Podobně Mikulka et al. (1999) uvádějí, že jednoleté plevele nejsou orbou nijak přímo eliminovány, pouze pravidelné prokypřování a provzdušňování ornice podpoří proces odumírání semen v půdě.

Ze zahraničních autorů Caetano et al. (2001), Moonen a Bárberi (2004) uvádějí, že změny potenciálního zaplevelení po stránce kvantitativní i kvalitativní jsou ovlivněny především zpracováním půdy. Naopak neprůkazný vliv různého způsobu zpracování půdy uvádějí Lacko-Bartošová et al. (2000).

Různé způsoby zpracování půdy mají kromě vlivu na jednoleté plevele, kterým byla dostatečná pozornost věnována ve výše uvedeném textu, také vliv na plevele vytrvalé. Mikulka, Kneifelová et al. (2005) uvádějí, že při použití minimalizace zpracování půdy se rychle šíří především vytrvalé plevelné druhy (pcháč rolní, pýr plazivý, pelyněk černobýl, čísteček bahenní, rukev obecná, mléč rolní, kamyšník polní a kamyšník široký).

V polním pokusu na lokalitě Žabčice byl vyhodnocen vliv různých způsobů zpracování půdy na plevele v sedmihonném osevním postupu. Pořadí plodin je: vojtěška setá – první užitkový rok, vojtěška setá – druhý užitkový rok, ozimá pšenice, kukuřice setá (silážní), ozimá pšenice, cukrovka a jarní ječmen. Ke každé plodině v rámci sedmihonného osevního postupu jsou použity tři **varianty zpracování půdy**.

Varianty pokusu:

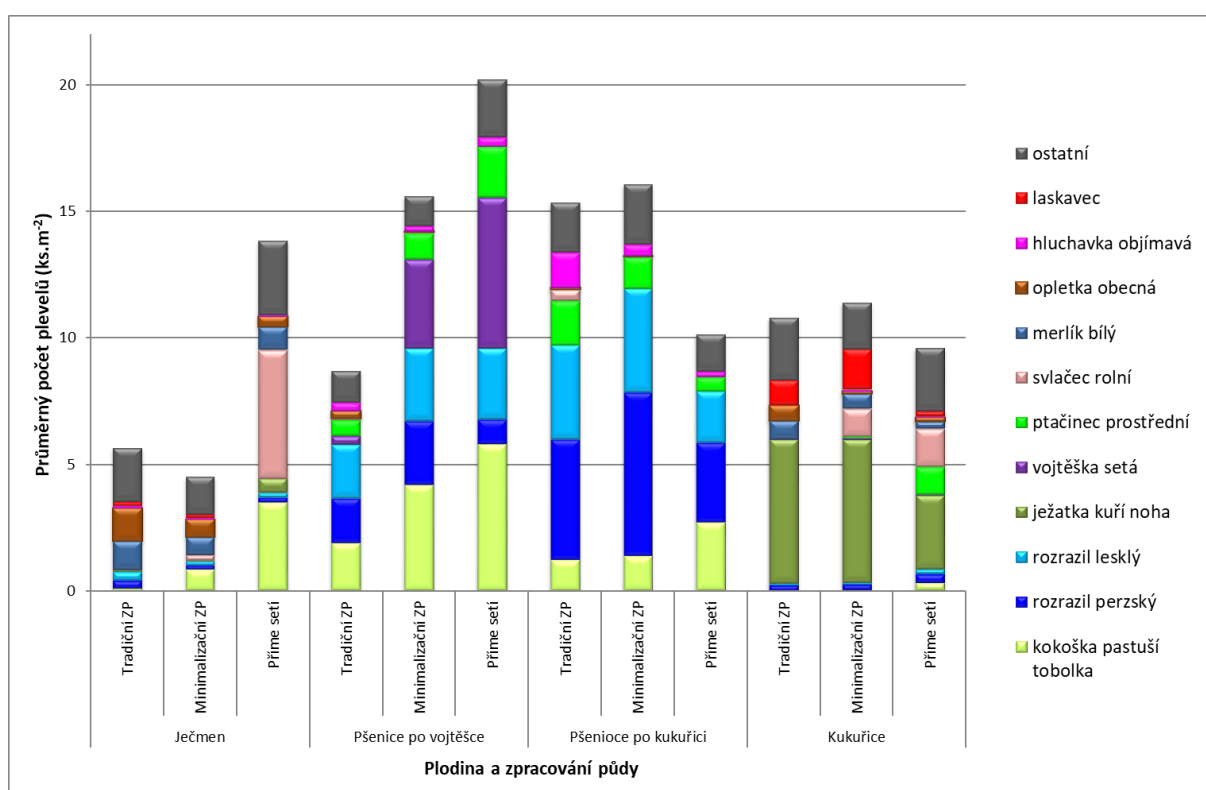
- I. Konvenční zpracování půdy (CT) – první pracovní operací po sklizni předplodiny je podmínka provedená radličkovým podmiítačem Kverneland do hloubky přibližně 0,1 m. Následující pracovní operací je středně hluboká orba do hloubky 0,24 m. Pak je proveden výsev pomocí secí kombinace Accord.



- II. Minimalizace zpracování půdy (MT) – po sklizni je provedena podmínka radličkovým podmiítačem Kverneland do hloubky 0,1 m. Místo klasické orby je opět použit radličkový podmiítač Kverneland k mělkému zpracování půdy do hloubky 0,15 m. Následuje výsev pomocí secí kombinace Accord.
- III. Přímé setí (NT) – po sklizni předplodiny se povrch půdy ponechá nezpracovaný. Je použito přímého setí pomocí secí kombinace Accord. Jen u cukrovky a kukuřice je použito předseťové zpracování půdy na hloubku setí.

V průběhu tříletého sledování bylo nalezeno celkem 51 druhů plevelů. Zaplevelení obilnin vybranými druhy plevelů je znázorněno v Grafu 5.

Graf 5: Zaplevelení obilnin na různých variantách zpracování půdy



Porosty ječmene založené minimalizačním způsobem zpracování půdy vykazovaly vyšší zaplevelení. Měnilo se i druhové složení plevelů. Na tradiční variantě zpracování půdy se více vyskytovaly druhy ze skupiny časně jarních druhů (opletka obecná, silenka noční). Na minimalizační variantě zpracování půdy to byly druhy ze skupiny přezimujících (svízec přítula) a vytrvalých druhů (svlačec rolní, pcháč rolní). Minimalizační technologie zpracování půdy tedy vytváří podmínky pro vyšší zaplevelení a výskyt vytrvalých druhů.

V porostech ozimé pšenice po vajtěšce byly nejčastěji zastoupeny druhy ze skupiny přezimujících (ozimých). Tato předplodina umožňuje v době své vegetace řadě druhů plevelů opakované vysemeňování. To se následně projeví ve vyšším zaplevelení následné plodiny v našem případě ozimé pšenice. Na variantě s klasickým zpracováním půdy bylo v průběhu

sledovaných let zaznamenáno nižší zaplevelení než na ostatních variantách. Rozdíly v počtech plevelů mezi jednotlivými ročníky nebyly tak výrazné. Ročníky se spíše lišily v druhovém spektru. Na variantě s minimalizací byl ve třech letech zaznamenán stoupající trend v zaplevelení, poté došlo k poklesu a kurčitému ustálení intenzity zaplevelení. Zastoupení skupin druhů plevelů se měnilo obdobně jako u varianty s klasickým zpracováním půdy. Výrazněji se zde projevilo zastoupení zaplevelujících rostlin (vojtěška setá). Varianta s přímým setím byla typická zvyšujícím se zaplevelením. Narůstaly především počty vytrvalých druhů plevelů (svlačec rolní, pcháč rolní, pampeliška lékařská) a také vojtěšky seté (zaplevelující rostlina).

Porosty ozimé pšenice po kukuřici vykazovaly vyrovnanější úroveň zaplevelení jak v intenzitě, tak v druhovém spektru plevelů. I zde byly nejpočetnější druhy ze skupiny přezimujících. Rozdíly mezi variantami zpracování půdy nebyly tak výrazné.

Zaplevelení kukuřice bylo tvořeno především pozdně jarními a vytrvalými druhy plevelů. Na variantě s minimalizačním zpracováním půdy a technologií přímého setí byly zastoupeny především ježatka kuří noha, laskavec a svlačec rolní. Na variantě s konvenčním zpracováním půdy byly více zastoupeny druhy opletka obecná a merlík bílý, což jsou druhy klíčící při nižších teplotách než např. laskavec a také se jedná se o druhy, které mají výrazný podíl v půdní semenné bance a dlouhou životnost semen. Můžeme předpokládat, že redukované zpracování půdy vytváří předpoklad pro vyšší zaplevelení kukuřice.

### **3. Přímé plevelohubné zásahy**

Do přímých plevelohubných zásahů lze v současné době zařadit především mechanické a chemické způsoby regulace.

#### **3.1. Mechanické způsoby regulace**

Mezi tyto zásahy řadíme pracovní operace základního zpracování půdy (podmítka a orbu) a dále předsetovou přípravu půdy, které ovlivňují rozmístění semen plevelů v jednotlivých vrstvách půdy, čímž mění podmínky pro klíčení a vzcházení plevelů. Kromě toho působí také přímo, tzn., že těmito zásahy jsou plevele mechanicky poškozovány. U hustě setých obilnin můžeme využít vláčení prutovými branami. Vláčíme až ve fázi 3.–4. listu, a to ve směru řádků. Později lze takto hubit jen plevele se slabým kořenovým systémem, tj. zejména dodatečně vzešlé. Proti svízeli přitule a vikvím se prutové brány používají i při výšce obilí až 0,5 m. V širokořádkových porostech kukuřice se uplatňuje meziřádková kultivace, tj. plečkování. Plečkuje se plečkami s vodorovně umístěnými noži, které v malé hloubce podřezávají plevele. Existují také plečky s kartáčovými a hvězdicovými jednotkami, které při rotačním pohybu likvidují mladé rostliny plevelů.

## 3.2. Chemická regulace

Aplikace herbicidů představuje významný zásah, jehož účinkem se rychle mění ekologické podmínky v porostech. Ústupem citlivých plevelů se mění světelné, tepelné a úživné poměry, na které svým rozvojem reaguje plodina, ale také plevel, které herbicidní zásah přežily. V těchto nových ekologických podmínkách se mění struktura agrofytocenózy, charakterizovaná postupným absolutním a relativním nárůstem plevelných druhů odolných proti používaným herbicidům (Dvořák a Smutný, 2003)

Lauringson et al. (2000) uvádějí, že chemická regulace plevelů používaná po dobu šestnácti let znamenala redukci počtu semen plevelů v ornici v průměru o 30–53 % v porovnání s chemicky neošetřovanou variantou.

Vliv herbicidů se projevil ve zřetelných poklesech půdní zásoby plevelných semen. Obilniny ošetřované herbicidy, zařazené ve sledech s širokolistými plodinami, plnily funkci odplevelujících plodin. V osevních sledech s menším zastoupením obilnin byly zjištěny změny půdní zásoby vlivem chemického ošetřování oproti neošetřovaným variantám, a to nižší než v osevních sledech s větším zastoupením obilnin Dvořák a Krejčíř (1980).

Vliv aplikace herbicidů na redukci počtu semen plevelů v půdě byl zjištěn i v dlouhodobých pokusech na lokalitách Pernolec a Hněvčevy (Smutný et al., 2007). Pokles zásoby semen plevelů v půdě byl podle zvolených herbicidů 31–66 % ve srovnání s neošetřenou variantou.

### 3.2.1. Rozhodovací pravidla v integrované regulaci plevelů

Integrovanou regulaci plevelných společenstev můžeme definovat jako propojení ekonomicky efektivních, ekologických a sociologicky akceptovatelných opatření, která omezují vliv plevelů pod ekonomicky významnou úroveň. Cílem integrované regulace plevelů je tedy uplatnění celého souboru přímých i nepřímých opatření, které musí být nedílnou součástí pěstebních technologií (Swanton et al., 2008). Regulace plevelů je velmi pevně provázána s agrotechnickými opatřeními, která vedou jednak k vyšší konkurenční schopnosti plodiny a jednak k omezení vzcházení a konkurence plevelů. V naprosté většině případů konkurence plevelů nastupuje již krátce po vzejití plodiny a ovlivňuje tak základní výnosové prvky, jako je počet produktivních rostlin, odnoží či větví a posléze pak nasazení počtu zrn/semín na rostlinu. Proto musí být součástí integrované regulace nejenom volba nejúčinnější kombinace opatření, ale také jejich načasování tak, aby byla omezena délka konkurenčního působení. Ačkoliv je chemická ochrana nedílnou a ve většině případů klíčovou součástí integrovaných systémů regulace plevelných společenstev, její uplatnění by mělo být až na posledním místě ve sledu všech dostupných opatření a vždy by mělo být využito rozhodovacích pravidel, které usnadní rozhodování z pohledu ekonomické opodstatněnosti zásahu, jeho optimalizaci a správné načasování (Wilkerson et al., 2002). Právě podpora rozhodování týkající se optimálního termínu ochrany je dosud velmi opomíjená, a to i přesto, že jsou velmi časté ošetření prováděné v nevhodném (ať již příliš

časném nebo naopak příliš pozdním) termínu z pohledu vlivu na výnos i účinnost chemické ochrany.

Podpora rozhodování v oblasti chemické regulace plevelů by proto měla zahrnovat tři základní okruhy:

- a) Rozhodování o ekonomické efektivnosti chemické ochrany včetně její optimalizace
- b) Rozhodování o nejvhodnějším termínu ochrany z pohledu minimalizace vlivu na výnos a dosažení nejvyšší účinnosti
- c) Posouzení dopadů chemických zásahů, ale i agrotechnických opatření na dlouhodobou populační dynamiku plevelů

### 3.2.2. Stanovení intenzity zaplevelení

Základním předpokladem pro jakékoliv rozhodování o ekonomické opodstatněnosti chemické ochrany a její optimalizaci je přinejmenším znalost intenzity zaplevelení, a také posouzení konkurenční schopnosti plodiny a plevelů. V zásadě existuje několik způsobů, jak lze vyhodnotit úroveň zaplevelení pro následný rozhodovací proces:

- a) Stanovení relativní pokryvnosti plevelů vůči celkové pokryvnosti
- b) Početní stanovení jednotlivých druhů plevelů na jednotku plochy
- c) Váhové poměry plevelů vůči plodině – tzv. plodinové ekvivalenty

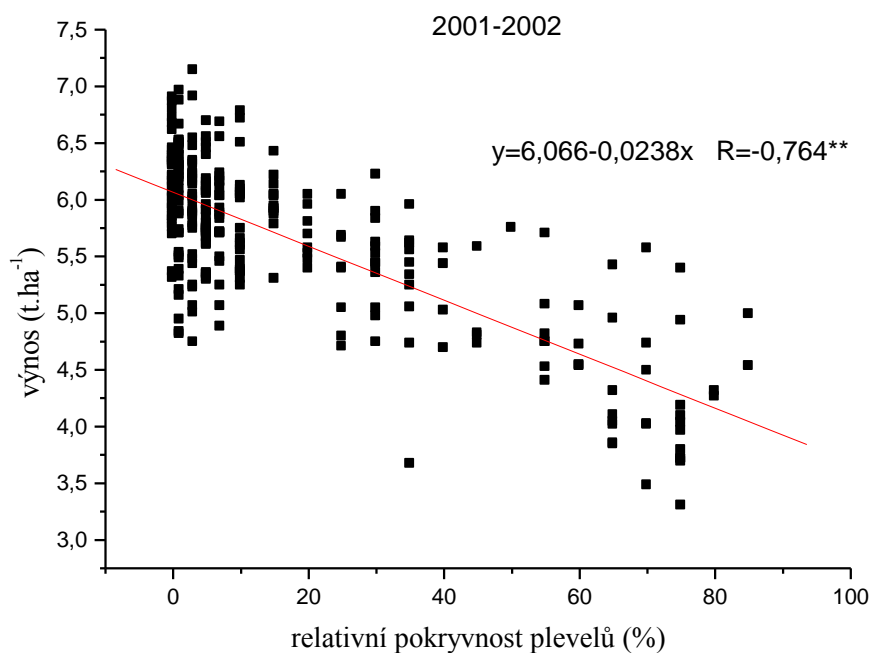
**Stanovení relativní pokryvnosti plevelů** vůči celkové pokryvnosti představuje vizuální hodnocení, které školený pracovník odhaduje přímo na poli. V zásadě se jedná o podíl pokryvnosti plevelů k pokryvnosti plodiny + plevelů a vyjadřuje se v procentech (Lutman et al., 1996).

$$\text{Relativní pokryvnost plevelů (\%)} = \left[ \frac{\text{(pokryvnost plevelů)}}{\text{(pokryvnost plodiny + pokryvnost plevelů)}} \right] * 100$$

Předností této metody je zejména její rychlost a jednoduchost. V zásadě může sloužit i k velmi rychlému vyhodnocení variability zaplevelení v rámci pozemku. Další značnou předností je, že hodnocený údaj v sobě integruje nejen intenzitu zaplevelení (počet plevelů), ale také jejich konkurenční schopnost vůči konkurenční schopnosti plodiny. V řadě případů může být konkurenční schopnost daného plevelného druhu při stejném počtu na jednotku plochy značně rozdílná. Pokud plevele vzchází opožděně vůči plodině, je jejich konkurenční vliv malý, zatímco naopak při pomalém vzcházení a růstu plodiny může být konkurenční vliv plevelů mnohonásobně vyšší. Zásadní nevýhodou tohoto typu hodnocení je skutečnost, že lze jen velmi obtížně odlišit význam jednotlivých plevelných druhů. Nicméně alespoň základní členění na dvouděložné druhy s vysokou konkurenční schopností (v ozimech například svízel přítula), dvouděložné s nízkou konkurenční schopností (např. violka rolní

nebo kokoška pastuší tobolka), jednoděložné plevely a vytrvalé plevely je teoreticky možné, zabere však více času a vyžaduje také vyšší odbornost hodnotitele. Relativní pokryvnost obvykle velmi dobře koresponduje s dopadem zaplevelení na výnos, jak dokumentuje Graf 6. Pro výběr vhodného herbicidu je ovšem nutné doplnit pokryvnost také identifikací vyskytujících se druhů, protože řada herbicidů má specifický účinek jen vůči některým skupinám plevelných druhů nebo dokonce jen vůči některým druhům.

Graf 6: Lineární závislost mezi relativní pokryvností plevelů a výnosem ozimé pšenice



**Počtní stanovení zaplevelení** má základní přednost v tom, že poskytuje skutečný stav výskytu jednotlivých plevelných druhů. To usnadňuje nejen výběr herbicidů, ale umožňuje také posoudit, zda jsou překročeny prahy škodlivosti pro jednotlivé druhy. Nicméně, jak již bylo uvedeno výše, počet plevelů nemusí odpovídat jejich skutečné konkurenční schopnosti a škodlivosti (Wiles et al., 1993).

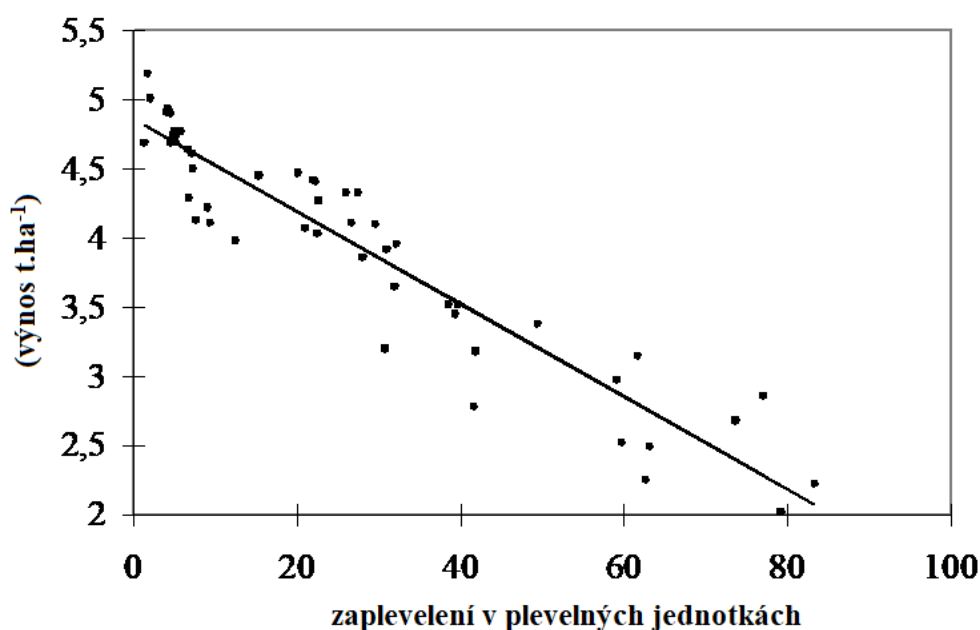
K nejpřesnějšímu vyjádření škodlivosti plevelů je možné použít váhových poměrů jedné rostliny plevelného druhu k jedné rostlině plodiny – tzv. **plodinových ekvivalentů** (Wilson a Wright et al., 1990). Tato metoda vyžaduje zvážení průměrných rostlin každého plevelného druhu a plodiny, nejlépe v sušině. Následně se vypočteným plodinovým ekvivalentem vynásobí počet jednotlivých plevelů a výsledná suma vyjadřuje zaplevelení v plevelných jednotkách, které charakterizují škodlivost plevelů lépe než zaplevelení v počtech rostlin plevelů (Graf 7). Tato metoda je ovšem nejpracnější a tudíž i obtížně prakticky využitelná. Navíc ani plodinové ekvivalenty nemusí vyjadřovat konkurenční schopnost plevelů zcela přesně, protože druhy rostoucí zpočátku pomalu a mající nízký plodinový ekvivalent, mohou mít vysokou škodlivost (například heřmánkovec nevonný), a naopak plevely, které mají

rychlý počáteční růst a tudíž vysoký plodinový ekvivalent mají škodlivost nižší (např. rozrazil břečťanolistý).

Zaplevelení v plevelných jednotkách =  $[(\text{hmotnost jedné rostliny druhu A} / \text{hmotnost jedné rostliny plodiny}) * \text{hustota druhu A}] + [(\text{hmotnost jedné rostliny druhu B} / \text{hmotnost jedné rostliny plodiny}) * \text{hustota druhu B}] + \dots + [(\text{hmotnost jedné rostliny druhu N} / \text{hmotnost jedné rostliny plodiny}) * \text{hustota druhu N}]$

Je zřejmé, že žádná z metod stanovení zaplevelení není úplně univerzální a zcela přesná ve vyjádření škodlivosti. Navíc všechny jsou poměrně časově náročné, i když mezi metodami existují velké rozdíly v nárocích na čas. Z těchto důvodů se očekává rozvoj a uplatnění metod automatické detekce zaplevelení, založených na analýze obrazu, spektrální odrazivosti či jiných metodách.

Graf 7: Lineární závislost výnosu ozimé pšenice na intenzitě zaplevelení



### 3.2.3. Práh škodlivosti

Práh škodlivosti představuje úroveň zaplevelení daným druhem (obvykle v počtech rostlin na m<sup>2</sup>), nad kterou je chemická ochrana ekonomicky efektivní (Swanton et al., 1999). Výše prahu škodlivosti tedy závisí především na dvou skutečnostech. Především je to konkurenční schopnost/škodlivost daného plevelného druhu, která se liší podle plodiny, půdních podmínek, agrotechniky a podmínek počasí. Druhým faktorem, který určuje práh škodlivosti, je cena produkce a cena herbicidu. Práhy škodlivosti se např. několikanásobně liší pro stejný

plevelný druh od Itálie až po Velkou Británii jen díky rozdílným klimatickým podmínkám. Prahy škodlivosti se ale mohou lišit i v rámci stejné klimatické oblasti a to díky rozdílným půdním podmínkám. Například svízel přítula, který je jako nitrofilní druh náročný na půdní podmínky, může mít práh škodlivosti na méně úrodných písčitých půdách okolo 5 rostlin na m<sup>2</sup>, zatímco na úrodných půdách může již jedna rostlina na 2 m<sup>2</sup> způsobovat závažné výnosové ztráty. Výši prahu škodlivosti může zásadně ovlivnit cena sklizené produkce. Jak se mění prahy škodlivosti pro jednotlivé plevelné druhy v ozimé pšenici při různé ceně pšenice, ukazuje Tabulka 1.

Tabulka 1: Hodnoty prahů škodlivosti pro jednotlivé plevelné druhy v ozimé pšenici při dvou hladinách ceny sklizeného zrna

Plevelný druh	Cena produkce 3500 Kč/t	Cena produkce 5000 Kč/t
Svízel přítula ( <i>Galium aparine</i> )	2 ks/m <sup>2</sup>	1 ks/m <sup>2</sup>
Chundelka metlice ( <i>Apera spica-venti</i> )	20 ks/m <sup>2</sup>	15 ks/m <sup>2</sup>
Mák vlčí ( <i>Papaver rhoeas</i> )	4 ks/m <sup>2</sup>	3 ks/m <sup>2</sup>
Ptačinec žabinec ( <i>Stellaria media</i> )	6 ks/m <sup>2</sup>	4 ks/m <sup>2</sup>
Heřmánkovec nevonný ( <i>Tripleurospermum inodorum</i> )	5 ks/m <sup>2</sup>	3 ks/m <sup>2</sup>
Hluchavky ( <i>Lamium sp.</i> )	15 ks/m <sup>2</sup>	10 ks/m <sup>2</sup>
Violka rolní ( <i>Viola arvensis</i> )	20 ks/m <sup>2</sup>	15 ks/m <sup>2</sup>
Pháč rolní ( <i>Cirsium arvensis</i> )	2 ks/m <sup>2</sup>	1 ks/m <sup>2</sup>

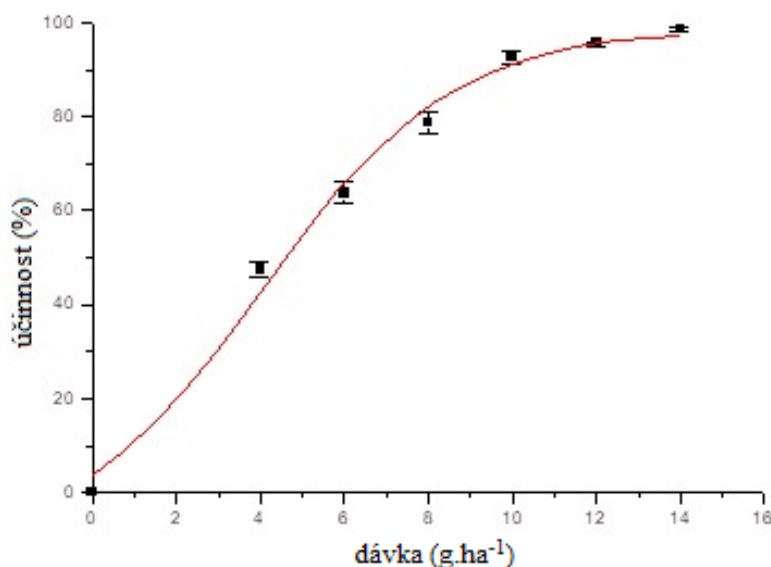
Jestliže jsou používány herbicidy, které účinkují na širší spektrum plevelů, což je v současné době naprostá většina přípravků, je vhodnější vyjádření aktuálního zaplevelení relativně k prahu škodlivosti pro každý druh a následně sečtením získáme relativní dosažení prahu škodlivosti pro danou skupinu plevelných druhů. Po překročení 100% úrovně je chemická ochrana ekonomicky opodstatněná.

Relativní dosažení prahu škodlivosti (%) = [(hustota druhu A / práh škodlivosti druhu A) + (hustota druhu B / práh škodlivosti druhu B) + .....(hustota druhu N /práh škodlivosti druhu N)] \* 100

### 3.2.4. Přizpůsobení/optimalizace dávek herbicidů

Optimalizace dávek herbicidů má řadu předností v porovnání s použitím prahů škodlivosti. Optimalizace dávek znamená, že k vynechání aplikace dochází pouze v případě, že se nevyskytnou žádné plevele. Při výskytu plevelů pod prahem škodlivosti se používají redukované dávky herbicidů, které znamenají, že se omezí jejich škodlivost a současně produkce semen při dávce herbicidu, která je ekonomicky efektivní (Kudsk a Streibig, 2003). To řeší ve většině případů problém s vyššími náklady v následujících letech, které pramení z produkce semen při použití prahů škodlivosti. Základem pro optimalizaci dávek herbicidů je znalost modelu účinnosti, což je vlastně závislost mezi dávkou herbicidu a účinností na daný plevelný druh (Kim et al., 2002). Tato závislost má ve většině případů charakter sigmoidy, což znamená, že při počátečním snižování dávky klesá účinnost jen pomalu, a teprve až od určité dávky dochází k rychlé ztrátě účinnosti (Graf 8).

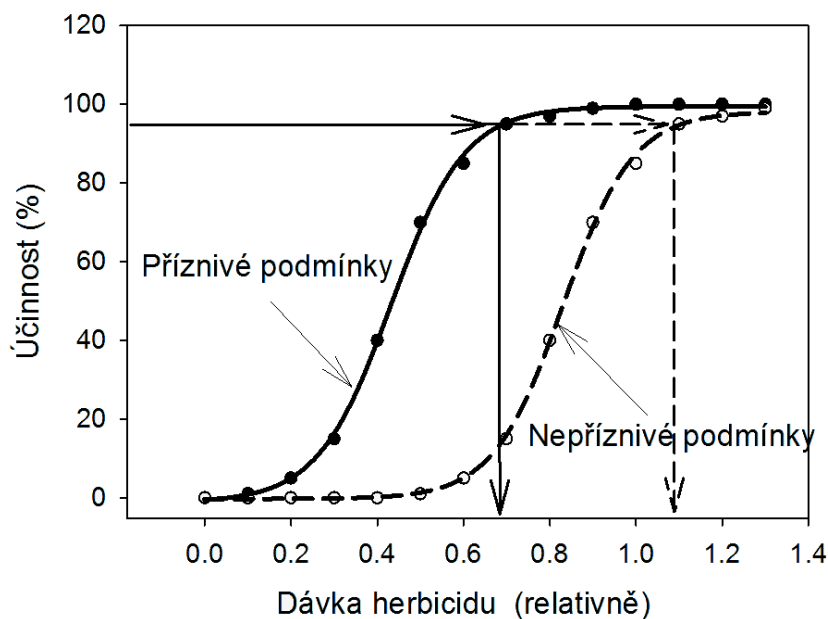
*Graf 8: Sigmoidní charakter závislosti účinnosti herbicidu Monitor 75 WDG na dávce (na heřmánkovec nevonný)*



Tzn., že při nižší intenzitě zaplevelení je možné použití nižších dávek, přičemž je využíváno velmi malého poklesu účinnosti v počátku poklesu dávky, při současném zvyšování ekonomické efektivnosti ochrany. Pokles dávky by ovšem neměl přesáhnout 50 %, protože při velmi nízkých dávkách se zvyšuje riziko selekce na rezistenci vůči herbicidům. Obvykle ale neexistuje pro daný herbicid a plevelný druh pouze jedna křivka závislosti účinnosti na dávce, ale tato křivka se může měnit s ohledem na počasí v době aplikace, růstovou fází plevelů, konkurenční schopností plodiny a také vlivem použitých adjuvantů či kombinacemi s kapalnými hnojivy (Blackshaw et al., 2006). Všechny tyto faktory obvykle vedou k posunu křivky směrem k vyšší nebo naopak nižší účinnosti, přičemž tvar křivky obvykle zůstává zachován (Graf 9).



Graf 9: Změna závislosti mezi dávkou a účinností se změnou podmínek při aplikaci

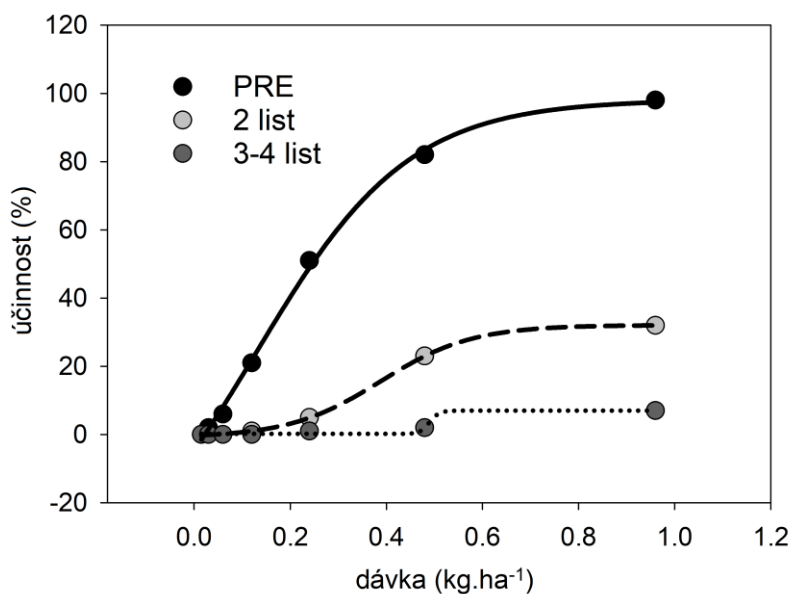


Křivky závislosti mezi dávkou a účinností pro všechny podmínky není obvykle nutné testovat, ale stačí vyhodnotit posun účinnosti se změnou podmínek. Znalost podmínek, při kterých je herbicid aplikován a současně také vlivu těchto podmínek na účinnost umožňuje dosažení požadované účinnosti s nižší dávkou herbicidu, nebo naopak omezuje riziko nízké účinnosti v důsledku nepříznivých podmínek.

Pokud známe závislost mezi dávkou a účinností a současně známe vliv podmínek při aplikaci na účinnost, je možné provést optimalizaci dávky herbicidu (Graf 10). Ta vychází z předpokladu, že výnosový efekt a tudíž i peněžní navýšení tržeb z aplikace herbicidů klesají rovnoměrně s účinností. Jestliže tedy například při daném výskytu plevelů můžeme očekávat výnosovou ztrátu  $100 \text{ kg zrna} \cdot \text{ha}^{-1}$  tak při ceně zrna  $4,3 \text{ Kč} \cdot \text{kg}^{-1}$  to představuje navýšení tržeb o 430 Kč. Pokud snížíme dávku herbicidu tak, že dojde k poklesu účinnosti ze 100 % na 75 % je tato očekávaná tržba pouze na úrovni 75 % v porovnání s plnou dávkou. Pokud známe závislost mezi dávkou herbicidu a účinností, je možné vypočítat navýšení tržby po aplikaci herbicidů pro jakoukoliv dávku herbicidu.

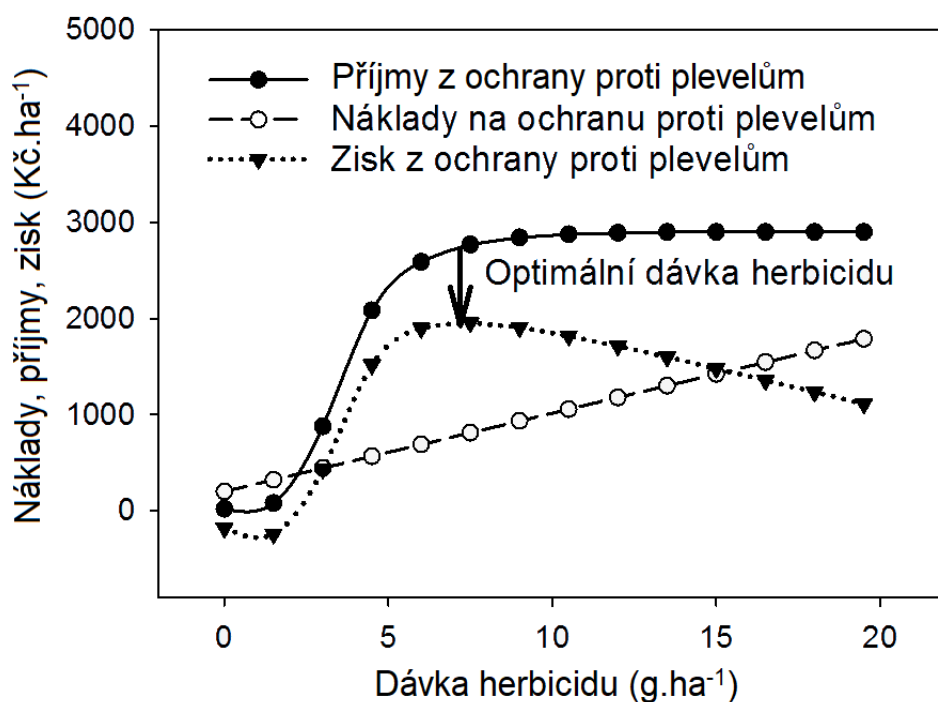
Tím dostaneme pro daný případ zaplevelení a aplikačních podmínek závislost mezi dávkou aplikovaného herbicidu a navýšením tržeb. Tato závislost má stejně jako závislost mezi účinností a dávkou charakter sigmoidy. Pak je již jednoduché vypočítat náklady na aplikaci herbicidu pro jakoukoliv dávku.

Graf 10: Změna závislosti mezi dávkou isoproturonu a účinností proti heřmánkovci nevonnému



Vztah mezi dávkou herbicidu a celkovými náklady má lineární charakter, což znamená, že náklady rostou rovnoměrně s dávkou. Výsledný zisk z herbicidního ošetření dosažený při každé dávce herbicidu je pak prostým rozdílem mezi navýšením tržeb a celkovými náklady na aplikaci herbicidu. Vzhledem k tomu, že navýšení tržeb a náklady se mění s dávkou rozdílným způsobem, dostaneme obvykle vztah mezi dávkou herbicidu a ziskem, který má charakter křivky s jedním vrcholem (Graf 11). Dávku v tomto bodě můžeme považovat za optimální dávku herbicidu pro dané zaplevelení a pro dané podmínky. Vzhledem k tomu, že existuje vždy určitá nejistota odhadu, je vhodnější tuto optimální dávku zvýšit o 5–10 %, aby byly eliminovány případné negativní vlivy, které nemohly být do odhadu zahrnuty. Křivka zisku kromě optima ukazuje, že příliš vysoká nebo i příliš nízká dávka herbicidu mohou znamenat ekonomickou ztrátu z aplikace (Kudsk, 2008).

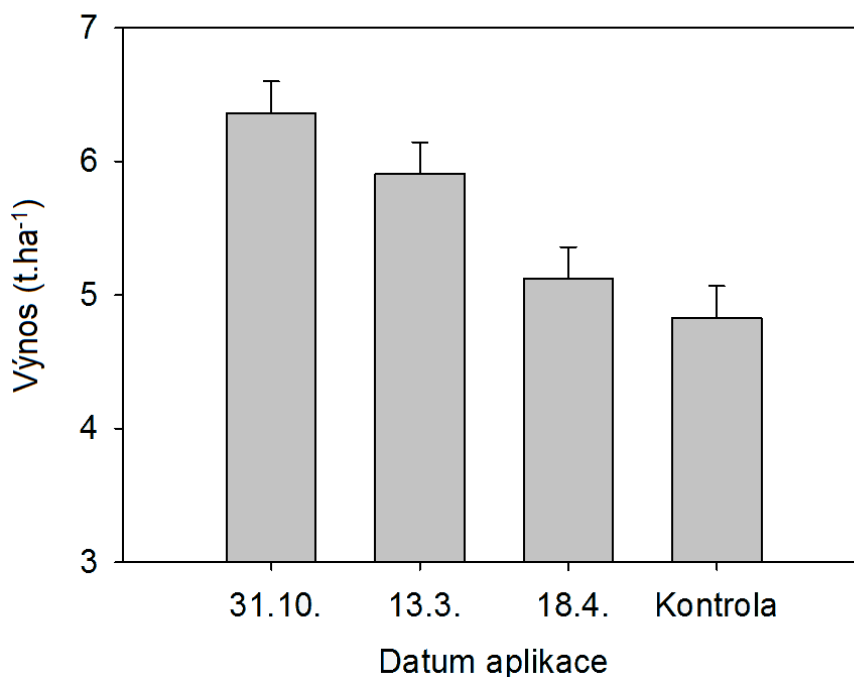
Graf 11: Příklad stanovení optimální dávky herbicidu pro konkrétní podmínky na základě bilance mezi navýšením tržeb (příjmy) a náklady na aplikaci herbicidu



### 3.2.5. Stanovení optimálního termínu ochrany

Plevelé začínají konkurovat plodině ve většině případů již krátce po vzházení. Současně může být toto konkurenční působení významné, protože základy výnosu se vytváří již v časných růstových fázích a mohou být jen v omezené míře kompenzovány výnosovými prvky formovanými v pozdějších růstových fázích (Rajcan a Swanton, 2001). Například u obilnin se základy počtu produktivních stébel a počtu zrn v klase formují v průběhu odnožování až do začátku sloupkování. Vzhledem k tomuto rychlému a intenzivnímu konkurenčnímu působení plevelů, může být každý den významný z pohledu výsledného výnosového či ekonomického efektu ošetření. Běžně pak více než polovina výnosových ztrát způsobených plevele vzniká v první třetině vegetace, tedy např. u obilnin do konce odnožování. Výjimkou nejsou rozdíly ve výnosové úrovni více než 1 t.ha<sup>-1</sup> v závislosti na termínu ošetření, nebo také téměř nulový efekt ošetření při ošetření na počátku sloupkování (Graf 12).

Graf 12: Vztah mezi výnosem a termínem aplikace herbicidu v ozimé pšenici

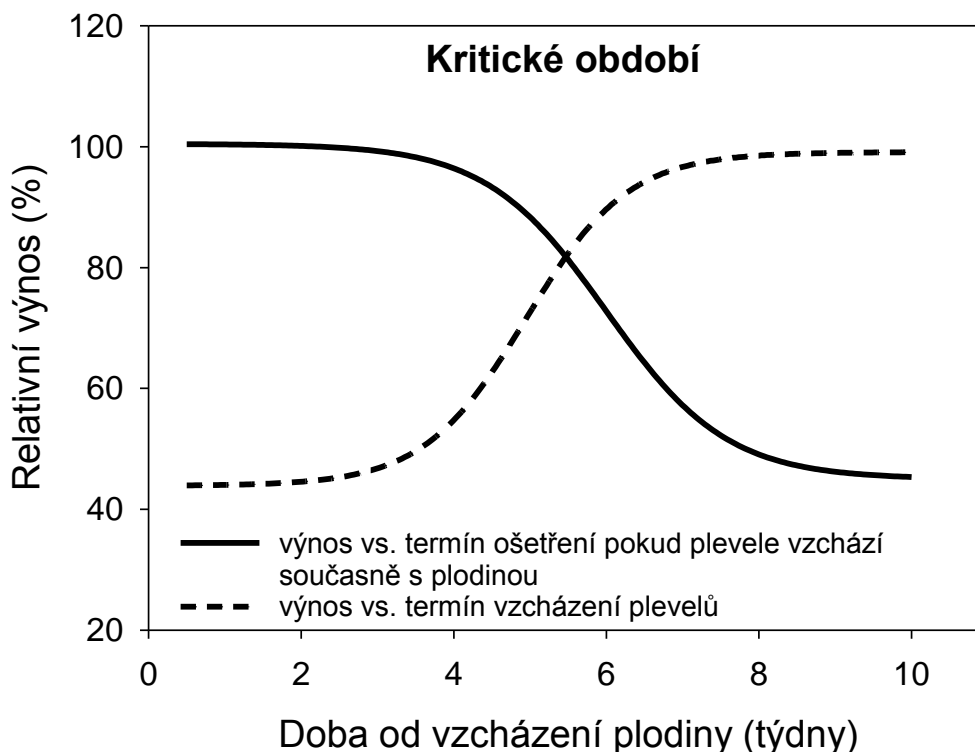


Rozhodování ohledně termínu ochrany ale není ve většině případů tak jednoduché, že by bylo možné konstatovat, že čím dříve bude ošetření provedeno, tím bude dosaženo vyššího výnosového a ekonomického efektu. Situaci ve stanovení optimálního termínu ošetření komplikují plevele, které vzcházejí až s nějakým odstupem po vzejití plodiny. To je způsobeno buďto dormancí semen, pomalejší regenerací vytrvalých plevelů nebo potřebou vyšších teplot pro klíčení a vzcházení. Nicméně tyto plevele mohou mít vysokou škodlivost a způsobovat vysoké ztráty. Typickým plevem se značnou dormancí semen u ozimých obilnin je svízel přitula, který vzchází obvykle v několika vlnách s jednou vlnou vzcházení až na jaře. Podobně pak hlavní vytrvalé plevele jako je pcháč rolní nebo pýr plazivý regenerují až poměrně pozdě na jaře. U jarních plodin pak hlavní problémy způsobují spíše pozdní plevele, které vyžadují vyšší teploty pro klíčení, jako je laskavec, ježatka či merlíky. I přes opožděné vzcházení tyto plevele patří k nejvýznamnějším druhům z pohledu jejich konkurenčního působení, přičemž ale včasná ochrana tyto plevele nezasáhne a naopak uvolňuje prostor pro jejich pozdější vzcházení.

Z tohoto důvodu byl zaveden koncept tzv. **kritického termínu pro ochranu proti plevelům**. Tento koncept vychází z toho, že pokud plevele vzchází současně s plodinou, tak s pozdějším termínem ošetření, výnos klesá (Knezevic et al., 2002), jak již bylo demonstrováno dříve. Současně je ale rozhodování založeno na vyhodnocení vlivu opožděného vzcházení plevelů. Čím plevele vzchází později, tím mají ale menší dopad na výnos (Graf 13). Dostáváme tak dvě křivky s vlivem plevelů na výnos, které se protínají v jednom bodě, což je bod, ve kterém je při ošetření proti plevelům dosaženo kompromisu z pohledu minimalizace výnosového vlivu

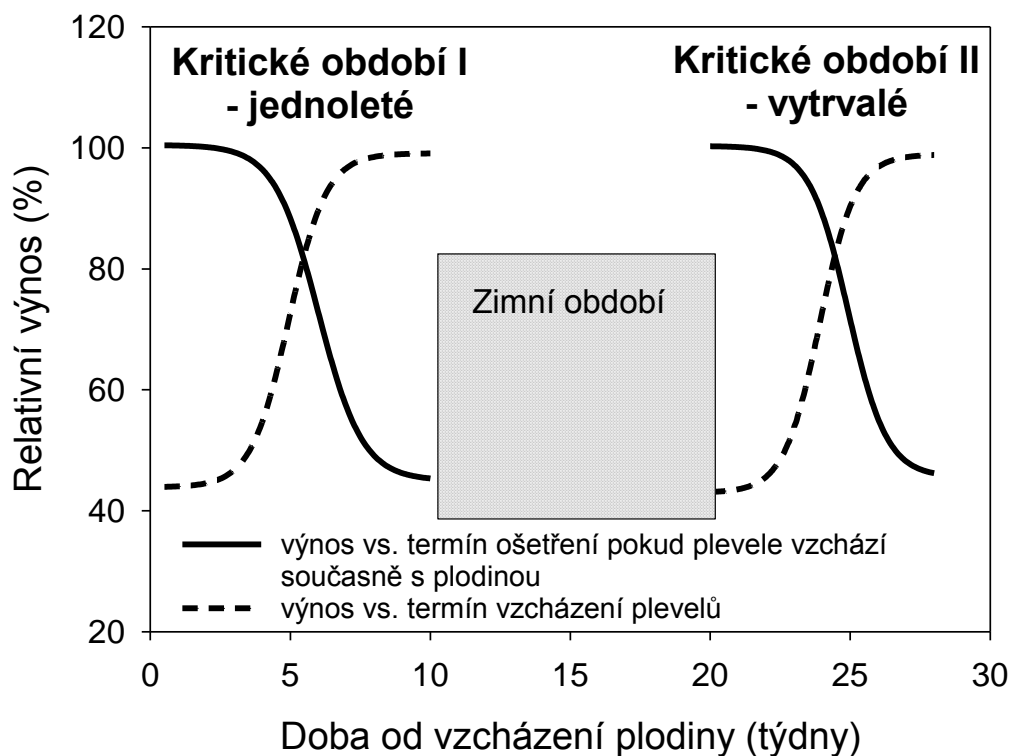
plevelů vzcházejících současně s plodinou a také z pohledu plevelů vzcházejících opožděně. Samozřejmě v podmínkách, kdy naprostá většina plevelů vzchází současně s plodinou, a není riziko opožděného vzcházení plevelů, by ošetření mělo být prováděno spíše dříve, než nastane tento bod a pokud naopak hrozí větší význam později vzcházejících plevelů, pak by tento termín měl být později. Obecně ale pro většinu plodin platí, že kritické období pro ochranu proti plevelům je mezi 3–8 týdny po vzejití plodiny.

Graf 13: Princip vyhodnocení kritického období při regulaci plevelů



Poněkud složitější je ale situace u ozimých obilnin, kde většina jednoletých plevelů vzchází a konkuruje na podzim případně v časném jaru, tedy v průběhu odnožování a kritické období pro tyto plevele vychází na podzim nebo časně na jaře (dle termínu setí). Vytrvalé plevele jako je pcháč rolní a pýr plazivý mají ale vrchol regenerace až později na jaře tj. většinou koncem dubna až začátkem května, přičemž ale jejich konkurenční schopnost je díky regeneraci z vegetativních orgánů vysoká. Pro tento případ musíme tedy definovat dva kritické termíny pro ochranu, přičemž první slouží pro jednoleté plevele a druhý pro vytrvalé plevele (Graf 14).

Graf 14: Princip stanovení kritického období u ozimých obilnin při výskytu jednoletých i vytrvalých plevelů vzcházejících až na jaře



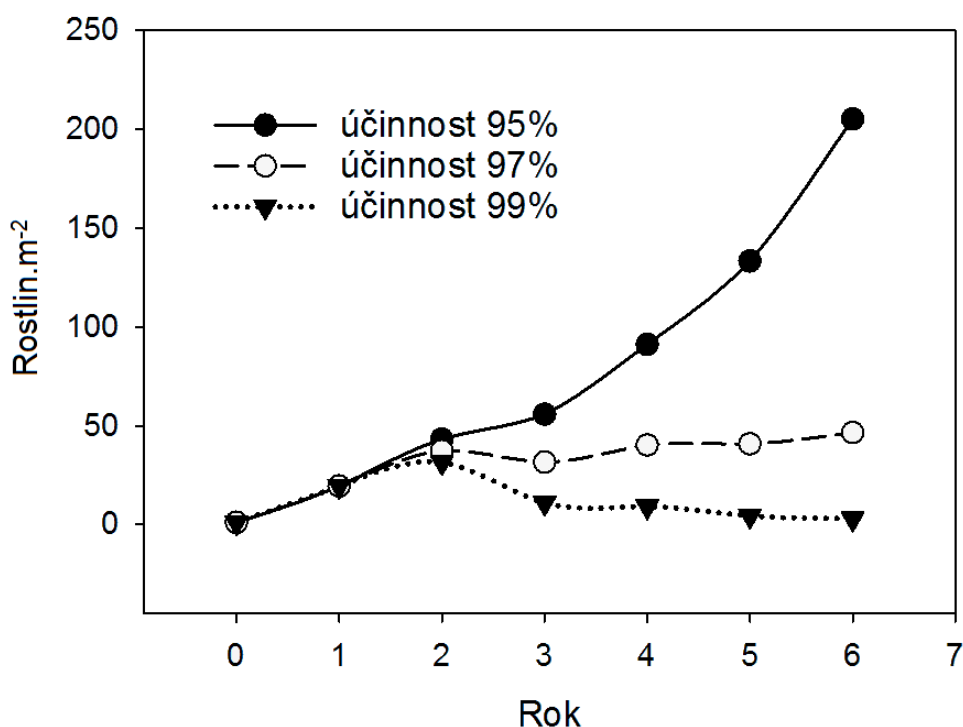
### 3.2.6. Rozhodovací pravidla a populační dynamika plevelů

S ohledem na obrovskou rozmnožovací schopnost plevelů mohou populace plevelů reagovat velmi rychlými změnami na regulaci, agrotechniku či průběh počasí. Modely populační dynamiky nalézají uplatnění především při odhadu vlivu změny zpracování půdy či osevního sledu na dynamiku populace jednotlivých plevelných druhů (Buhler et al., 1997). Jednotlivé plevelné druhy se do značné míry liší v produkci semen nebo vegetativních rozmnožovacích orgánů, dormanci, hloubce vzcházení či požadavcích na teplotu při klíčení, a proto jejich populační dynamiku může osevní sled či zpracování půdy zásadně ovlivnit. Podobně ale také zásadní vliv má provedení či neprovedení chemické ochrany a její účinnost. Zejména pak při použití prahů škodlivosti, které vycházejí z ekonomického dopadu ošetření pouze v daném roce, může být modelování dopadu vynechání ochrany na populační dynamiku velmi důležité. I při výskytu plevelů pod prahem škodlivosti mohou tyto rostliny vyprodukovat takové množství semen, že dojde k výraznému zvýšení nákladů v následujících letech. Výsledný ekonomický efekt rozhodování pak z dlouhodobého pohledu může být opačný než při rozhodování založeném na ekonomice pouze daného roku. S podobnými důsledky ale musíme počítat také při optimalizaci (snižování) dávek herbicidů. V tomto případě je ale riziko dopadu na populační dynamiku výrazně menší, protože obvykle i pokud plevelé po nižší dávce herbicidů přežívají, jejich produkce semen bývá minimální.

Příklad využití modelu populační dynamiky pro vyhodnocení dlouhodobého dopadu je zřejmý z Grafu 15. Jedná se o populační dynamiku chundelky metlice v monokultuře ozimé pšenice, při zpracování půdy orbou a počátečním stavu zaplevelení 1 rostlina.m<sup>-2</sup>. Porovnávány jsou varianty chemické ochrany s účinnostmi 99, 97 a 95 % při každoročním použití. Z výsledku modelu je zřejmé, že i takto malý rozdíl v účinnosti může mít zásadní dopad na populaci chundelky. Zatímco při účinnosti 99 a 97 % zůstává populace chundelky po iniciálním zvýšení na stabilní úrovni, při použití ochrany s účinností 95 % dochází k setrvalému nárůstu a po 6 letech se populace chundelky zvyšuje na 200 rostlin.m<sup>-2</sup>.

Z těchto důvodů je zřejmé, že modely populační dynamiky mohou zásadně přispět ke zvýšení dlouhodobé ekonomické efektivity regulace plevelů. Pokud není pro daný plevelný druh k dispozici model populační dynamiky, který by umožňoval vyhodnocení dlouhodobých dopadů uplatnění rozhodovacích pravidel na ekonomiku regulace plevelů, je možné použít zjednodušeného pravidla zvýšení dávky herbicidu nebo snížení prahu škodlivosti o 5–10 % pokud se jedná o plevelný druh s nižší produkcí semen na jednu rostlinu (např. svízel, rozrazil) a o 10–20 %, pokud se jedná o plevelný druh s vysokou produkcí semen (např. chundelka metlice, mák vlčí).

Graf 15: Model populační dynamiky chundelky metlice v monokultuře ozimé pšenice



Nejpěstovanější skupinou plodin v České republice jsou obilniny, které zauímají více než polovinu plochy orné půdy. Regulace plevelů v porostech obilnin by měla být brána komplexně, s ohledem na možnost omezení výskytu druhů, které se těžko regulují v následných plodinách. Vysoká konkurenceschopnost obilnin vůči plevelům, a s ní do značné

míry spojená vysoká efektivita působení selektivních herbicidů a v neposlední řadě relativně levná herbicidní ochrana jsou hlavní důvody, proč by měla být regulaci plevelů v obilninách přikládána zvýšená pozornost. Podcenění, v krajním případě úplné selhání, regulace plevelů u obilnin může negativně ovlivnit celý osevní sled a tedy i ekonomiku pěstování dalších plodin.

### 3.2.7. Kritéria po výběr herbicidů

Základním kritériem pro výběr herbicidu je konkrétní výskyt plevelů (druhové složení) a jejich růstová fáze. Důležitá je také růstová fáze plodiny. Potřebné údaje jsou každoročně uváděny v publikaci „Seznam povolených přípravků na ochranu rostlin“ a na webových stránkách ÚKZÚZ. Kromě zmíněných aspektů je třeba vzít do úvahy i všeobecná rizika aplikace herbicidů spojená s antirezistentní ochranou a také rizika spojená s ochranou vody (ochranná pásma vod), ohrožením necílových organismů a podobně. Při rozhodování o konkrétním termínu ošetření je důležité zohlednit termín aplikace z hlediska růstové fáze plevelů (neprovádět aplikaci v nevhodném aplikačním termínu) a dodržet doporučenou aplikační dávku herbicidu. Při opakovaném používání stejných přípravků je riziko vzniku rezistence, proto je třeba střídat přípravky s různým mechanismem působení.

### 3.3. Použití herbicidů v ozimé pšenici

V **pšenici ozimé** se uplatňují zejména plevele ozimé a efemérní, ale také výdrol řepky. Na jaře je v řídkých mezerovitých porostech prostor pro zaplevelení časnými jarními druhy či merlíkem bílým. Pýr plazivý a pcháč rolní jsou v porostech pšenice ozimé nejčastěji se vyskytující zástupci vytrvalých plevelů. V porostech zakládaných po víceleté pícnině se mohou vyskytnout šťovíky, pampeliška a také pelyněk černobýl. Přerušování růstu a vývoje vegetačním klidem, během kterého dochází k redukci listové plochy nebo prořidnutí porostu, dávají prostor řadě plevelných druhů, které se dokáží svou konkurencí uplatnit snadněji než v porostech jařin (Jursík et al., 2018).

Velké množství registrovaných herbicidů umožňuje při správném výběru a vhodném aplikačním termínu dosáhnout spolehlivé účinnosti ve většině vzniklých případech. Příjem účinných látek u většiny registrovaných herbicidů určených k podzimní aplikaci je zabezpečen kořeny i listy, což i za horších podmínek zajišťuje dostatečný účinek. Kratší den, nižší intenzita slunečního svitu, nižší teploty a vyšší vzdušná i půdní vlhkost jsou charakteristické podmínky pro podzimní období a příznivé pro účinnost herbicidů působících přes půdu.

Ošetření ve vhodném termínu je klíčové pro jeho úspěšnost. Při volbě termínu ošetření je nutné zohlednit termín setí, intenzitu a spektrum zaplevelení. Tlak konkurence plevelů je vyšší u časně setých porostů, a to už v podzimním období, kdy se uplatňují plevele spodního patra schopné tvořit vysokou pokrývnost, která omezuje růst obilniny. Silnější druhy jako



svízel, chundelka, mák nebo heřmánkovité plevely na podzim příliš nekonkurují, nicméně význam jejich konkurence narůstá v jarním období.

Preemergentní ošetření pšenice ozimé není příliš rozšířeno, i když je k dispozici značné množství registrovaných přípravků. K dosažení požadované účinnosti tohoto ošetření je potřeba dostatečná půdní vlhkost, navíc je potřebné další postemergentní ošetření proti odolnějším plevelům.

Časné podzimní postemergentní ošetření pšenice ozimé se stává v posledních letech stále významnější. Dosahování vysoké účinnosti na většinu jednoletých plevelů a odstranění plevelů z porostu dřív než začnou významně konkurovat pšenici, jsou hlavní důvody rostoucího trendu využívání tohoto ošetření. Při ošetření vhodným herbicidem je možné dosáhnout vysoké účinnosti na všechny plevely způsobující problémy v řepce a tím výrazně snížit zaplevelení řepky jako následné plodiny.

Časné postemergentní ošetření se provádí v období od vzejití do fáze 3. listu pšenice. V tomto období jsou velmi citlivé nejen vzcházející plevely ale také samotná plodina, proto je důležitá aplikace herbicidu s vysokou selektivitou k plodině.

Pozdní podzimní postemergentní ošetření se provádí od fáze 3. listu až do konce odnožování obilnin a je pro něj registrováno relativně velký počet herbicidů. Snížená účinnost může být způsobena horšími povětrnostními podmínkami.

Význam jarního ošetření pšenice ozimé jako hlavního ošetření proti plevelům mírně pokleslo hlavně díky časnějšímu setí. Uplatnění však pořád najde v aridnějších oblastech nebo při pozdějších termínech setí pšenice. Toto ošetření je také významné při etapovitém vzcházení resp. při vzcházení plevelů z hlubších vrstev půdy. Jarní ošetření může být směřováno také proti plevelům vzcházejícím až na jaře a proti vytrvalým plevelům, především proti pcháči rolnímu.

### **3.4. Použití herbicidů v jarním ječmeni**

V porostech **ječmene jarního** se prosazují hlavně časné jarní plevely (oves hluchý, opletka obecná, hořčice polní), ale také se může uplatňovat řada ozimých plevelů (violky, hluchavky, svízel, heřmánkovité a brukvovité plevely). V prořídlejších porostech se může vyskytovat ježatka kuří noha nebo béry. Z vytrvalých plevelů se velmi dobře prosazuje pýr plazivý a pcháč rolní. Díky rychlému nárůstu biomasy jarních obilnin a většinou jednorázovým vzcházením jednoletých dvouděložných plevelů, je obecně regulace plevelů v jarních obilninách mnohem jednodušší než u obilnin ozimých. Výhodou jarního ošetření je také omezení problémů s nízkou teplotou při aplikaci což umožňuje více zohlednit kromě plevelného spektra také cenu přípravku (Jursík et al., 2018).

Pro ochranu proti jednoletým dvouděložným plevelům lze použít řadu ALS inhibitorů, kombinované přípravky s látkami ze skupiny růstových regulátorů nebo vlastní tank-mix kombinace mířené k rozšíření účinnosti na pcháč rolní. Je potřeba vzít do úvahy vyšší citlivost

jařin k poškození herbicidem než u ozimů a respektovat jak termíny, tak aplikační dávky daných přípravků. Synergické působení sulfonylmočoviny a některých růstových herbicidů, je hlavní výhodou používání tank-mixu těchto typů herbicidů protože umožňuje snížit dávku sulfonylmočoviny a tím omezit riziko poškození následné plodiny. Negativně mohou sulfonylmočoviny působit v kombinaci se selektivními listovými graminicidy, které jsou využívané k regulaci trávovitých plevelů, hlavně ovsa hluchého. Mezi aplikací herbicidu proti dvouděložným plevelům a graminicidní ochranou se proto doporučuje minimálně týdenní odstup.

### 3.5. Použití herbicidů v kukuřici

Plevelnému spektru u **kukuřice** obvykle dominují merlíky, laskavce, rdesna, prosovitě trávy (nejvíc ježatka kuří noha) a také opletka obecná. Problémy mohou způsobovat také další pozdní jarní plevely především béry, bažanka roční, durman obecný a mračňák Theophrastův. Z vytrvalých plevelů zaplevelují porosty kukuřice hlavně pýr plazivý, pcháč rolní a také intenzivně se šířící svlačec rolní. V lokalitách s vyšší nadmořskou výškou resp. s vyšším zastoupením obilnin a řepky je častý vyšší výskyt ozimých a časných jarních plevelů, které také mohou kukuřici výrazně konkurovat. Konkurenční schopnost kukuřice je střední až nižší, proto se absence regulace plevelů může projevit 30 až 50 % ztrátami (v extrémních případech až 90 %) na výnosech a u silážní kukuřice může zaplevelení negativně ovlivňovat také kvalitu (Jursík et al., 2018).

Vysoké požadavky na účinnost herbicidů jsou kladeny kvůli relativně dlouhé době zapojení porostu kukuřice (6–8 týdnů), která je důsledkem velké meziřádkové vzdálenosti a často příliš časnému setí. Kritické období z pohledu konkurenčního působení plevelů je kratší, a to od vzejití do fáze 4–6, případně 8 listů kukuřice. Při výskytu vytrvalých plevelů je toto kritické období delší. Vliv plevelů vzejitých po tomto období již většinou významně nepůsobí na výnosové parametry, ale má negativní dopad s ohledem na zvýšení půdní zásoby semen plevelů.

Preeemergentní ošetření kukuřice se provádí v období od výsevu do vzejití kukuřice a uplatňuje se při vysoké intenzitě zaplevelení. Toto ošetření je podmíněno dostatečným množstvím vody v půdě, je vhodnější do lokalit s vyšší nadmořskou výškou. Při výběru mají výhodu herbicidy s možností použití jak k preemergentnímu, tak časně postemergentnímu ošetření, i když jejich účinnost se může lišit.

Časně posteemergentní ošetření se provádí v období od vzejití do fáze 2–3 listu kukuřice, při středním zaplevelení porostu, kdy je důležitá především fáze vzešlých plevelů. Ty by měly mít vytvořené max. 4 pravé listy (trávy 2–3 listy). Snáší mírný nedostatek vody v půdě i negativní srážkový výhled a je tedy vhodné do nižších a středních poloh s častějšími přísušky. Jinak toto ošetření nese řadu výhod, které jsou kombinací pozitiv preemergentního a postemergentního ošetření. Mezi tyto pozitiva patří cílené ošetřování známého druhového spektra plevelů, jejich potlačení před možným konkurenčním působením, nižší riziko selhání

účinnosti důsledkem sucha (jako u preemergentů) a v neposlední řadě možnost významně zasáhnou vytrvalé plevely.

Klasické postemergentní ošetření se provádí ve fázi, kdy je kukuřice nejméně citlivá k herbicidnímu ošetření (4–6 listů) a plevely nejsou ještě přerostlé. V pozdějších fázích nemusí být ošetření dvouděložných plevelů dostatečně účinné. Zvyšuje se také riziko fytotoxicity herbicidů a především v suchých podmínkách se významně zvyšuje konkurenční působení plevelů, což se v konečném důsledku může projevit zpomalením růstu kukuřice. S ohledem na tato fakta má klasické postemergentní ošetření kukuřice významné uplatnění hlavně v aridních oblastech a při častějším výskytu sucha, v případě přímého setí do nezpracované půdy resp. při velkém pokryvu posklizňových zbytků. Toto ošetření se dále uplatňuje při vysokém zaplevelení vytrvalými druhy plevelů a při selhání nebo nízké účinnosti předcházejících ošetření.

### III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Integrovanou regulaci plevelných společenstev můžeme definovat jako propojení ekonomicky efektivních, ekologicky a sociologicky akceptovatelných opatření, která omezují škodlivost plevelů pod ekonomicky významnou úroveň. Novost certifikované metodiky spočívá v uplatnění poznatků o vlivu různých nepřímých (preventivních) opatření na plevele (potenciální a aktuální zaplevelení), a to jak z pohledu kvalitativního (druhové složení), tak i kvantitativního (intenzita výskytu). V metodice jsou zpracovány výsledky vlivu různých agrotechnických opatření (osevní postupy, zpracování půdy, hnojení organickými hnojivy a management slámy) na základě dlouhodobých polních pokusů. Význam těchto výše uvedených opatření je zohledněn při využití přímých plevelohubných zásahů. Z nich je hlavní pozornost věnována racionalizaci chemické regulace plevelů, tzn., regulace založené na použití herbicidů. Ta je dnes nedílnou, a ve většině případů, klíčovou součástí integrovaných systémů regulace plevelných společenstev. Její uplatnění by však mělo být až na posledním místě ve sledu všech dostupných opatření a vždy by mělo být využito rozhodovacích pravidel, která usnadní rozhodování z pohledu ekonomické opodstatněnosti zásahu, optimalizace dávek a správného načasování termínu aplikace. Právě podpora rozhodování týkající se optimálního termínu ochrany je dosud velmi opomíjená, a to i přesto, že jsou velmi časté ošetření prováděné v nevhodném (ať již příliš časném nebo naopak příliš pozdním) termínu z pohledu vlivu na výnos i účinnost chemické ochrany. Těmito postupy lze snížit spotřebu používaných herbicidů v obilninách, což přináší úspory nejen v oblasti ekonomické, ale také snížení zatížení životního prostředí v důsledku používání herbicidů.

## IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Tato metodika je určena zejména zemědělským prvovýrobcům a podnikům zemědělských služeb, ale i dalším subjektům provádějícím aplikaci herbicidních látek v porostech obilnin. Informace obsažené v metodice mohou být využitelné také výzkumnými organizacemi jako metodický postup pro další výzkum. Své uplatnění najde i na středních a vysokých školách ve výuce předmětů zaměřených na problematiku plevelů a jejich regulace.

Její podstatou je metodický návod, jak využít principy integrované regulace plevelů v obilninách v zemědělské praxi. Tento přístup je založen na využití poznatků o vlivu různých nepřímých (preventivních) opatření na plevele (potenciální a aktuální zaplevelení), a to jak z pohledu kvalitativního (druhové složení), tak i kvantitativního (intenzita výskytu). V metodice jsou zpracovány výsledky vlivu různých agrotechnických opatření (osevní postupy, zpracování půdy, hnojení organickými hnojivy a management slámy) na základě dlouhodobých polních pokusů. Význam těchto výše uvedených opatření je zohledněn při využití přímých plevelohubných zásahů. Z nich je hlavní pozornost věnována racionalizaci chemické regulace plevelů, tzn., regulaci založené na tzv. cíleném použití herbicidů využívající následující rozhodovací pravidla:

- stanovení intenzity zaplevelení,
- stanovení prahů škodlivosti,
- přizpůsobení/optimalizace dávek herbicidů,
- stanovení optimálních termínů ochrany.

Výše uvedené postupy umožní snížit spotřebu herbicidů aplikovaných v obilninách. To má nejen ekonomické přínosy (úspora nákladů na herbicidy), ale i ekologické v podobě snížení zatížení životního prostředí v důsledku používání herbicidů.

## V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Při kalkulaci ekonomických aspektů musíme vyjít z osevních ploch obilnin v České republice, které se pohybují kolem 1600 tis. ha, což vychází z údajů Českého statistického úřadu. Mnohem složitější je získat objektivní údaje o spotřebě herbicidů v obilninách. K dispozici jsou sice údaje o spotřebě účinných látek v jednotlivých plodinách, které vycházejí z evidencí ÚKZUZ. Ty je však obtížné využít k přepočtu spotřeby jednotlivých herbicidů, poněvadž řada účinných látek je obsažena v různých herbicidech s odlišným obsahem. Do úvahy lze tedy dát kvalifikovaný odhad, který vychází z předpokladu, že se provádí min. jedno herbicidní ošetření na ha v průměrné ceně cca 1000 Kč.ha<sup>-1</sup>. Z finančního pohledu to pak představuje náklady na herbicidy v obilninách za celou Českou republiku ročně přibližně 1600 mil. Kč. Dále lze předpokládat, že se rozhodovacími pravidly pro regulaci plevelů, jako jsou prahy škodlivosti nebo optimalizace dávek herbicidů, řídí jen velmi malé procento podnikatelů v zemědělství. I přesto, že je rozhodování v ochraně proti plevelům prováděno kvalifikovanými odborníky, často v součinnosti s poradenskými službami, spíše převládají aplikace tzv. na jistotu, které nemají jednoznačné ekonomické opodstatnění v daném konkrétním případě. Při velmi strážlivém odhadu lze při uplatnění rozhodovacích pravidel očekávat úsporu nákladů okolo 10 %, ať již úplným vynecháním ošetření, nebo častěji snížením dávky herbicidu dle skutečného výskytu plevelů, což představuje částku 100 Kč na ha. Pokud by se uplatnění rozhodovacích pravidel rozšířilo díky této metodice pouze na 5 % ploch, tak to bude v rámci České republiky znamenat roční úspory na úrovni 8 mil Kč.

Dalšími nepřímými dopady je snížení zatížení prostředí rezidui herbicidů, které způsobují problémy zejména u zdrojů pitné vody, protože čištění pitné vody od kontaminace rezidui herbicidů je velmi nákladné nebo není možné vůbec. Jestliže je z roční spotřeby v ČR kontaminováno jen 0,01 %, znamená to při roční spotřebě 320 mil. m<sup>3</sup> a ceně pitné vody 40 Kč za 1 m<sup>3</sup> finanční ztrátu ve výši téměř 13 mil. Kč. Opět můžeme počítat s odhadem využití rozhodovacích pravidel a tím snížení kontaminace okolo 5 % ploch, takže výsledný finanční efekt může činit okolo 0,6 mil. Kč za rok.

## VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Blackshaw R.E., O'Donovan J.T., Harker K.N., Clayton G.W., Stougaard R.N. (2006). Reduced herbicide doses in field crops: A review. *Weed Biology and Management* 6, 10–17. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2006.00190.x>
- Buhler D.D., Hartzler R.G., Forcella F. (1997). Implications of Weed Seedbank Dynamics to Weed Management. *Weed Science* 45, 329–336.
- Caetano R., S., X., Christoffoleti P., J., Victoria-Filho R. (2001). „Banco“ de sementes de plantas daninhas em pomar de laranjeira „Pera“. *Scientia Agricola* 58 (3): 509–517.
- Colbach N., Estrade J., R., Chauvel B., Caneill J. (2000). Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing. *European Journal of Agronomy* 13: 111–124.
- Dvořák J., Krejčíř J. (1974). Příspěvek ke studiu obsahu semen plevelů v ornici. *Acta universitatis agriculturae brunensis*, 22 (3): 453-461.
- Dvořák J., Krejčíř J. (1980). Zásoba semen a plodů plevelů v ornici v podmínkách rozdílného střídání plodin a aplikace herbicidů. *Acta universitatis agriculturae brunensis*, 28 (2): 10–23.
- Dvořák J., Smutný V. (2003). *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 184 s. ISBN 80-7157-732-4.
- Froud-Williams R., J. (1988). Changes in weed flora with different tillage and agronomic management systems. In Altieri M. A., Liebman M. (Eds.). *Weed Management in Agroecosystems. Ecological Approaches*. CRC Press, Boca Raton, 213–236. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00159-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00159-9)
- Hůla J., Procházková B. et al. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
- Kim D.S., Brain P., Marshall E.J.P., Caseley J.C. (2002). Modelling herbicide dose and weed density effects on crop:weed competition. *Weed Research* 42, 1–13. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2002.00253.x>
- Knezevic S.Z., Evans S.P., Blankenship E.E., Acker R.C.V., Lindquist J.L. (2002). Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science* 50, 773–786. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0773:CPFWCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0773:CPFWCT]2.0.CO;2)
- Kohout V. (1997). *Plevele polí a zahrad*. Agrospoj, Praha, 235 s.
- Kudsk P. (2008). Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. *The Environmentalist*, 28(1), 49-55.
- Kudsk P., Streibig J.C. (2003). Herbicides – a two-edged sword\*. *Weed Research* 43, 90–102. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00328.x>
- Lacko-Bartošová M., Minár M., Vranovská Z., Štrasser D. (2000). Weed seed bank in ecological and integrated farming system. In: *Rostlinná výroba* 46 (7): 319-324.
- Lauringson E., Kuill T., Talgre L., Vipper H., Metspalu L., Mitt S. (2000). The effect of agrotechnical methods on weed seedbank. In: *Transaction of the Estonian Agricultural University, Agronomy* 209: 100-102.
- Lutman P.J.W., Risiott R., Ostermann H.P. (1996). Investigations into Alternative Methods to Predict the Competitive Effects of Weeds on Crop Yields. *Weed Science* 44, 290–297.

- Mikulka J., Chodová D., Martinková Z., Kohout V., Soukup J., Uhlík J. (1999). Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Praha, 160s. ISBN 80-902413-2-8.
- Mikulka J., Kneifelová M. et al. (2005). Plevelné rostliny. 2., kompletně přepracované vyd. Praha: Profi Press, 148 s. ISBN 80-86726-02-9.
- Moonen A., C., Bárberi P. (2004). Size and composition of the weed seedbank after 7 years of different cover-crop-maize management systems. *Weed Research* 44 (3): 163-177.
- Rajcan I., Swanton C.J. (2001). Understanding maize–weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research* 71, 139–150.
- Smutný V., Winkler J., Mikulka J. (2007). The long-term impact of crop management practices on weed seedbank changes. In Symposium Book of Abstracts XIV European Weed Research Society Symposium. Oslo, Norway: EWRS: 222. ISBN 978-90-809789-2-8.
- Swanton C.J., Mahoney K.J., Chandler K., Gulden, R.H. (2008). Integrated Weed Management: Knowledge-Based Weed Management Systems. *Weed Science* 56, 168–172. <https://doi.org/10.1614/WS-07-126.1>
- Swanton C.J., Weaver S., Cowan P., Acker R.V., Deen W., Shreshta A. (1999). Weed Thresholds. *Journal of Crop Production* 2, 9–29. <https://doi.org/10.1300/9785529>
- Wiles L.J., Gold H.J., Wilkerson G.G. (1993). Modelling the uncertainty of weed density estimates to improve post-emergence herbicide control decisions. *Weed Research* 33, 241–252. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1993.tb01938.x>
- Wilkerson G.G., Wiles L.J., Bennett A.C. (2002). Weed management decision models: pitfalls, perceptions, and possibilities of the economic threshold approach. *Weed Science* 50, 411–424. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0411:WMDMPP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0411:WMDMPP]2.0.CO;2)
- Wilson B.J., Wright K.J. (1990). Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research* 30, 201–211. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1990.tb01704.x>
- Jursík M., Holec J., Hamouz P., Soukup J. (2018). Biologie a regulace plevelů. 1. vyd. Kurent, s.r.o., 2018. 359 s. ISBN 978-80-87111-71-0.



## VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Klem K., Rajsnerová P., Novotná K., Urban O., Marek M.V. (2014). Effect of the relative time of emergence on the growth allometry of *Galium aparine* in competition with *Triticum aestivum*. *Weed Biology and Management* 14, 262–270. <https://doi.org/10.1111/wbm.12054>
- Klem K., Vanova M. (2000). Asymmetric competition between wheat and weeds - a step to improve crop-weed interaction models. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 113–119.
- Vítek P., Novotná K., Hodaňová P., Rapantová B., Klem K. (2017). Detection of herbicide effects on pigment composition and PSII photochemistry in *Helianthus annuus* by Raman spectroscopy and chlorophyll a fluorescence. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 170, 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2016.07.025>
- Winkler J., Hanusová H., Neischl A., Hledík P. (2016). Vztah dešťových srážek a zaplevelení ozimé pšenice v podmínkách odlišných osevních postupů. In *Půdní a zemědělské sucho*. 1. vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, s. 526–538. ISBN 978-80-87361-55-9
- Winkler J. (2017). Plevelle a hospodaření se slámou. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*, sv. 12, č. 9-10, s. 12–14. ISSN 1801-7673.
- Winkler J. (2017). Plevelle v ozimých plodinách a zpracování půdy. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*, sv. 12, č. 8, s. 14–16. ISSN 1801-7673.
- Winkler J. (2018). Škodlivost plevelů v porostech jarního ječmene. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*, sv. 13, č. 2, s. 10–12. ISSN 1801-7673.
- Winkler J., Bílková V. (2016). Zaplevelení cukrovky v provozních podmínkách. *Listy cukrovarnické a řepařské*, sv. 132, č. 4, s. 130–136. ISSN 1210-3306.
- Winkler J., Hanusová H., Zdražilková M., Jirout M., Hledík P. (2018). Posklizňové zpracování půdy a zaplevelení ozimé pšenice. *Úroda*, sv. LXVI, č. 8, s. 61–64. ISSN 0139-6013.
- Winkler J., Chovancová S., Neischl A., Hledík P. (2016). Vztah dešťových srážek a zaplevelení jarního ječmene v podmínkách odlišných osevních postupů. In *Půdní a zemědělské sucho*. 1. vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, s. 539–553. ISBN 978-80-87361-55-9.
- Winkler J., Rypová I., Dvořák J. (2016). Plevelle a hnojení chlévským hnojem. *Úroda*, sv. LXIV, č. 3, s. 96–100. ISSN 0139-6013.
- Winkler J., Rypová I., Dvořák J. (2016). Plevelle a hnojení ječnou slámou. *Úroda*, sv. LXIV, č. 4, s. 46–50. ISSN 0139-6013.
- Winkler J., Rypová I., Dvořák J. (2017). Vliv hnojení cukrovky chlévským hnojem na zaplevelení. *Listy cukrovarnické a řepařské*, sv. 133, č. 4, s. 130–136. ISSN 1210-3306.
- Winkler J., Sysel M., Zdražilková M. (2018). Plevelle a konkurenční schopnost ozimých plodin. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. sv. 13, č. 8, s. 10–12. ISSN 1801-7673.
- Winkler J., Neischl A., Smutný V. (2016). Plevelle v jarním ječmeni a způsoby jeho pěstování. *Agromanuál*, 11(3), 12–15. ISSN 1801-7673.

- Winkler, J., Smutný, V., Neischl, A. (2016). Plevelé v ozimé pšenici a způsoby jejího pěstování. *Agromanuál*, 11(8), 20–23. ISSN 1801-7673.
- Winkler, J., Hledík P.: (2016). Plevelé v cukrovce a střídání plodin. *Úroda*. 2016, 64(10), 51–54. ISSN 0139-6013.
- Winkler, J, Neischl, Hledík A., (2015). Vliv osevních postupů na intenzitu zaplevelení obilnin. *Úroda*. 2015, 63(12), 41–46. ISSN 0139-6013.

## POZNÁMKY

## POZNÁMKY

## POZNÁMKY

Název: Integrovaná regulace plevelů v obilninách

Autoři: doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.

Ing. Jan Winkler, Ph.D.

Ing. Karel Klem, Ph.D.

Vydala: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Sazba, tisk: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně

Ústav vědecko-pedagogických informací a služeb

Vydání: první, 2018

Počet stran: 44

Náklad: 100 ks

Vydáno bez jazykové úpravy.

Metodika je poskytována bezplatně.

Kontakt na autora: [smutny@mendelu.cz](mailto:smutny@mendelu.cz)

ISBN 978-80-7509-628-9





© Mendelova univerzita v Brně, 2018

ISBN 978-80-7509-628-9