

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta

OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 2. ČÁST

Zpracování půdy, Herbologie

prof. Ing. Jan Křen, CSc.
Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.
Ing. Blanka Procházková, CSc.
doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.
prof. Ing. Josef Hůla, CSc.

Brno 2015

**Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta**

OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 2. ČÁST

Zpracování půdy, Herbologie

**prof. Ing. Jan Křen, CSc.
Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.
Ing. Blanka Procházková, CSc.
doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D.
prof. Ing. Josef Hůla, CSc.**

Brno 2015



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.

© prof. Ing. Jan Křen, CSc., Ing. Lubomír Neudert, Ph.D., Ing. Blanka Procházková, CSc., doc. Ing. Vladimír Smutný, PhD., prof. Ing. Josef Hůla, CSc. 2015

ISBN 978-80-7509-327-1

OBSAH

3	ZPRACOVÁNÍ PŮDY	8
3.1	Význam zpracování půdy v agrosystému	8
3.2	Pojetí termínu „zpracování půdy“	8
3.3	Členění systému zpracování půdy	9
3.3.1	Chronologické hledisko.....	9
3.3.2	Intenzita – hloubka zásahů	10
3.3.3	Praktické a ekonomické rozdělení systému zpracování půdy.....	10
3.4	Historický vývoj systémů zpracování půdy a používání minimalizačních technologií	13
3.4.1	Vývoj systémů zpracování půdy	13
3.4.2	Historie zpracování půdy na našem území.....	15
3.4.3	Vývoj používání minimalizačních technologií	18
3.4.3.1	Výzkum a používání minimalizačních technologií v ČR.....	20
3.5	Tradiční zpracování půdy	21
3.5.1	Základní zpracování půdy	21
3.5.1.1	Podmítka.....	21
3.5.1.2	Orba.....	27
3.5.1.3	Prohlubování ornice a meliorační kypření půdy	43
3.5.2	Zpracování půdy před setím a sázením	47
3.5.2.1	Seťové lůžko.....	47
3.5.2.2	Smykávání.....	48
3.5.2.3	Vláčení půdy	49
3.5.2.4	Kypření půdy.....	52
3.5.2.5	Válení půdy	53
3.5.2.6	Moderní způsoby předseťového zpracování půdy	55
3.5.3	Kultivační zásahy během vegetace	56
3.5.3.1	Vláčení během vegetace.....	56
3.5.3.2	Válení během vegetace.....	56
3.5.3.3	Plečkování	56
3.5.3.4	Oborávání (hrůbkování)	57
3.5.3.5	Kultivace během vegetace u jednotlivých plodin	58
3.6	Minimalizační technologie zpracování půdy	60

3.6.1	Rozdělení minimalizačních technologií	60
3.6.1.1	Rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v České republice.....	60
3.6.1.2	Rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v USA	61
3.6.1.3	Rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v Německu	61
3.6.2	Důvody rozvoje a širšího používání minimalizačních technologií	62
3.6.2.1	Důvody ekologické	62
3.6.2.2	Důvody ekonomické	65
3.6.2.3	Důvody technické.....	66
3.6.3	Současný stav používání minimalizačních technologií zpracování půdy	67
3.6.3.1	Používání minimalizačních technologií ve světě	67
3.6.3.2	Používání minimalizačních technologií v České republice.....	68
3.6.4	Podmínky pro uplatňování minimalizačních technologií.....	70
3.6.4.1	Stanovištní podmínky.....	70
3.6.4.2	Organizační podmínky	71
3.6.5	Stroje pro minimalizační technologie	72
3.6.5.1	Stroje na zpracování půdy	72
3.6.5.2	Secí stroje	80
3.6.6	Rizika používání minimalizačních technologií	86
3.6.6.1	Kumulace organické hmoty ve svrchní vrstvě půdy	87
3.6.6.2	Výskyt chorob	87
3.6.6.3	Rozvoj škůdců	88
3.6.6.4	Výskyt plevelů.....	89
3.6.7	Možnosti používání minimalizačních technologií u hlavních polních plodin	89
3.6.7.1	Ozimá pšenice	89
3.6.7.2	Jarní ječmen.....	92
3.6.7.3	Kukuřice	94
3.6.7.4	Hrách a sója	95
3.6.7.5	Ozimá řepka	96
3.6.7.6	Mák.....	97
3.6.7.7	Cukrovka	98
3.6.8	Legislativní podmínky pro zpracování půdy.....	99
4	POLNÍ PLEVELE.....	102
4.1	Charakteristika polních plevelů a jejich rozdělení	103

4.2 Škodlivost plevelů	106
4.2.1 Přímá škodlivost plevelů	106
4.2.2 Nepřímá škodlivost plevelů.....	107
4.3 Užitečnost plevelů	108
4.4 Rozmnožování plevelů	108
4.4.1 Generativní rozmnožování	109
4.4.1.1 Produkce semen a plodů a jejich rozšiřování	109
4.4.1.2 Klíčivost a vzházivost semen a plodů	111
4.4.1.3 Délka života semen	113
4.4.2 Vegetativní rozmnožování	115
4.4.2.1 Vlastnosti orgánů vegetativního rozmnožování	116
4.4.2.2 Rozšiřování plevelů orgány vegetativního rozmnožování	117
4.4.3 Potenciální a akutní zaplevelení	117
4.5 Vztahy plodin a plevelů v agrofytocenóze	119
4.6 Vývoj a změny plevelných společenstev	122
5 REGULACE PLEVELŮ	125
5.1 Preventivní opatření – vliv agrotechnických faktorů na plevele	127
5.1.1 Vliv struktury plodin a jejich střídání	127
5.1.2 Vliv zpracování půdy	128
5.1.3 Vliv používání herbicidů	130
5.1.4 Vliv interakce více faktorů.....	130
5.2 Přímé plevelohubné zásahy	131
5.2.1 Mechanické metody	131
5.2.2 Fyzikální metody	133
5.2.3 Biologické metody	133
5.2.4 Chemické metody.....	133
5.2.4.1 Charakteristika herbicidů	134
5.2.4.2 Rozdělení herbicidů.....	136
5.2.5 Principy regulace plevelů v hlavních polních plodinách	137
POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE	145

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Vrstvy zpracování půdy	10
Obrázek 2: Schéma rozdělení systému zpracování půdy	12
Obrázek 3: Rozhodovací mechanismus pro výběr vhodné technologie	13
Obrázek 4: Typy strojů používaných k podmtíce	26
Obrázek 5: Průběh orby.....	28
Obrázek 6: Obracení půdy při orbě	29
Obrázek 7: Ruchadlo bratraců Veverkových (<i>vlevo</i>) a Ruchadlo s podrýváky zkonstruované F. Horským v roce 1853 (<i>vpravo</i>)	30
Obrázek 8: Pluh a orební těleso.....	30
Obrázek 9: Typy odhrnovacích desek	31
Obrázek 10: Střídání hloubky orby v osevním postupu.....	36
Obrázek 11: Způsoby orby	38
Obrázek 12: Způsoby orby – dokola, do klínu.....	39
Obrázek 13: Schéma uložení správně zaoraného chlévského hnoje	42
Obrázek 14: Pluh vybavený podrývací radličkou	44
Obrázek 15: Dlátový kypřič).....	45
Obrázek 16: Hloubkový kypřič	46
Obrázek 17: Rigolovací pluh.....	46
Obrázek 18: Dobře připravené set'ové lůžko a založený porost	47
Obrázek 19: Smykování	49
Obrázek 20: Hlavní typy válců.....	55
Obrázek 21: Moderní kombinované stroje.....	55
Obrázek 22: Moderní plečky.....	57
Obrázek 23: Oborávání brambor.....	58
Obrázek 24: Radličkový kypřič nesený	75
Obrázek 25: Talířový kypřič	77
Obrázek 26: Detail talířového kypřiče s talíři na samostatných slupicích	77
Obrázek 27: Kombinátor s nepoháněnými pracovními nástroji.....	79
Obrázek 28: Dlátový kypřič	80
Obrázek 29: Jednokotoučové botky secího stroje s plynulým výsevem	82
Obrázek 30: Dvoukotoučové botky secího stroje s plynulým výsevem	83
Obrázek 31: Secí kombinace - stroje spojující přípravu půdy se setím	84

Obrázek 32: V sortimentu strojů na přesné setí jsou i stroje, které lze využít po tzv. pásovém zpracování půdy 85

Obrázek 33: Kombinované botky pro setí a aplikaci minerálního hnojiva pod lůžko osiva ... 86

Tabulka 1: Přednosti a nedostatky orby a minimalizace zpracování půdy 11

Tabulka 2: Rozdělení podmítky podle hloubky 25

Tabulka 3: Výhody a nevýhody pluhu 27

Tabulka 4: Rozdělení pluhů 30

Tabulka 5: Rozdělení orby podle hloubky 35

Tabulka 6: Brány s nepohyblivými pracovními částmi 50

Tabulka 7: Brány s pohyblivými pracovními částmi 51

Tabulka 8: Rozdělení kypřičů používaných v předset'ové přípravě půdy..... 53

3 ZPRACOVÁNÍ PŮDY

System zpracování půdy je jedním z agrotechnických zásahů, kterým můžeme ovlivnit **produkcii**, ale i **půdní prostředí**.

3.1 Význam zpracování půdy v agrosystému

Zemědělské systémy - tedy i systém zpracování půdy - se pozměňují adekvátně s hospodářskými změnami ve společnosti. Odrážejí tak současnou úroveň vědeckých poznatků, nahromaděných problémů, ale i praktických zkušeností společenských komunit. V dnešní době jsou to především vlivy a tlaky ekonomické úspornosti a zjednodušení v technologiích zpracování půdy. Svůj vliv zde mají i aspekty ochrany půdy a životního prostředí.

Celková snaha po revizi tradičních technologických postupů v celém rozsahu primární zemědělské produkce nesmí však končit v nedostatečně nebo nevhodně upraveném půdním prostředí pro pěstované rostliny. **Požaduje-li pěstitel po rostlinách velký výkon (výnos), musí jim k tomu vytvořit příhodné základní předpoklady, tj. i zpracováním kvalitně upravenou půdu.** Šetřit a omezovat vstupy do produkčního procesu lze, ale ne za každou cenu. Pěstitel musí mít na paměti, že jeho menší péče o půdu a rostliny bude mít vždy za následek i nižší výnos rostlin.

Z těchto aspektů je soustava úkonů ve zpracování půdy téměř nenahraditelná. Půda sama nemá schopnost vhodné prostředí pro přijetí osiva nebo sadby vytvořit. Proto se zemědělec musí snažit půdu upravit vhodnou technologií, která odpovídá současnému stupni poznání a vývoje společnosti.

3.2 Pojetí termínu „zpracování půdy“

Zpracování půdy je stabilizující složkou systémů hospodaření na půdě a je základní podmínkou pro příznivý počáteční (iniciální) i celkový růst a vývoj rostlin.

Terminologicky i významově je blízké pojmu kultivace půdy. Termín „**kultivace půdy**“ (z lat. cultivare, cultivatio - zlepšovat, upravovat, z hlediska zemědělského obdělávat půdu) je však obsahově **širším pojmem**. Zahrnuje totiž všechny zásahy a opatření v obdělávání půdy, kterými se půda pro pěstitelské využití upravuje, tedy i zásahy agromeliorační, půdoochranné, komplex úkonů ve zpracování půdy i kultivační zásahy v porostech pěstovaných rostlin.

Termín „**zpracování půdy**“ je však obsahově užší proto, že zahrnuje úkony a zásahy upravující ornici a část podorniční vrstvy do vhodného strukturního stavu aplikované do doby

vzcházení pěstovaných rostlin. Je to soustava zpracovatelských zásahů prováděných v časovém rozmezí od sklizně předcházející plodiny (předplodiny) do vzejití následující (následné) plodiny na pozemku.

Je třeba mezi oběma termíny rozlišovat. V 80. - 90. letech se více, díky Kudrnově teorii a nauce o zemědělských soustavách, rozšiřoval termín „kultivace půdy“, který ne zcela adekvátně nahrazoval termín „zpracování půdy“ (KUDRNA, 1985). V současné době, převážně vlivem zemědělské praxe i kontaktů se zahraničím, je znovu obecně používán termín „zpracování půdy“.

3.3 Členění systému zpracování půdy

Při volbě způsobů zpracování půdy je potřeba postupovat diferencovaně podle půdních a klimatických podmínek a nároků pěstovaných plodin na půdní prostředí i aktuálního stavu půdy.

Všechny úkony a zásahy při zpracování půdy tvoří systém, který lze dělit

- 1) z hlediska chronologického,
- 2) z hlediska intenzity, tj. hloubky zásahů,
- 3) z hlediska praktického a ekonomického použití.

3.3.1 Chronologické hledisko

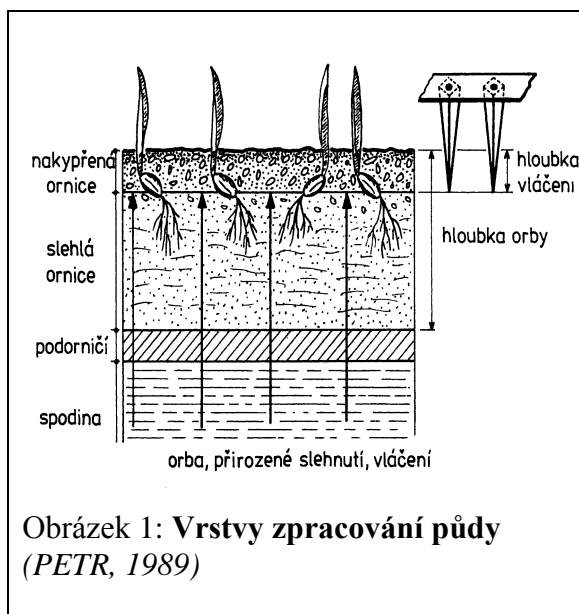
Chronologické hledisko řadí jednotlivé úkony v časovém pořadí tak, že začíná posklizňovým obdobím po obilninách. Patří sem seřazení:

- podmítka, nebo náhradní kypření strniště
- ošetření podmítky
- výsev strništních (letních) meziplodin
- orba, nebo náhradní zásahy za orbu (hlubší kypření ornice, minimalizační technologie)
- prohlubování ornice
- předseťová a předvysadbová příprava půdy
- kultivace půdy v porostech plodin

3.3.2 Intenzita – hloubka zásahů

Ornici si může z pohledu zpracování půdy rozdělit na tři vrstvy (povrchová vrstva, orniční vrstva a podorničí). Z tohoto pohledu zpracováváných vrstev půdy rozlišujeme úkony podle hloubky zásahu do půdy:

1. povrchové (mělké) zpracování
 - podmítka a její ošetření
 - kypření povrchu ornice
 - utužení povrchu ornice
 - příprava půdy k setí a výsadbě
 - ošetřování půdy v porostech plodin
2. hluboké zpracování
 - orba
 - prohlubování ornice (přioráváním, podrýváním, hlubším kypřením)
3. kultivační zásahy v podorničí
 - velmi hluboké kypření
 - agromeliorační zásahy (úpravy pozemků, regulace vodního režimu v půdě).



3.3.3 Praktické a ekonomické rozdělení systému zpracování půdy

Jestliže v konvenčním způsobu hospodaření na půdě (systém s vysokou intenzitou chemizace ve výživě a ochraně rostlin) se podílelo zpracování půdy na tvorbě výnosu plodin 16 až 18 %, pak v systému omezujícím aplikaci uvedených intenzifikačních faktorů má podíl zpracování půdy efekt 25-30 %. Lze tedy zdůraznit, že v současném integrovaném zemědělství je význam zpracovatelských a kultivačních zásahů na půdě vyšší.

V současné době se vedle pracovně a energeticky náročných postupů zpracování půdy s orbou stále více používají minimalizační postupy. Ty se vyznačují dvěma znaky, a to redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a ponecháním zbytků rostlin na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy. Jde o různé formy mělkého zpracování půdy, náhrady orby kypřením, výsevy plodin do povrchově zpracované a do nezpracované půdy, výsevy plodin do vymrzajících meziplodin a další.

V současné době lze tedy akceptovat následující základní rozdělení způsobů zpracování půdy (HŮLA, PROCHÁZKOVÁ a kol., 2008):

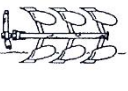






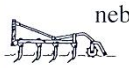




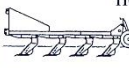









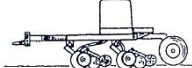
- **Konvenční zpracování půdy** - tj. technologie s orbou - půda je každoročně zpracovávána radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemní části plevelů jsou zapravovány do půdy,
- **Minimalizační zpracování půdy** – tj. technologie bez orby.

Každý z těchto způsobů má své „pro i proti“. Těžko můžeme najít ideální řešení. Stručný přehled předností a nedostatků technologií s orbou a minimalizačních technologií ukazuje tab.1.

Tabulka 1: **Přednosti a nedostatky orby a minimalizace zpracování půdy**
(NEUDERT, PROCHÁZKOVÁ, 2009)

<i>Orba</i>		<i>Minimalizace</i>	
přednosti	nedostatky	přednosti	nedostatky
možnost zapravení a rovnoměrného rozdělení organické hmoty v půdě	úbytek půdního humusu intenzivnější mineralizací	pomalá mineralizace, udržování úrodnosti půdy i při dlouhodobém využívání	stratifikace živin při dlouhodobém využívání
tvorba struktury půdy působením mrazu - mrazové garé	poškození struktury orbou a následnou přípravou půdy k ozimům, náchylnost k tvorbě škraloupu	postupná obnova půdní struktury	
pozitivní vliv na vláhový a vzdušný režim půdy ve vlhčích oblastech	snižování obsahu vody v ornici v suchých oblastech	lepší hospodaření s vodou	zvýšený výpar vody při setí do nezpracované půdy
mechanická regulace biotických škodlivých činitelů, regulace výdrolu, snížení nákladů na pesticidy	vysoké finanční náklady a vysoká spotřeba energie	úspory práce a energie, vyšší zisk	vyšší náklady na pesticidy a opakované zpracování půdy při nevhodném provádění, regulace výdrolu chemicky
	změna podmínek pro rozvoj mikroorganismů	stabilizace podmínek pro rozvoj mikroorganismů	
samočištění půdy mikroorganismy v aerobním prostředí	vytváření půdní zásoby semen zanášením do větších hloubek		příznivé podmínky pro rozšiřování plevelů, především víceletých
nakypření půdy a u jařin podmínky pro tvorbu drobtovité struktury půdy	přílišné nakypření méně vhodné pro některé plodiny		přílišné utužení půdy, zhoršený vzdušný režim ve vlhkých letech
regulace výskytu hrabošů	potlačování výskytu a rozmnožování edafonu (žížal)	podmínky pro rozvoj půdního edafonu (žížal)	podmínky pro rozmnožování hrabošů

	zvýšení odnosu zeminy vodní a větrnou erozí - snižování hloubky půdního profilu	omezení eroze	
časnější zpracovatelnost půdy na jaře	kontrastní rozdíly fyzikálních vlastností mezi vrchní a spodní vrstvou půdy	lepší vsakování vody do půdy při dostatku biopórů	pomalejší prohřívání půdy a pomalejší mikrobiální aktivita na jaře

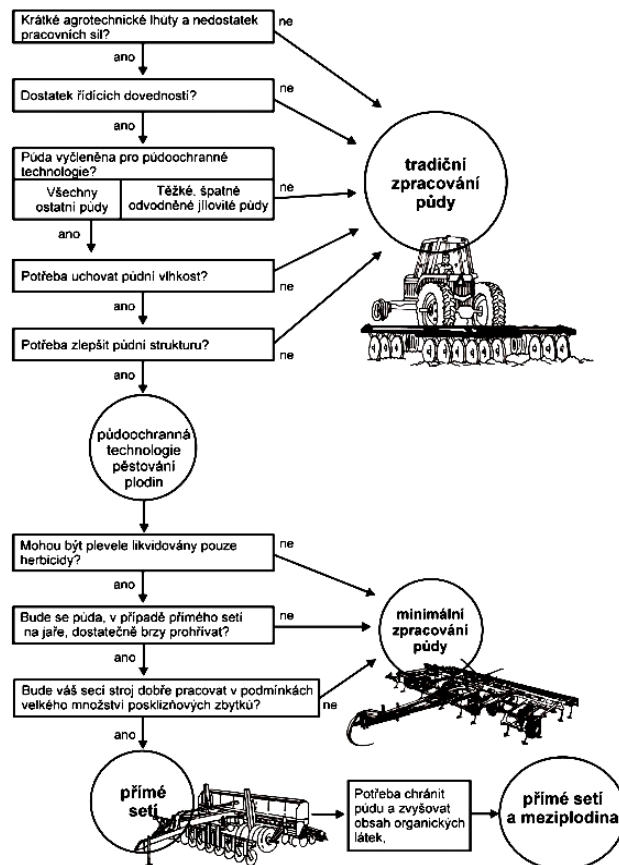
Postupy zpracování a přípravy půdy	Pracovní úkony			Pracovní postupy
	Základní příprava půdy	Příprava setového lože	Setí	
Konvenční příprava půdy pluhem		 nebo 		oddělené
		 nebo 		reduované, příprava setového lože a setí kombinovány
				reduované, všechny pracovní postupy kombinované
Půdochranná příprava bez pluhu	 nebo 	 nebo 		oddělené
	 nebo 	 nebo 		reduované, kombinace přípravy setového lože a setí
s kypřením	 nebo 			reduované, všechny pracovní postupy kombinované
bez kypření		 nebo 	 nebo 	reduované, příprava setového lože a setí kombinovány
Přímé setí Žádná příprava půdy				jen setí

Obrázek 2: Schéma rozdělení systému zpracování půdy (KÖLLER-LINKE, 2006)

Volba technologie zpracování půdy musí respektovat:

- půdní a klimatické podmínky,
- předplodinu a plodinu, k níž je půda zpracovávána,
- časovou náročnost,
- dopady na půdu, biotické škodlivé organizmy,
- ekonomiku (náklady na technologii),
- požadavky legislativy.

Systém rozhodování pro výběr kultivace



Obrázek 3: Rozhodovací mechanismus pro výběr vhodné technologie (MONSANTO, 2000)

3.4 Historický vývoj systémů zpracování půdy a používání minimalizačních technologií

3.4.1 Vývoj systémů zpracování půdy

Vývoj způsobů zpracování půdy souvisí s vývojem zemědělství a celkově s vývojem společnosti. Počátky zemědělství začínají v 10.–8. tisíciletí před Kristem, v době, kdy člověk upouštěl od tzv. sběrného způsobu své výživy a začal se živit i primitivním pěstováním obilnin.

Systémy zpracování půdy do 19. století

Primitivní zemědělský systém se rozvinul v teplých lesních nebo stepních polohách. Byl založen na nejjednodušší úpravě půdy (vypálení lesa a travnatých porostů) na niž první zemědělci rozhazovali semena travin, která zašlapávali nebo zahrnovali do popela větvemi.

Náplavový systém zemědělství vznikl především v úrodných nížinách a v povodí velkých řek Eufratu a Tigridu v počátku 4. tisíciletí př. Kr. Tam se rozvinula kultura i zemědělská říše

Sumerů a Akkádů, kteří již pěstovali pšenici i ječmen, ale i luskoviny (čočka, hrách, bob) a také len, pro něž půdu v náplavách rozrývali hlouběji **dřevěným nářadím** (motyky, rýče – kopaničářský systém) ručně, **následně rádlý s kamennými a později bronzovými hroty** potažným způsobem. Ve 3. tisíciletí př. Kr. znala tato kultura již tzv. secí pluh, který plnil úlohu jakéhosi secího stroje rozrýváním náplavu a vypadáváním osiva do zkyplené půdy. Podobný náplavový systém byl rozvinut v povodí Nilu v Egyptě, kde je v určitých rysech zachován dodnes.

Ve 4. tisíciletí př. Kr. (doba bronzová) byla ve vyspělejších zemědělství (umělé závlahy) na území dnešního Iráku používána **dřevěná rádla** podobná pozdějším ruchadlům i **nářadí z pálené hlíny**. Podobně jsou nalezeny obrazy dřevěných rádel z Palestiny (3 tis. let př. Kr.) z doby krále Šalamouna, včetně pazourkového nářadí, podobně jako v 2. tis. př. Kr. v Sýrii.

Kolébkou evropského zemědělství je Balkánský poloostrov (5.–4. tisíciletí př. Kr.) a Podunají, odkud se ve 4. tis. př. Kr. rozšířilo na naše území. Rozvinulo se hlavně na úrodných sprašových půdách s příchodem zemědělců z oblasti Černého moře.

V 5.–4. století př. Kr. se velmi rozvíjelo zemědělství na území Řecka a později na území ovládaném Římany. Řekové i Římané pěstovali kromě obilnin i druhy, které byly náročnější na zpracování půdy (zeleniny, ovocné dřeviny) k čemuž používali **dřevěná oradla** (ruchadla) **okutá železem**. Expanzí Římanů se toto nářadí dostalo až do jižní části našeho území. První železná radlice na našem území pochází z období Keltů (z 1. století př. Kr.)

Postupnou úpravou částečně železných, později až celokovových oradel tak, aby půda nebyla jen rozrývána, ale částečně i obracena, se začaly v jižní Evropě používat **jednoduché pluhý**, zprvu bez plazu, později s opěrnými plazy (asi 6.–7. století po Kr.). Rozrytá a částečně odsunutá část půdy (skýva) byla rozkopávána motykami a urovnávána dřevěnými branami s železnými hřeby nebo vlečenými trámcí a deskami. Tento způsob obdělávání půdy se v různých obměnách udržel v evropských podmínkách až do 18. století, v zemích s pomalejším vývojem až do 19. století.

Systémy zpracování půdy v 18. a 19. století

V 18.–19. století je zemědělství ovlivňováno společensko politickými změnami a výraznějším rozvojem produkce (zavádění nových druhů plodin, rozvoj šlechtitelství rostlin i zvířat). Nářadí na zpracování půdy se orientovalo **na zdokonalení funkce pluhů**, především za účelem kvalitního obracení skýv, na vývoj různých **kypřičů** (kultivátorů), **podrýváků** a **bran** (Německo, Francie, Anglie). Těžiště racionalizace však bylo ve zlepšení kvalitní práce pluhů, hlavně odhrnovaček.

Byl **rozvinut způsob orby** do záhonů nebo hřebenů, která měla i funkci meliorační (větší počet brázd na pozemku po celé vegetační období odváděl vodu ze srážek do svodných příkopů).

V konci 19. století se projevují i prvky racionalizace, např. **jednoduchá spojování nářadí** (dvoje brány za sebou, dvojradičné pluhy).

Systémy zpracování půdy ve 20. století

Dvacáté století je období výrazné **racionalizace ve zpracování půdy**. Ve vyspělých částech Evropy (střední a západní) jsou v zemědělské produkci realizovány aspekty vyšší intenzity, což podnítilo i rozvoj nářadí, strojů na zpracování půdy, ale i způsobů orby (např. využití lanové orby apod.). Zatím co v první polovině století (do druhé světové války) převládá potažní obdělávání půdy, druhá polovina je ve znamení zemědělské techniky, především vývoje traktorů a více radičných orebních soustav. Agregací různých strojů (smyky, brány, kypřiče, válce) vznikly variabilní kombinační soustavy a následně i systémy zpracování půdy, jejichž cílem je úprava a osetí pozemků s minimálním počtem pojezdů. Převládají **trendy zjednodušených technologických postupů** ve zpracování půdy s dobrými ekonomickými výsledky i příznivějšími ekologickými dopady na zemědělskou krajinu. Od šedesátých let se začínají používat tzv. **minimalizační technologie** zpracování půdy bez použití orby. Největší rozvoj a uplatnění těchto technologií byly zaznamenán v posledních patnácti letech (po roce 1990).

3.4.2 Historie zpracování půdy na našem území

Období slovanské kultury až po 19. století

Významnější společenské a kulturní formace pronikaly na území našeho státu z jihozápadu a jihovýchodu Evropy. Zemědělskou vyspělostí se vyznačovali především Římané a Keltové. Slovanské osídlení naší země absorbovalo po nich dědictví v pěstování rostlin a ve způsobech obdělávání půdy. Společnost našich slovanských předků neprošla otrokářským zřízením, ale byla společenstvím rodovým, bez výraznějšího válečnického zaměření a vázaná na půdu a její využívání.

Slovanské období (od 5. století po Kr.) se vyznačuje poměrně vyspělou kulturou. V této době se tu již pěstovaly některé hlavní kulturní rostliny tehdejší Evropy, což vyžadovali i dobré zpracování půdy.

Zemědělské nářadí používané starými Slovany bylo početné. Znali dřevěné a železem okuté rýče, sekyrky a motyky, dřevěné brány, ale hlavně oradla se železnými radlicemi. Řada slovanských železných radlic, od malých symetrických, přes radlice nepatrně asymetrické, až k asymetrickým radlicím středověkého záhonového pluhu horizontálně odřezávající skývu, dokládá postupný **vznik a vývoj pluhu z rádla na našem území v druhé polovině prvního tisíciletí**, nejpravděpodobněji od 9. nebo 10. století. Pluh, kterým se tak začalo orat do záhonů, umožnil lépe částečné zaklopení skýv, hlavně při orbě travnatých ploch, než to mohlo provést původní bezplazové nebo plazové rádlo.

Toto nářadí se pak používá po několik století. Velmi se plužní radlice i pluchy rozšířily v rozvinutém úhorovém systému začátkem 13. století. Od počátku 16. století dochází v zemědělské produkci ke zvýšené potřebě zemědělských produktů (vzrůst měst, obchodu a řemesel), ale zemědělské nářadí zůstává na stejné úrovni, snad se jen více používalo k orbě a práci koňských potahů.

Po dlouhém období stagnace (poddanský systém, válečné události) dochází v konci 18. století k hospodářskému oživení, což se odráží i v zemědělství ve snaze o zvýšení produkce.

V roce 1769 byla založena „Společnost orby a svobodných umění“, později změněná na „C.K. vlastenecko-hospodářskou společnost“. V roce 1771 byla zřízena stolice zemědělství na univerzitě a byly první zemědělské výstavy, což podnítilo úsilí o lepší a nové konstrukce strojů pro důkladnější zpracování půdy.

19. století – vynález ruchadla bratranců Veverkových

V počátku 19. století jsou vyvíjeny nové stroje i typy pluhů, hlavně vlivem snahy o dobré zaorání jetelišť, zaorávání hnoje a naorávání po okopaninách.

Snaha o zvýšení produkce, ale i kvalitní úpravy podmínek pro růst rostlin, se odrazila ve vynálezu nového orebního nářadí – **ruchadla bratranci Veverkovými**. Ruchadlo bylo nové tím, že mělo zesílenou slupici, upravenou délku plazu a místo tradiční radlice s dřevěnou odhrnovačkou mělo kovovou desku v dolní části mírně válcovitě vydutou s vertikální rovinou svírající úhel mírně větší než 45° a se dnem brázdy úhel 60–70°. Toto postavení radlice šikmo proti směru jízdy umožnilo, že rozoraná půdy byla obrácena jen na jednu stranu. **Ruchadlová, tj. válcová radlice se stala mezníkem ve vývoji pluhů u nás i ve světě**. Rychle se rozšířila na našem území, podle ní se vyráběla ruchadla v Německu, Polsku, od roku 1837–1838 měly tyto radlice také pluchy Johna Deera v USA. Ruchadlové radlice uplatňoval v letech 1830–1865 František Horský při konstrukci nářadí a strojů ke zpracování půdy. Celokovové pluchy ruchadlového typu začal v Roudnici vyrábět od roku 1882 J. Pacner. Ruchadlo se stalo

mezníkem ve vývoji mechanického zpracování půdy a umožnilo intenzivnější pěstování polních plodin.

Systém zpracování půdy ve 20. století

Konec 19. a první dekáda 20. století byly ve vývoji strojů pro zemědělství, hlavně pro zpracování půdy, velmi dynamické. **Kromě vývoje plužních typů jsou zaváděny železné brány, různé typy kultivátorů a secí stroje.** Na velkostatkách se začíná používat **parní stroj při parní orbě, lanová orba** apod. Před I. světovou válkou se v době konjunktury zemědělské strojírenství, takže nastal i vzrůst zemědělské produkce. Období hospodářských krizí mezi světovými válkami omezovalo rozvoj a strojní modernizaci zemědělství na větší rolníky a hlavně na velkostatky. **S rozvojem hospodářského a rolnického družstevnictví je spojeno pořizování a využívání větších strojů (traktory, mlátičky).**

Po druhé světové válce nastává radikální změna v zemědělství, dochází ke **združstevňování** rolnických hospodářství a zestátnění velkých statků. Zpracování půdy i jiné práce byly z počátku v založených jednotných zemědělských družstvech a státních statcích zajišťovány převážně státními strojními a traktorovými stanicemi zakládanými po roce 1948. Později, po ekonomické stabilizaci zemědělských družstev, si družstva prováděly práce vlastními stroji.

Traktorová orba a další širokozáběrová výkonná technika zcela vytlačila potažní polní práce. Víceradličné pluhy a podmítače, kombinované stoje pro přípravu půdy, secí stroje, stroje pro kultivaci půdy v porostech plodin i další stroje vytvořily základ pro velkoprodukční systém zemědělské výroby.

Současné trendy ve zpracování půdy

V předchozích desetiletích byly záměry konstruktérů orientovány hlavně na výkonnost strojů bez ohledu na možné negativní důsledky (destrukce a zhutnění půdy). **Současné trendy vývoje strojů pro zpracování půdy sledují nejen jejich výkonnost, ale i dopady ekologické a ekonomické.** Z tohoto aspektu jsou u nás využívány vhodné stroje naší výroby a ve velké míře jsou k nám importovány špičkové stroje ze zahraničí. Současná úroveň používané zemědělské techniky i systémů zpracování půdy v ČR je adekvátní systémům používaným v hospodářsky vyspělých zemích.

3.4.3 Vývoj používání minimalizačních technologií

Orba byla po staletí znakem pokrokových systémů pěstování zemědělských plodin. První pokusy nahradit pluh zařízením podobným kultivátoru byly zaznamenány v 18. století. **V 19. století se v suchých oblastech** jižní a východní Evropy (ale i v USA) **rozvinuly různé systémy zpracování půdy, které jen povrchově půdu kypřily, podrývaly a jen minimálně obracely**, aby nedocházelo k větší ztrátě vody z ornice. Tak např. systém „dry farming“ (USA, Kanada) zavedl Campbell a spočíval v použití mělké až středně hluboké orby ošetřené kroužkovým válcem s funkcí pěchu (podpovrchové kypření), nebo systém „Stubble – mulch farming“ vyvinutý výzkumnou stanicí v Lincolnu (USA). Ten nahrazoval orbu speciálními kultivátory se šípovými radličkami používanými po sklizni obilnin, přičemž část strniště zůstala na povrchu ornice jako mulčový pokryv.

Z přelomu století je znám systém Jeana de Brue (Francie) v němž je pluh rovněž nahrazen kypřičem použitým po sklizni obilnin tak, že se v 7–10 zásazích kypření prohlubovalo až do hloubky 0,20–0,24 m.

Systém mělké orby s kypřením podorničí podrýváním byl zaveden v Německu s využitím speciálních pluhů (Burmestruv, Klausingův).

V suchých podmínkách Ruska byly vyvíjeny systémy zcela vylučující práci pluhu a jeho nahrazení kypřiči (systém Orosiňského) nebo náhrada talířového pluhu talířovými podmítači a pluhy bez odhrnovaček (Malcevův systém).

Zemědělství bez orby bylo poprvé systematicky posouzeno ve dvacátých a třicátých letech 20. století Russelem a dalšími. Ukázalo se při tom, že **výnosy jsou ve značné míře nezávislé na systému zpracování půdy. Při zpracování půdy bez orby se jako problematická ukázala regulace plevelů, v té době založená pouze na mechanických zásazích.**

Ve třicátých letech minulého století zapříčinila kombinace intenzivního zpracování půdy a sucha v obilnářských oblastech USA prašné bouře a katastrofální větrnou erozi. Krize způsobená půdní erozí přiměla kongres ustanovit novou federální agenturu The Soil Conservation Service, dnes Natural Resources Conservation Service. President Franklin D. Roosevelt v roce 1937 uvedl v dopise státním guvernérům, že „Národ, který zničí svoji půdu, zničí sám sebe“. Během druhé poloviny 20. století byly vytvořeny agentury na ochranu půdy v mnoha zemích po celém světě.

Tyto události vedly k diskusi o užitečnosti orby. Hnutí za nezpracování půdy bylo vedeno Edwardem Faulknerem, který napsal knihu „Plowman's Folly“. Podle slov autora byla tato

kniha vydána, aby ukázala, že pluh, který je používán na farmách po celém civilizovaném světě je nejméně vhodným nástrojem na přípravu půdy pro pěstování plodin.

Na základě teorie, že při dostatečné likvidaci plevelů lze upustit od zpracování půdy, proběhly v padesátých letech první pokusy se zpracováním půdy bez orby. Pokusy ukázaly, že plodiny lze pěstovat bez hlubšího zpracování půdy orbou aniž by se snížil výnos. Prosazení minimalizačních postupů do praxe však umožnilo teprve vyvinutí vhodných herbicidů. V USA to bylo umožněno zavedením atrazinu. Ve Velké Británii se s rozsáhlými výzkumy minimalizačních technologií začalo v roce 1961 po zavedení paraquatu. Prosazení přímého setí výrazně ulehčilo zavedení glyfosatu v roce 1974. V sedmdesátých letech, co se týče rozlohy bezorebného systému, zaujímala vedoucí postavení Velká Británie.

Od šedesátých let minulého století dochází po celém světě k postupnému přechodu od tradičních způsobů zpracování s orbou k různým formám minimalizačních technologií. Ještě však počátkem šedesátých let nebylo farmáři v USA hospodaření bez pluhu výrazněji podporováno. Bylo vnímáno jako způsob farmaření, který se nedotkne příliš velké části půdy, ale někteří si mysleli, že může zemědělství změnit. Několik průkopníků systému hospodaření bez orby bylo prostředníky při představování a zavádění nových zemědělských technik. David Van Doren a Glover Triplett založili v roce 1962 na státní univerzitě v Ohaiu dlouhodobé pokusy s různými způsoby zpracování půdy. Toto jsou nejdéle trvající pokusy s technologiemi zpracování půdy bez orby na světě.

Od šedesátých let je celosvětově prováděn rozsáhlý výzkum technologií zpracování půdy bez orby. Zaměřen je především na hodnocení vlivu variantních systémů zpracování půdy a zakládání porostů na kvalitu půdního a životního prostředí, na růst, výnosy a kvalitu pěstovaných plodin, na ekonomiku a trvalou udržitelnost rostlinné produkce.

Výsledky obecně ukazují, že snížení hloubky a intenzity zpracování půdy má většinou příznivý vliv na půdní a životní prostředí. Může vést ke zvyšování obsahu a kvality půdní organické hmoty, zlepšování strukturního stavu půdy, zvyšování biologické aktivity půdy, ke zvyšování infiltrace vody do půdy, k regulaci vodní a větrné eroze, ke snižování emise oxidu uhličitého z půdy do ovzduší apod.

Pro zajištění setrvalosti systému hospodaření bez orby je nutné zabezpečit i potřebnou výnosovou úroveň pěstovaných plodin. Výnosová reakce jednotlivých druhů plodin na hloubku a intenzitu zpracování půdy do značné míry závisí na konkrétních půdních a povětrnostních podmínkách. Z důvodů značné variability povětrnostních podmínek mezi roky a možných kumulativních efektů půdních procesů je hodnocení vlivu různých způsobů zpracování půdy na výnosy plodin více spolehlivé v dlouhodobějších polních pokusech.

Výsledky těchto pokusů obecně ukazují, že výnosy plodin pěstovaných po orbě a po minimalizačních technologiích se většinou příliš neliší.

Diskuse o vhodnosti používání minimalizačních technologií zpracování půdy dále pokračuje, neboť řešení pro všechny situace není jednoduché. **Efekt jejich používání je různý v různých agroekologických podmínkách**. Pro určité půdně klimatické podmínky je proto nutné ověřit vhodné technologické postupy zpracování půdy a zakládání porostů a těmto postupům uzpůsobit celou pěstební technologii jednotlivých plodin.

Celkově lze shrnout, že **z celosvětového hlediska převažuje systém zpracování půdy bez orby** ve všech svých různých formách. Plochy takto obdělávané půdy se neustále zvyšují.

3.4.3.1 Výzkum a používání minimalizačních technologií v ČR

V České republice má výzkum i používání minimalizačních technologií zpracování půdy dlouholetou tradici. Výzkum je prováděn již od šedesátých let. Byl započat a dlouhodobě komplexně prováděn ve Výzkumném ústavu základní agrotechniky v Hrušovanech u Brna, v současné době se na něm podílí celá řada výzkumných pracovišť včetně zemědělských univerzit.

Získány byly především poznatky o vlivu těchto technologií na růst, vývoj a výnosy plodin a na změny půdního a životního prostředí. V současné době je sledování zaměřeno na hodnocení možných rizik plošného a opakovaného používání minimalizačních postupů (včetně možné regulace nepříznivých efektů). Jde především o sledování vlivu na rozvoj škodlivých činitelů.

Největší rozvoj a rozšíření minimalizačních technologií v posledních dvaceti letech lze dát do souvislosti s vývojem a dostupností kvalitní techniky. Technologie zpracování půdy a zakládání porostů bez použití orby jsou v ČR podle odborných odhadů (na základě množství prodaných strojů, jejich plošné výkonnosti a předpokládaného využití) **používány na více než 40 % orné půdy**. Jde především o různé formy mělkého zpracování půdy a náhrady orby kypřením, dále pak výsevy plodin do povrchově zpracované a nezpracované půdy a do vymrzajících nebo chemicky likvidovaných meziplodin. V zemědělské praxi jsou tyto postupy uplatňovány především u hustě setých obilnin a u kukuřice, dále pak u olejnin,

3.5 Tradiční zpracování půdy

Při konvenčním zpracování půdy jde v našich podmínkách o typické každoroční kypření a obracení ornice radličným pluhem. Jedná se o tradiční postupy před založením porostu, kdy se využívá časového odstupu mezi operacemi základního a předset'ového zpracování půdy k plnění požadavků na zpracování půdy (potlačení plevelů, dostatečné přirozené slehávání půdy v době mezi orbou a setím). V současné době však do pojetí konvenčního zpracování půdy běžně zahrnujeme spojování pracovních operací, například spojení orby s drčením hrud a povrchovým utužením půdy, spojení operací předset'ové přípravy půdy či spojení předset'ové přípravy půdy se setím (HŮLA et al., 1997).

Systém tradičního zpracování půdy se člení na tři základní části:

- základní zpracování půdy
- příprava půdy pro setí a sázení plodin
- zpracování půdy během vegetace

3.5.1 Základní zpracování půdy

Základní zpracování půdy má především za úkol propracovat orniční profil půdy, upravit její fyzikální, chemické a biologické vlastnosti a připravit tak dobré podmínky pro růst kořenů a celkově růst a vývoj pěstovaných plodin.

Do základního zpracování půdy patří podmítka, orba a operace vedoucí ke zvětšování orničního profilu.

3.5.1.1 Podmítka

Podmítkou se rozumí mělké zpracování půdy (talířovým nářadím nebo kypřiči, příp. pluhem) po sklizni plodin zanechávajících na stanovišti strniště (obilniny, luskoviny, některé technické plodiny, směsky na zeleno i zrno, píce). I když má podmítka vícestranný význam, za nejdůležitější se považuje především zlepšení hospodaření s půdní vodou a boj proti plevelům (NEUDERT a PROCHÁZKOVÁ, 2009).

V současné době, s klesajícím trendem používání orby při zpracování půdy, velmi stoupá význam podmítky.

3.5.1.1.1 Význam a funkce

Význam podmítky můžeme shrnout do následujících bodů:

- vytvoření kypré povrchové izolační vrstvy půdy za účelem přerušení vzlinavosti vody a omezení neproduktivního výparu,
- zlepšení infiltrace srážkové vody do půdy a zvýšení kondenzace vodních par,
- boj proti škodlivým činitelům (plevelům, chorobám a škůdcům),
- zlepšení fyzikálních vlastností povrchové vrstvy půdy,
- urovnání povrchu půdy,
- podpora biologické činnosti půdy,
- možnost zapravení části dávky minerálních hnojiv a i menších dávek statkových hnojiv do půdy,
- zlepšení zpracovatelnosti půdy a snížení spotřeby energie při následných operacích.

Zlepšení hospodaření s půdní vodou

Po sklizni některých plodin sklizených v letním období, hlavně obilnin, zůstává na poli strniště, které přestává chránit půdu před různými povětrnostními vlivy jako před tím porost. V povrchové vrstvě půdy se zhoršuje fyzikální stav jednak bezprostředním vlivem povětrnostních podmínek a jednak vlivem přejezdu různých mechanizačních prostředků po poli při sklizni apod. To se projevuje především zvýšenou ulehlostí půdního povrchu. V půdě vzniká souvislý kapilární systém umožňující vzlinání půdní vody ze spodnějších vrstev až k povrchu půdy. Nepodmítnutý pozemek tak ztrácí velké množství vody. Voda pak chybí k vláhovému zabezpečení jak půdních procesů, tak i následných plodin. To se nepříznivě projevuje zvláště v suchých podmínkách.

Podmítkou se povrchová vrstva ornice nakypří a provzdušní, přeruší se kapilární systém. V nakypřené vrstvě je převaha nekapilárních pórů. Včas provedená podmítka umožňuje lepší infiltraci srážkové vody do půdy. Podle DEMA et al. (1995) se infiltrace zvýší 2,6–3,4 krát oproti nepodmítnutému pozemku. Udává se, že nepodmítnutý pozemek ztrácí v létě denně 1-2 % vody, což znamená ztrátu vody rovnající se přibližně 2-3 mm srážek (20-30 m³ vody na hektar). V teplých větrných dnech dosahují ztráty až 10 mm za den. Nekapilární póry, které vznikají v půdě po podmítce, jsou naplněny vzduchem. Tak vzniká izolační vrstva, která chrání půdu před nadměrným neproduktivním výparem a omezuje přívod tepla do půdy. Na nepodmítnutých pozemcích, kde tato izolační vrstva chybí, dochází k vyššímu zahřívání půdy směrem do hloubky, to pak vede k dalšímu zvýšení ztrát půdní vody. Poněvadž vzduch má

současně malou tepelnou kapacitu, vznikají v nakypřené vrstvě půdy značné tepelné výkyvy mezi dnem a nocí, což vede k tvorbě půdní rosy. Tvorba půdní rosy může významně přispět ke zlepšení vláhových poměrů především na lehčích vysýchavějších půdách, u nichž je kolísání teploty mezi dnem a nocí zvlášť velké. Spodnější vrstvy se provlhčují, což umožňuje i v suchém období půdu relativně dobře orat.

Vhodně provedená podmítka chrání půdu před vodní a větrnou erozí.

Odplevelování půdy

V systému zásahů proti plevelům je podmítka účinným opatřením. Cílem je semena plevelů mělce zapravit do půdy a vytvořit vhodné podmínky pro klíčení. Její vliv je v tomto směru mnohostranný.

- V podmítnutém pozemku se vyprovokuje ke klíčení určitá část (dle délky dormance) nových semen, které dozrály a vypadaly na povrch před nebo při sklizni. KOVÁČ a kol. (2003) udávají, že semena některých druhů plevelů zpracované hned po sklizni do půdy rychleji ztrácejí klíčivost než po jejich vyschnutí na povrchu půdy.
- Podmítkou se vyprovokují ke klíčení semena, která se nachází v půdě z předcházejících roků z tzv. **staré půdní zásoby**. Podle některých autorů jen asi 5 % vzešlých plevelů na podmítce jsou semena z téhož roku, ostatní jsou ze semen půdní zásoby.
- Zkypřením ulehlejší vrstvy půdy se podpoří biologické ničení plevelů tzv. **samočištění půdy** (tj. zlepšením schopností půdy zbavovat se se staré zásoby semen a plodů plevelů a v posledních letech i zaplevelujících kulturních plodin).
- Podpoří se vyklíčení semen a plodů z „**výdrolu**“ po sklizni plodiny, po které se podmítka provádí. Tento vliv je v poslední době velmi významný z důvodu zvýšeného pěstování dvou ozimů po sobě.
- Podmítkou se účinně oslabují vytrvalé plevele.

Regulace škůdců a původců chorob

Podmítka má rovněž význam při regulaci některým škůdcům a původcům chorob. Ozdravující význam podmítky se uplatňuje především v omezení rozvoje chorob kořenů a pat stébel obilnin, různých druhů fuzarióz a plísni a v posílení tzv. **antifytopatogenního potenciálu půdy**. Podmítkou jsou postihovány vajíčka, larvy a kukly škodlivého hmyzu (bodruška obilní, třásněnky, hrbáč osenní, bejlmorka, bzunky, zelenuška žlutopásá, mūra osenní, květilky, nosatci). Podmítkou jsou zpravidla přerušovány jejich vývojové cykly.

Podpora biologické činnosti půdy

Velmi důležitou funkcí podmítky je zlepšení podmínek pro činnost půdní mikroflóry. Podmítka je první radikálnější zásah do půdy po delší době. Při zlepšení vodního a vzdušného režimu půdy po podmítce se intenzivněji rozvíjí aerobní mikroorganismy, které mobilizují živiny. Zapravením organických zbytků do půdy se vytvářejí příznivé podmínky pro oživení mikrobiální činnosti půdy.

Zlepšení zpracovatelnosti půdy

Jak již bylo zmíněno výše, podmítka zlepšuje i podmínky pro provedení následných zpracovatelských zásahů (následné orby, případně další přípravy půdy k setí). To se projevuje ve větší kvalitě práce a nižší spotřebě energie. Nemalý význam má, především na rozježděných pozemcích, i urovnání povrchu půdy.

3.5.1.1.2 Termín podmítky

Agrotechnická lhůta provedení podmítky je prakticky dána dobou sklizně plodin, po kterých se podmítka provádí. Podmítka je potřeba provést co nejdříve po sklizni za příznivého vlhkostního stavu půdy, podle zásady „za kosou pluh“. Velké ztráty půdní vody po sklizni plodin vedou k rychlému zhoršení podmínek pro provedení kvalitní podmítky i ke zvýšení nákladů. Oddálení, případně vynechání podmítky, se projevuje snížením výnosu následné plodiny v důsledku převážně zhoršených vlhkostních poměrů půdy a většího zaplevelení. Z hlediska účinnosti má větší význam včasný termín, než hloubka podmítky.

Podmítka lze vynechat jen v krajních případech, a to:

- na lehkých nezaplevelených půdách, spíše ve vlhkém roce
- po luskovinách i jiných plodinách, které zanechaly půdu v dobrém strukturním stavu
- po značně opožděné sklizni, kde období na podzimní přípravu půdy pro ozimé plodiny je krátké
- v případech silného napadení obilnin chorobami pat stébel místo podmítky pozemek raději hlouběji zoráme.

3.5.1.1.3 Hloubka podmítky

Hloubka podmítky se významně podílí na jejím konečném efektu. Při volbě správné hloubky podmítky je potřeba brát v úvahu především:

- vlhkostní a teplotní podmínky,
- druh půdy,
- zaplevelení půdy,
- množství posklizňových zbytků,
- stav pozemku po sklizni (hlubší koleje vzniklé při sklizni za vlhkého počasí).

V humidních a chladnějších oblastech většinou vystačíme s podmínkou mělkou, kdežto v sušších a teplejších podmínkách je potřeba vytvořit dostatečně mocnou izolační vrstvu, a proto je zde na místě podmínka hlubší (ŠIMON, LHOTSKÝ a kol., 1989).

Tabulka 2: Rozdělení podmínky podle hloubky

<i>Podmítka</i>	<i>Hloubka</i>	<i>Oblast</i>
<i>mělká</i>	0,06-0,08 m	humidnější oblasti, zvláště HVO a BVO
<i>střední</i>	0,08-0,12 m	ve střední oblasti s vyrovnanými srážkovými poměry s ohledem na výpar; ŘVO
<i>hluboká</i>	0,12-0,15 m	v suché oblasti, KVO

Na lehčích půdách se obecně volí mělká podmínka, na těžších půdách spíše hlubší. Celkově se za převážně suššího počasí v daném roce ve všech podmínkách volí podmínka hlubší.

Na půdách silně zaplevelených vytrvalými pleveli se doporučuje dvojitá opakovaná podmínka. První mělká podmínka se provádí ihned po sklizni plodiny do hloubky 0,10 m talířovým nářadím nebo kypřiči, druhá podmínka radličkovými podmítači na hloubku 0,15 m (po vytvoření listových růžic plevelů).

V příznivých podmínkách na nezaplevelených půdách, kde nelze z organizačních důvodů provést podmínku včas, je možno spojit opožděnou podmínku se setovou orbou na hloubku 0,15 m. Tato situace vzniká tehdy, kdy je doba mezi sklizní předplodiny a termínem setí následné plodiny kratší než asi 6 týdnů.

3.5.1.1.4 Volba nářadí pro podmínku

K podmítce se dříve používaly víceradličné podmítací pluhy. V současné době se používá talířové nebo radličkové nářadí (kypřiče).

Podmítací pluh lépe udržují nastavenou hloubku podmítky, lépe zapravují strniště a posklizňové zbytky a lépe kopírují terén. Za sucha však vytvářejí větší hrudovitost vyžadující vhodné ošetření. Nevýhodou je rovněž poněkud menší pojezdová rychlost ($7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Dnes se používají málo.

Talířové podmítače (kypřiče) se většinou dobře uplatňují při provádění mělké a středně hluboké podmítky. Ve srovnání s radličnými podmítači skývu lépe drobí, ale hůře zapravují posklizňové zbytky, problémem je u nich rovněž dodržení stejnoměrné pracovní hloubky. Mají větší pojezdovou rychlost (až $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) a nižší spotřebu nafty.

K provedení podmítky se stále více využívají **radličkové kypřiče**, většinou kombinované horizontální kypřiče, které mají umístěno na jednom rámu několik sekcí s různými pracovními nástroji (většinou šípové radlice na pevných slupicích, talířová tělesa, prutový válec a další). Tyto kypřiče dobře drobí a urovnávají půdu, poměrně dobře zapravují posklizňové zbytky. Mají větší pojezdovou rychlost, větší plošnou výkonnost a poměrně nízkou spotřebu nafty.



Obrázek 4: Typy strojů používaných k podmítce

3.5.1.1.5 Ošetření podmítky

Povrch podmítnutého pole se nikdy nemá nechat bez ošetření. Po podmítce v krátké době (nejlépe současně s podmítkou) je potřeba provést rozpracování podmítnuté vrstvy, aby byl zajištěn dobrý kontakt strniště a dalších organických zbytků s půdou, vytvořeny podmínky pro vyklíčení semen plevelů a pro dobré hospodaření půdy s vodou. Rozhodujícím kritériem ošetření podmítky je kvalita rozpadu skýv, urovnanost povrchu a vlhkost půdy. Podle podmínek se k ošetření podmítky používají smyky, brány a válce, a to buď jednotlivě, častěji však v různých typech kombinátorů.

3.5.1.1.6 Kvalita podmítky

Při hodnocení kvality podmítky se posuzuje zejména:

- včasnost,
- hloubka a její stejnoměrnost,

- dokonalost podřezání plevelů a zapravení posklizňových zbytků,
- nakypření podmítnuté vrstvy a urovnanost povrchu,
- výskyt oplazů (vynechávek).

3.5.1.2 Orba

V současné době dochází v zemědělské praxi k přehodnocování pohledu na orbu. Tradiční systémy s orbou jsou nahrazovány minimalizačními technologiemi. V soustavě tradičního zpracování půdy je však orba základním obdělávacím zákrokem. Orba má rozhodující význam při vytváření a udržování hloubky ornice. Orbu provádíme pluhu. Výhody a nevýhody pluhu shrnuje Tabulka 3.

Tabulka 3: Výhody a nevýhody pluhu

<i>Výhody pluhu</i>	<i>Nevýhody pluhu</i>
<ul style="list-style-type: none"> • výborná kvalita práce v relativně velkém rozsahu druhů půd a půdní vlhkosti • účinný boj proti plevelům, chorobám a škůdcům • dobré zapravení rostlinných zbytků a organických hnojiv do půdy • další pracovní operace nejsou ovlivňovány rostlinnými zbytky na povrchu pole • podíl živin a splavených hlinitých částic je vnesen na povrch • půdní agregáty jsou přirozeně rozrušeny 	<ul style="list-style-type: none"> • šoková změna životních podmínek pro půdní život • žádná ochrana povrchu půdy bezprostředně po zpracování • je zničen systém půdních kapilár • malý mísicí efekt • organické hnojení a rostlinné zbytky jsou ukládány ve vrstvách • silná mineralizace organické hmoty v kypré půdě • možné utužení podorničí • částečná „konzervace“ semen (vyšší zaplevelení v dalších letech) • velká vzdálenost těžiště od připojovacích bodů traktoru, větší potřeba zvedací síly traktoru • vysoká potřeba tažné síly

3.5.1.2.1 Význam orby

Hlavním úkolem orby je vytvořit v ornici kyprou, drobtovitou vrstvu s příznivými hydrofyzikálními a biologickými poměry.

Orba by měla plnit následující úkoly:

- obracet,
- mísit,
- drobit,
- nakypřenost,
- vynášet splavené živiny,
- ničit plevele,
- zapravit organické zbytky,
- zapravit statková a minerální hnojiva.



Legenda: a - hloubka orby; b - šířka záběru orebního tělesa; I.,II.,III. - princip překlápění skývy; 1. - orební tělesa; 2. - nezpracovaná půda; 3. - zpracovaná půda; 4. brázda

Obrázek 5: Průběh orby

Zdroj: podle GOLASOVSKÝ, 1986 upravil Neudert

Pluh odřízne část ornice, překlopí ji a rozdrobí. Při tomto procesu je organická hmota s povrchu půdy zapravena. Pluh zanechává povrch půdy velmi hřebenitý, seskupený do hrůbků a brázd (PLASTER, 2014).

Při orbě je tak spodní část strukturnější ornice vynášena na povrch brázdy. Drobením ornice při orbě se ulehlý, slitý, celistvý sloh půdy mění ve strukturní, který dalším působením přírodních činitelů (např. mráz) přechází v příznivý drobtovitý stav. Dosáhne se tak půdní zralosti s optimálními poměry provzdušněnosti, obsahu vody i biologické aktivity v půdě.

Nakypřením ornice se zvyšuje její pórovitost. Zvýšená pórovitost zajišťuje vyšší obsah vzduchu v půdě. To má pozitivní význam pro rozvoj aerobní mikroflóry a tím i pro mineralizaci organické hmoty v půdě. Již ŠPIČKA (1961) uvádí, že nakypřením půdy orbou se zvyšuje její objem u středně těžkých půd až o 30 % a u těžkých půd v průměru o 50 %, ale i o 70 %.

Při mísení půdy je zajištěno stejnoměrné rozdělení organických látek a minerálních hnojiv v orniční vrstvě.

Výška brázdové skývy je hloubka orby (a) a její šířka (b) je pracovní záběr orebního tělesa. Prostorem pro obracení skývy je **brázda**. Nenahraditelný efekt orby spočívá v obracení ornice. Při kvalitně prováděné orbě se pohybuje obraccí úhel β (viz. Obrázek 6.) od 136-140°. Pro správné obracení ornice při orbě musí být dodržen tzv. **orební poměr**. Orební

poměr je poměr šířky záběru orby orebního tělesa k hloubce orby. Jako minimální **mezni hodnota orebního poměru** se uvádí **1,27**.

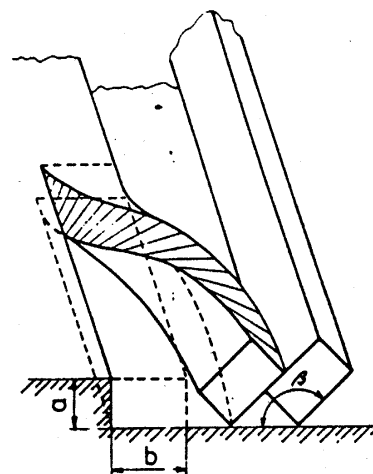
$$K = \frac{b}{a}$$

kde: K = orební poměr

a = hloubka orby

b = šířka záběru orebního tělesa

β = úhel otočení skývy



Obrázek 6: **Obracení půdy při orbě**
(ŠIMON-LHOtský, 1989)

Orební poměr závisí především na hloubce orby, protože pracovní záběr orebního tělesa je dán konstrukcí pluhu a je většinou neměnitelný. V současné době se **vedle pluhů s pevným záběrem** používají i **pluh se záběrem nastavitelným**. Výhodou těchto pluhů je jejich univerzálnější použití.

Povrch půdy po orbě má být rovnoměrně hřebenitý. Jednotlivé skývy (odříznutá a obrácená část ornice) mají na sebe pěkně přiléhat. Požadavky na výšku „hřebínků“ mohou být různé. Při tzv. seťové orbě mají být co nejnižší. Jednotlivé záběry pluhu mají být stejně široké. Nejpříznivější teoretická nakypřenost půdy, příznivá hřebenitost a nejpříznivější podmínky pro dobré překlopení skýv nastávají při poměru hloubky orby k šířce záběru plužního tělesa 70 : 100, tj. při orebním poměru 1,43.

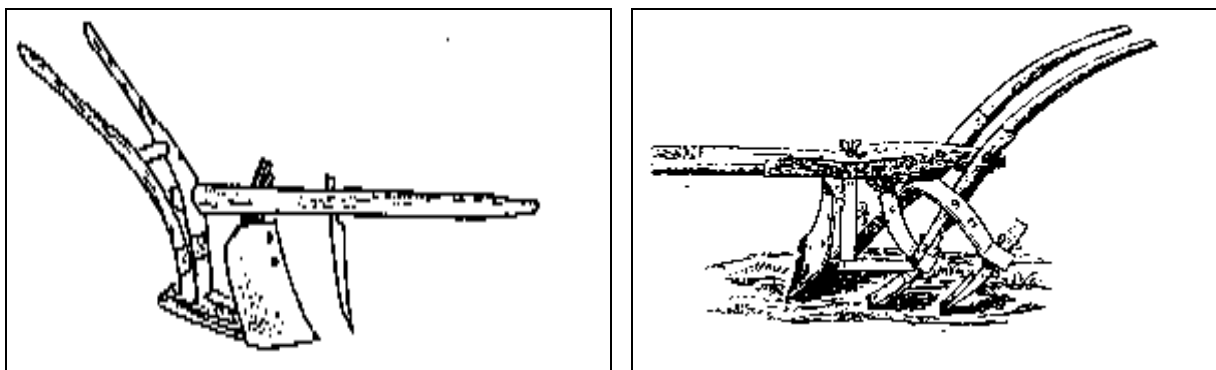
Při kvalitně provedené orbě dochází relativně dobrému zapravení rostlinných zbytků a organických hnojiv do půdy, případně minerálních hnojiv a další pracovní operace nejsou ovlivňovány rostlinnými zbytky na povrchu pozemku. Při orbě se má úplně zorat celý pozemek. Neměly by vznikat vynechaná nezoraná místa nebo neúplně zpracovaná místa mezi jednotlivými záběry pluhu, tzv. oplazy. Při záhonové orbě se má pluh zahlubovat a vyhlubovat v jedné linii.

3.5.1.2.2 Pluh

Orba se provádí pluhem. Novodobá historie se datuje do počátku 19. století, kdy jsou vyvíjeny nové stroje i typy pluhů, hlavně vlivem snahy o dobré zaorávání jetelovin, zaorávání hnoje a naorávání po okopaninách.

Uvedená snaha o zvýšení produkce, ale i kvalitní úpravy podmínek pro růst rostlin, se odrazila ve **vynálezu nového orebního nářadí - ruchadla** bratřenci Veverkovými v Rybitví





u Pardubic. Spolupráce rolníka a kováře v letech 1824-1827 přetvořila do té doby používané české pluhu v ruchadlo, nazývané též "veverče", nebo obecněji "opočenský pluh". Název je místním označením dobrého obracení skýv při orbě, tj. ruchání. Ruchadlo bylo nové tím, že mělo zesílenou slupici, mírně upravenou délku plazu a místo tradiční radlice s krojidllem a dřevěnou odhrnovačkou mělo kovovou desku v dolní části mírně válcovitě vydutou.

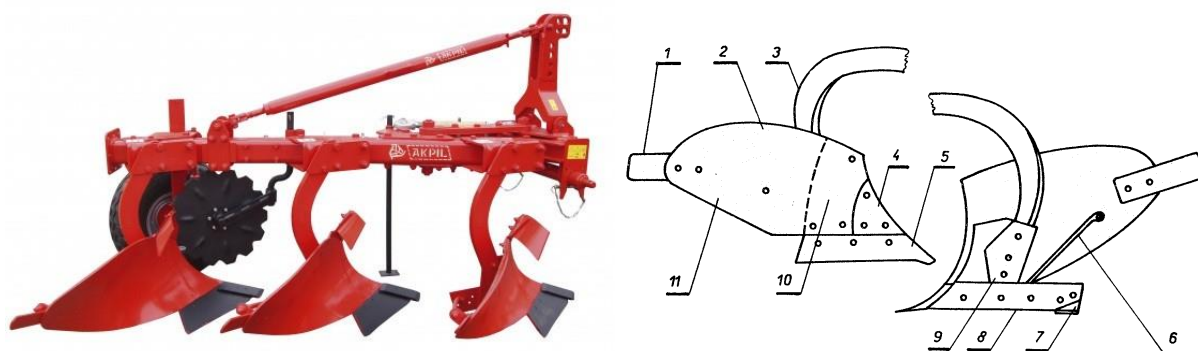


Obrázek 7: Ruchadlo bratraců Veverkových (vlevo) a Ruchadlo s podrýváky zkonstruované F. Horským v roce 1853 (vpravo)
Zdroj: KOSTELANSKÝ a kol. (2000)

V současné době dělíme pluhu na **radličné** a **talířové**. Radličné pluhu pak můžeme dále rozdělovat na **jednostranné** a **oboustranné**. Oboustranné pak na **otočné** nebo **výkyvné**.

Tabulka 4: Rozdělení pluhů

radličné pluhu			talířové pluhu
jednostranné	oboustranné otočné	oboustranné výkyvné	
			



Obrázek 8: Pluh a orební těleso

1-pero, 2-odhrnovačka, 3- horní část slupice, 4- výměnná část hrudi odhrnovačky, 5- čepel, 6- vzpěra, 7- patka plazu, 8- plaz, 9- spodní slupice, 10- hrud' odhrnovačky, 11- křídlo odhrnovačky
(zdroj: KOSTELANSKÝ, a kol., 2000)

Orební těleso jako hlavní pracovní část pluhu odděluje při orbě brázdovou skývu, která má tvar čtyřbokého hranolu.

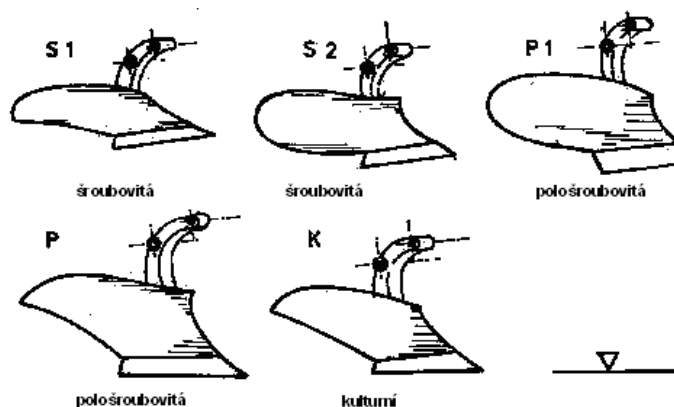
Orební těleso se skládá z čepele, odhrnovačky, radlice (= čepel + odhrnovačka), slupice, plazu s patkou, vzpěry a pera. Hlavní části orebního tělesa jsou znázorněny na Obrázek 8.

Volbou správně odhrnovačky můžeme ovlivnit kvalitu práce pluhu.

Typy odhrnovacích desek (odhrnovaček)

Odhrnovačka je v podstatě klín s velmi složitou pracovní plochou. Základní typy odhrnovačky jsou:

- **válcová** (ruchadlová) - dobře drobí, ale nedokonale obrací skývu. Je především vhodná pro orbou lehkých nezaplevelených půd nebo pro přeorávku.
- **šroubovitá** - velmi dobře obrací skývu, špatně ji však drobí a mísí. Využívá se pro orbou těžkých zaplevelených půd, zaorávku trvalých travních porostů apod.
- **pološroubovitá** - hůře drobí brázdovou skývu, lépe ji však obrací než kulturní odhrnovačka a má proto univerzálnější použití. Hodí se pro orbou středních a těžkých půd i s vyšším stupněm zaplevelení.
- **kulturní** - uspokojivě drobí a mísí brázdovou skývu, lépe ji však obrací než válcová odhrnovačka. Dobře pracuje na lehkých a středních mírně zaplevelených půdách a s předradličkou se hodí pro orbou na většině půd.



Obrázek 9: Typy odhrnovacích desek

Zdroj: GOLASOVSKÝ, 1986

V současné době je nejvíce využíváno orební těleso s pološroubovitou odhrnovačkou, které je lépe přizpůsobeno větším rychlostem při orbě a lépe skývu obrací. Některé firmy začaly vyrábět orební tělesa s páskovými odhrnovačkami. Ty jsou využívány především pro orbou těžkých a vlhkých půd s větší adhezí, kde zajišťují jinak obtížně dosažitelné dobré drobení skývy.

Drobení skývy je také závislé na rychlosti orby, kdy získanou pohybovou energií naráží oraná vrstva na předcházející skývu a drobí se. Drobení je však podmíněno vlhkostí půdy, zhutněním, případně prokořeněním orané vrstvy.

Při orbě za nepříznivého poměru vody a vzduchu v půdě nejsou vytvořeny příznivé podmínky pro rozpad skývy. Za sucha se vytvářejí hroudy a za mokra se skýva odklápí v souvislém nerozpadlém pásu.

3.5.1.2.3 Doba orby

Z hlediska doby provedení a účelu orby používáme následující rozdělení:

- letní orba
- seťová orba k ozimům
- podzimní orba k plodinám setým na jaře
- zimní orba
- jarní orba

Letní orba

Letní orba je zpravidla mělkou orbou. Dělá se výjimečně. Musí být provedena rychle po sklizni předplodiny se současným rozdrobením skýv, aby se snížily ztráty vody neproduktivním výparem. Letní orba se většinou provádí k meziplodinám nebo k druhé plodině následující po včas sklizené předplodině (po ozimé směsce, raných bramborách, obilninách sklizených na zeleno, na siláž apod.).

Seťová orba k ozimům

Seťová orba se převážně využívá k ozimé řepce a k ozimým obilninám. Důležitý je její termín a kvalita provedení. Proto je třeba dbát, aby seťová orba byla provedena za příznivé půdní vlhkosti a včas. Základním předpokladem pro dobré klíčení, vzcházení i zakořeňování rostlin je přirozená slehlost půdy, která je podmíněna dostatečným odstupem mezi orbou a setím. Z tohoto důvodu by tato orba měla být provedena nejméně 3-4 týdny před setím ozimů. Pokud je to možné, současně se seťovou orbou je vhodné používat nářadí na drobení ornice a při vyšší hrudovitosti i drtiče hrud. Tímto opatřením zkracujeme přirozené slehnutí půdy, šetříme půdní vláhu a připravujeme lůžko pro osivo. Pokud se seťová orba provádí bez předchozí podmínky, je vhodné použít pluhu s předradličkou.

Zásadou je, že čím je kratší období mezi orbou a setím, tím více se zmenšuje hloubka orby. Hloubka orby se rovněž snižuje na těžkých půdách.

Podzimní orba k jařinám

Podzimní orba se provádí pro plodiny seté a sázené na jaře (jarní obilniny, okopaniny, luskoviny, olejniny, různé zeleniny atd.).

Podzimní orba má řadu předností. Nakypřením půdy a vytvořením hřebenitého povrchu se usnadňuje zasakování vody z podzimních a zimních srážek, čímž se vytváří větší zásoba zimní vláhy v půdě. Důležitou předností podzimní orby je vytvoření příznivého fyzikálního a biologického stavu půdy na jaře tzv. mrazové zralosti (garé).

Po podzimní orbě se půda (oranice) většinou ponechává tzv. v hrubé brázdě bez urovnání. Pro cukrovku a mák je však účelné (pro urychlení a zkvalitnění jarní přípravy k setí) na podzim hrubou brázdou vhodným nářadím urovnat. Také po orbě ke kukuřici se někdy provádí podzimní urovnání půdy.

Zimní orba

Zimní orba je prakticky opožděnou podzimní orbou, která nebyla provedena dříve například z důvodu pozdní sklizně nebo nepřízně počasí. Zimní orba má horší důsledky na půdní vláhu než orba podzimní. Pokud to však klimatické a půdní podmínky umožní je zimní orba vhodnější než jarní orba.

Jarní orba

Jarní orba je pouze nouzovým opatřením, jestliže nebyla z různých důvodů provedena podzimní orba. Jarní orba se ve všech případech provádí oproti podzimní orbě na menší hloubku.

Z agrotechnického hlediska je ve většině případů nesprávná, má řadu nedostatků (KREJČÍŘ, 1990):

- špatně zabezpečuje dostatek vody v půdě (ulehlá půda zachycuje menší množství srážek v podzimním a zimním období, při orbě na jaře navíc dochází k velkým ztrátám vody z půdy)
- narušuje vznik přirozené dospělosti půdy (radikálně se mění půdní prostředí a tím se narušují především mikrobiální procesy, které se začínaly rozvíjet se zvyšující se teplotou a za vhodné vlhkosti záhy na jaře)
- zhoršuje fyzikální stav půdy - při jarní orbě se zpravidla vytváří větší hrudovitost
- zpožďuje výsevy jarních plodin
- zvyšuje zaplevelenost porostů (semena plevelů jsou vynášena k povrchu půdy opožděně, později klíčí a nemohou být předseťovou přípravou půdy zasažena)

PROCHÁZKOVÁ a kol. (1994) popisují výsledky pokusů, kdy lze výjimečně uskutečnit jarní orbu ve vyšších humidnějších oblastech k bramborám. V těchto podmínkách lze provést

po mělkém podzimním zapravení chlévského hnoje kypřiči, případně talířovým náradím pak orbou. Brambory, které vyžadují po výsadbě půdu především teplou a teprve později vlhkou, na tuto technologii reagovaly příznivě.

V některých případech, z důvodů rizika kontaminace podzemních vod dusíkem, se na jaře provádí i zaorávka jetelovin nebo jetelotrávy a to v případě následuje-li kukuřice apod. To má význam především v pásmech hygienické ochrany vodních zdrojů.

3.5.1.2.4 Hloubka orby

Z různých sledování ve světě se ukazuje, že pro získání vyšších výnosů je potřeba i větší hloubka ornice. Vysoké výnosy nelze dosáhnout tam, kde je hloubka ornice nepřevyšuje 0,20 - 0,25 m. Z technického hlediska hloubka ornice závisí především od hloubky orby (KOVÁČ, 2003).

Hloubka orby významně ovlivňuje všechny půdní vlastnosti. Působí zejména na akumulaci srážek a vytváření zásoby vody v půdě, na rozvoj mikrobiálního života v půdě, na rozvoj kořenového systému rostlin, na odplevelení půdy, zejména potlačení především vytrvalých plevelů.

Na mělce zorané půdě se při intenzivních srážkách tato vrstva brzy nasytí a může se zvýšit povrchový odtok. KOLLÁR (1992) udává, že na pozemku zoraném na 0,25 m, oproti orbě na 0,20 m, je půda schopná přijmout o 21 mm více srážek. V hlubších vrstvách je též voda lépe chráněna proti neproduktivnímu výparu. Hlubším zkypřením půdy orbou snižuje též náchylnost k zamokření ornice, což má zvláštní význam na těžkých půdách. Při hlubší orbě se zvyšuje intenzita aerace v zorané vrstvě i mineralizace organické hmoty. V důsledku toho se uvolňuje více živin, hlavně dusíku a kyseliny fosforečné a zlepšuje se jejich příjem rostlinami.

Tabulka 5: Rozdělení orby podle hloubky

<i>Orba</i>	<i>Hloubka</i>	<i>Použití</i>
<i>mělká</i>	0,15 - 0,18 m	<ul style="list-style-type: none"> • na mělkých, často kamenitých půdách, zejména ve vyšších oblastech • používána jako základní úkon zpracování půdy pro letní meziplodiny
<i>střední</i>	0,18 - 0,24 m	<ul style="list-style-type: none"> • největší použití, a to jak ve vztahu ke stavu půdy, tak k pěstovaným plodinám • uplatňována především pro plodiny, které svým kořenovým systémem využívají hlavně orniční vrstvu, jako např. obilniny, olejnin, luskoviny a některé zeleniny
<i>hluboká</i>	0,24 - 0,30 m	<ul style="list-style-type: none"> • příznivě ovlivňuje rozvoj kořenového systému pěstovaných rostlin • zvyšuje mikrobiální činnost půdy • urychluje mineralizaci organických látek • zlepšuje záhřevnost půdy • výrazná regulace vytrvalých plevelů • uplatňována k plodinám s kulovým kořenem jako je např. cukrovka, případně i k dalším plodinám • rozsah uplatnění hluboké orby omezuje mocnost orničního profilu půdy, energetická a tím i ekonomická náročnost a u většiny plodin malá výnosová reakce na hlubší zpracování půdy
<i>velmi hluboká</i>	nad 0,30 m	<ul style="list-style-type: none"> • v současné době pouze na hlubokých humózních půdách • zpravidla jako prohlubovací orba k plodinám okopaninového charakteru • v běžných polních podmínkách je prováděna jen zřídka

Stanovení hloubky orby patří k důležitým agronomickým rozhodnutím. Pro určení hloubky orby se vychází hlavně:

- z účelu, který má orba splnit
- z požadavků plodiny na půdní podmínky
- ze stavu ornice po sklizni předplodiny
- z mocností ornice
- z klimatických a povětrnostních podmínek
- z půdního typu a půdního druhu
- z fyzikálního a biologického stavu půdy
- z uspořádání podorničních vrstev

Na půdách s hlubokou orniční vrstvou má značný význam střídání hloubky orby v jednotlivých letech. Dá se tak do určité míry předcházet vytvoření utužené podorniční vrstvy, což je jeden s negativních vlivů, které jsou orbě často vytýkány. Střídání hloubky orby umožňuje vytvářet lepší podmínky pro pěstované plodiny v osevním postupu (Obrázek 10).

Obrázek 10: Střídání hloubky orby v osevním postupu
(podle DEMO et al., 1993 upravit NEUDERT)

Hloubka orby v m	Plodiny								
	obilniny ozimé	řepka olejka	obilniny jarní	luskoviny	cukrová řepa	brambory	kukuřice	vojtěška setá	jetel luční
0,15	2 3 4								5 4
0,20	↓ ↓ ↓ ↓		4 ↓	5 ↓	5 ↓	1 ↓	5 ↓		↓ ↓
0,25	↓ ↓ ↓ ↓	1 ↓	5 ↓	5 ↓	5 ↓	5 ↓	5 ↓	5 ↓	
0,30		↓ ↓ ↓ ↓				↓ ↓			
0,35					↓ ↓		↓ ↓		

Poznámka: Hloubka orby po různých předplodinách - 1=víceleté pícniny, 2=luskoviny, 3=řepka olejka, 4=okopaniny, 5=obilniny

3.5.1.2.5 Způsob orby

Pod způsobem orby se rozumí technika orby a pohyb orební soupravy po poli. Pohyb soupravy je třeba při orbě vhodně realizovat pro dosažení vysoké výkonnosti a produktivity práce při co nejnížší spotřebě pohonných hmot a energie. O způsobu orby rozhoduje tvar a velikost pozemku, svažitost, vláhové poměry, plodina, termín orby a použitá technika.

Orbu podle způsobu rozdělujeme orbu na:

1. orbu do roviny
2. kombinovanou záhonovou orbu
3. konturovou orbu na svazích
4. orbu nepravidelných ploch
5. orbu dokola nebo do figury

Orba do roviny

V současné době je to u nás nejrozšířenější způsob orby (Obrázek 11). Orba do roviny je prováděna **oboustrannými otočnými** nebo **výkyvnými pluh**. Při orbě do roviny se netvoří ani sklady ani rozory (viz. záhonová orba). Pozemek se začne orat na jedné straně a jednotlivé záběry oboustranného otočného pluhu na sebe postupně navazují. Skývy zorané půdy jsou odkládány jedním směrem. Rovný pozemek bez rozorů a skladů lze pak kvalitně připravit pro setí a to i náročnějších drobnosemenných plodin.

Kombinovaná záhonová orba

Provádí se **jednostrannými** pluhy, které odvalují skývy ornice vpravo. Záhonová orba se provádí na tvarově pravidelných částech nebo celých pozemcích. Pozemek je rozdělen na tzv. záhony, na kterých se nejčastěji pravidelně střídá orba **do skladu** s orbou **do rozoru** (Obrázek 11). Šířka záhonu závisí na délce a šířce pozemku a na šířce orební soupravy, zpravidla se pohybuje v rozmezí 40-130 m. Optimální šířka záhonu se vypočítá dle vzorce:

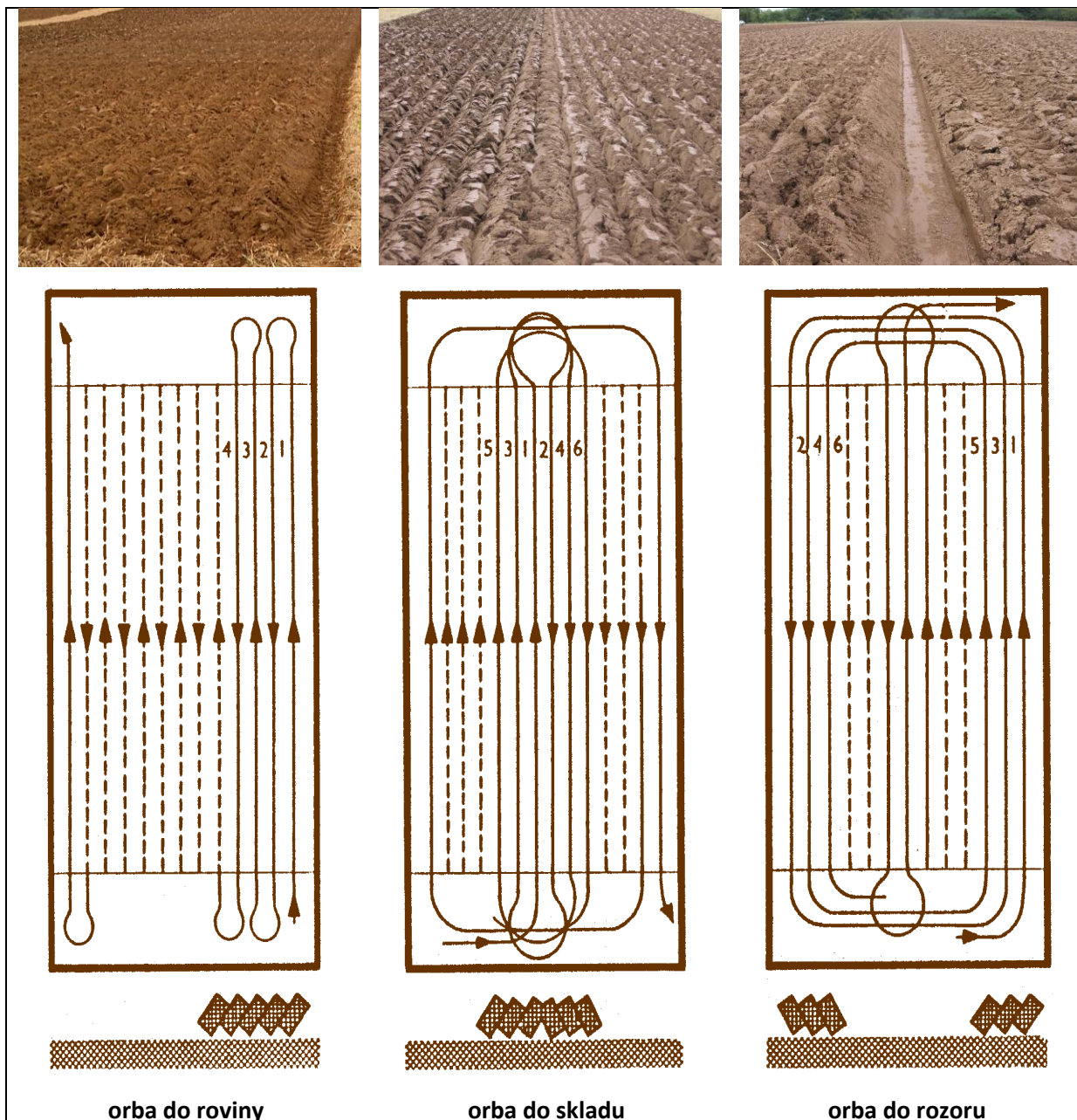
$$C_{opt} = \sqrt{2(L \cdot b + 8R^2)}$$

kde: C_{opt} -optimální šířka záhonu, L -délka záhonu (m), b -pracovní záběr pluhu (m), R -poloměr otáčení orební soupravy (m)

Orba do skladu - začíná se od středu záhonu a pokračuje k okraji. Při orbě do skladu se nejdříve provede tzv. „rozpich/naorávka“ tj. vyoře se ve středu záhonu při jízdě tam a zpět mělký rozor. Při těchto prvních dvou jízdách je potřeba seřadit víceradličný pluh tak, aby na požadovanou hloubku oralo pouze poslední orební těleso a pluh byl v přední části zvednut, přičemž rychlost jízdy by měla být vyšší (dokonalejší rozhození zeminy). Při třetí a čtvrté jízdě se ornice přemístí zpět do středu, kde se vytvoří „sklad“ tak, aby jeho hřeben nepřevyšoval hřebeny ostatních skýv. Jenom takto započatou orbou do skladu lze docílit toho, že ornice je i uprostřed skladu dokonale proorána. Od třetí jízdy musí být rám pluhu vyrovnán do podélné a příčné roviny a seřízen na požadovanou hloubku orby. Pokračuje se pak v orbě za běžné rychlosti. Pro současné běžné typy orebních těles vyhovuje rychlost 6,5–7,2 km.h⁻¹. Při rychlosti nad 7,2 km.h⁻¹ je třeba použít speciální orební tělesa.

Orba do rozoru - začíná se od okraje záhonu a pokračuje k jeho středu. Opačně je potřeba na začátku orby do rozoru nejdřív záhon priorat (překlopit skývu směrem do záhonu), poněvadž jinak dochází na okrajích k překrytí nezoraného pásu. Při dokončení orby záhonu je potřeba dbát toho, aby na poslední jízdu zůstala část záhonu stejně široká, případně jen o málo užší než činí záběr pluhu. Doporučuje se však, další jízdou rozor znovu mělce zorat do skladu, aby nevznikla větší nerovnost povrchu ornice.

Platí zásada – při větším počtu záhonů na pozemku střídát orbu do skladu a do rozoru na jednotlivých sousedních záhonech, které na sebe plynule navazují. Tím se docílí větší vyrovnání naoraného pozemku a počet skladů a rozorů se snižuje na polovinu.



Obrázek 11: **Způsoby orby**

Zdroj: foto NEUDERT, schéma NEUBAUER, 1963

Orba na svazích

Při větším sklonu pozemku musí být orba prováděna, především s ohledem na omezení vodní eroze, napříč svahu, nejlépe jako konturová orba (po vrstevnicích). Na svazích do sklonu asi 8° je možno provádět orbu záhonovou s běžnými jednostrannými pluhy, i když lepší je orba do roviny oboustrannými otočnými pluhy. Větší svahy je však potřeba orat oboustrannými otočnými nebo výkyvnými pluhy. Orbu oboustrannými pluhy začínáme ve vrchní straně svahu a končíme v dolní části. Skývy jsou obráceny proti svahu, čímž se poněkud zmírňuje eroze. V České republice máme vysoké procento půd ohrožených vodní

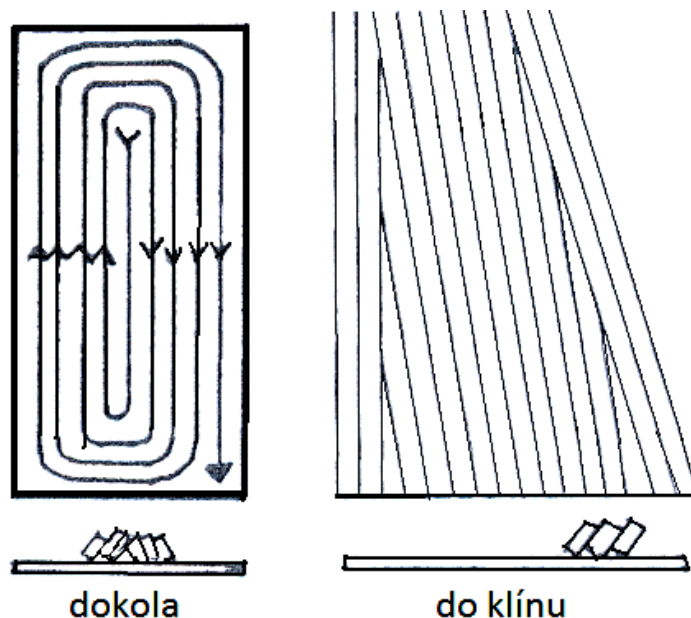
erozí. S ohledem na ochranu půdy a její úrodnost je proto bezpodmínečně nutné uplatňovat tuto techniku a technologii v co největším rozsahu.

Orba nepravidelných ploch

Orba nepravidelných ploch se provádí obvykle na pozemcích, které mají tvar trojúhelníku nebo lichoběžníku. Jde o orbu do klínu (ubírající orbu) resp. kombinujeme orbu záhonovou s orbou do klína. Pokud oráme pozemek s dvěma rovnoběžnými stranami využijeme některý předchozí způsob (sklad, rozor, do roviny). Při orbě ploch trojúhelníkového tvaru (klínů) je orba obtížnější.

Orba dokola, orba do figury

Tento způsob orby se také používá na pozemcích nepravidelných tvarů, které nemají rovnoběžné strany. Odpadají ztrátové časy a nevznikají při ní sklady a rozory. Je rychlá, avšak nesplňuje zcela agrotechnické požadavky, neboť při ní vznikají četné oplazy (nedooraná, vynechaná místa), zvláště v rozích pozemku. Při orbě **do figury** se začíná orat od okraje pozemku jako při orbě do rozoru jeho přioráním jízdou dokola a potom při zpětné jízdě jsou skývy odklápěny k vnějším stranám pozemku. Nebo se začíná ve středu pozemku jako při orbě do skladu. Nejdříve ve středu pozemku vyorá rozor, dále sklad a po několika dalších jízdách se započne s orbou **dokola**.



Obrázek 12: Způsoby orby – dokola, do klínu
Zdroj: KOVÁČ, 2003

3.5.1.2.6 Kulturní orba

Pod pojmem kulturní orba se rozumí **orba s předradličkou**. Předradlička je menší orební těleso umístěné na pluhu před hlavní těleso. Šířka záběru předradličky činí asi 2/3 šířky záběru hlavního orebního tělesa.

Kulturní orba je vlastně **dvojrstevná orba**, přičemž se vrstvy vzájemně nemísí, ale vyměňují si místo. Předradlička má za úkol odříznout, obrátit a uložit na dno brázdy část vrchní vrstvy ornice. Zahloubení předradličky je zpravidla mělké, nejčastěji 0,08 m, nejvýše 0,12 m.

Předností kulturní orby je, že se nemísí povrchová bezstrukturní vrstva s ostatní hmotou ornice a je dokonale zapravována na dno brázdy. Celkově se též vytváří vhodnější fyzikální stav půdy snížením hrudovitosti a hřebenitosti ornice. Kulturní orba se vhodně uplatňuje k ozimým plodinám, kde celkově usnadňuje předseťovou přípravu půdy. Při orbě pro jařiny má význam na silněji zaplevelených pozemcích a tam, kde je potřeba zapravit do půdy větší množství posklizňových zbytků. Uplatnění má především při zaorávce jetelovin, nikoliv však při zaorávce chlévského hnoje, zvláště na středních a těžších půdách, kde je potřebné dobré promísení hnoje s orniční vrstvou.

3.5.1.2.7 Zaorávání porostů a zapravování různých hmot do půdy

Orba je účelná, když se provádí ve správném agrotechnickém termínu a v požadovaných kvalitativních parametrech. Zapravení posklizňových zbytků (strniště, zbytky po kukuřici na zrno, travníkový drn, plevele apod.), chlévského hnoje nebo rostlin na zelené hnojení má být úplné, tzn. že mají být zapracované do vhodné hloubky v profilu orby a nic by z nich nemělo vyčnívat na povrch.

Zaorávka víceletých jetelovin a travních porostů

Při zaorávce drnu jetelovin je nutné dbát na dodržení správné doby a způsobu zaorávky. Zaorávku je potřeba provést včas, neboť půda je víceletými pícninami značně vysušována (zejména vojtěškou) a také k rozkladu organických zbytků je potřeba určitá doba. Při pozdním zaorání mohou vznikat konkurenční vztahy o vodu a živiny mezi mikroflórou rozkládající organické látky a pěstovanou plodinou. Včasná zaorávka je velmi důležitá zejména pro následnou ozimou pšenici.

Při zaorávání drnu jetelovin, luk a pastvin lze využít dvou způsobů:

- podmínka drnu s následnou seťovou orbou - ihned po druhé nebo třetí seči jetelovin, cca. počátkem srpna se pozemek podmítne na hloubku drnu a po určitém časovém mezidobí (až nakypřená vrstva slehne) se provede seťová orba.
- přímá orba pluhem s předradličkou - takto naoraný pozemek zůstává v klidu až do vlastní předseťové přípravy. Následuje-li po jetelovinách jiná plodina než ozimá obilnina (brambory, kukuřice nebo některé technické plodiny), potom je možné zaorávat drn jetelovin pluhem s předradličkou až v pozdějším podzimu, nebo z důvodů ochrany podzemních vod až na jaře (uvolňování nitrátů při rozkladu kořenové hmoty na podzim).

Zaorávka porostů na zelené hnojení

Způsob zaorávky porostů na zelené hnojení se řídí především podle plodiny, ke které se zelené hnojení zapravuje a podle klimatických a půdních podmínek.

Zaorávka zeleného hnojení, pokud není určena k ozimům, se uskutečňuje zpravidla v pozdějším podzimu, aby se zabránilo rychlému rozkladu a ztrátě živin. Při využití zeleného hnojení k ozimům je třeba zaorávat porosty nejpozději tři týdny před termínem setí. Hloubka orby se volí podle stanoviště, přičemž platí, že čím je půda lehčí a klima teplejší a sušší, tím se porosty na zelené hnojení zaorávají hlouběji, na půdách těžkých se zelené hnojení zaklápí do půdy mělčeji a pokud možno i dříve.

Příliš vysoký porost zeleného hnojení způsobuje potíže při orbě, proto je nutno před zaoráním použít válce nebo mulčovací stroj, aby byl porost dokonale zaklopen.

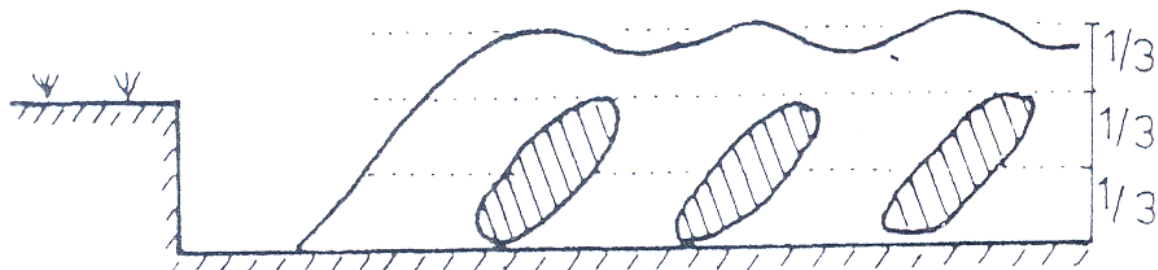
Zaorávka chlévského hnoje

Správným zaoráním chlévského hnoje se může dosáhnout jeho lepšího a všestrannějšího využití. Při zaorání hnoje je potřeba zohlednit především termín a hloubku zaorání a rozmístění v ornici.

Termín zaorání chlévského hnoje je závislý na plodině, pro kterou se zaorává. Pro ozimé plodiny je třeba realizovat zaorávku co nejdříve po sklizni předplodiny, aby do vzejítí ozimu došlo k částečnému rozkladu i dostatečnému ulehnutí půdy. Pro jarní plodiny je doba zaorávky hnoje závislá jednak na termínu sklizně předplodiny, jednak na povětrnostních a půdních podmínkách.

Z hlediska termínu zaorání obecně platí vždy zásada, že chlévský hnůj má být zaorán neprodleně po rozmetání, neboť jinak dochází k velkým ztrátám živin, zejména dusíku.

Správné využití hnoje je třeba zabezpečit rovněž rovnoměrným rozmístěním a promísením v ornici, čehož lze dosáhnout pravidelným rozmetáním a vhodným zapravením. Požadavek dobrého promísení hnoje v ornici vylučuje vhodnost použití pluhu s předradličkou.



Obrázek 13: **Schéma uložení správně zaoraného chlévského hnoje**
(Zdroj: KOVÁČ, 2003)

Hloubku zaorání ovlivňuje především druh půdy. Platí zásada, že čím je půda lehčí, tím má být chlévský hnůj zaorán hlouběji a naopak. Proto na těžkých půdách se hnůj zaorává mělkou orbou (0,15-0,18 m), na středně těžkých půdách středně hlubokou orbou (0,18-0,24 m) a na půdách lehkých se může zaorat i hlouběji.

Chlévský hnůj je zpravidla využíván pro okopaniny (cukrovku, brambory, příp. kukuřici aj.) v dávkách 30-40 t.ha⁻¹, ve snížených dávkách pak pro ozimou řepku a na málo úrodných půdách i pro obilniny.

Zaorávka slámy

Sláma pro zaorání musí být mechanicky upravena (rozřezána nebo rozdrčena) a rovnoměrně po poli rozprostřena. Rozřezaná nebo rozdrčená a rovnoměrně rozptýlená sláma se většinou zapravuje hlubší podmínkou. Za sucha a při větším množství zaorané slámy raději volíme mělkou orbu (do 0,18 m). Podmítka s následnou orbou působí velmi příznivě na rychlejší rozklad slámy, uvolnění a zpřístupnění živin pro rostliny.

Zaoráním slámy obilnin se do půdy dostává organická hmota s velmi širokým poměrem C:N (kolem 80-90 : 1). Proto je potřeba přidat před zaoráním na každých 100 kg slámy cca 1 kg dusíku. Na půdách s nízkým obsahem živin se doporučuje přidat též fosforečná hnojiva. Rozklad slámy v půdě může urychlit, když se na rozřezanou slámu aplikuje kejda skotu nebo prasat. Zde je nutné ihned provést zaorávku.

Zaorávku slámy je výhodné kombinovat též se zeleným hnojením, příp. jako tzv. trojkombinace i s kejdou. Sláma se zapraví podmínkou a půda se co v nejkratší době (nejlépe současně s podmínkou) připraví pro zasetí meziploidy. Výhodný a v současné době stále více

využívány je výsev meziplodiny současně s podmínkou. Zde se používají kombinované kypřiče se secím strojem pro setí „na široko“.

Zaorávka (rušení) poškozených porostů

Se zaorávkou poškozených porostů se většinou setkáváme u obilnin, řepky nebo u cukrovky, máku (poškození mrazem, škůdci), ale i u dalších plodin (po zničení porostu krupobitím apod.)

Pokud jde o porosty vymrzlé během zimy, většinou na jaře není potřeba pozemky orat. Postačuje zde mělké kypření půdy do hloubky setí náhradní plodiny. Ve vhodných podmínkách je možné vysetí náhradní plodiny bez předchozího zpracování speciálními stroji pro bezorebné setí.

Při zaorávkách porostů, které byly poškozeny škůdci nebo krupobitím, je většinou nutné použít mělkou orbu. Po orbě je nutné okamžitě připravit půdu k setí a zaset náhradní plodinu. Zejména v letních měsících je třeba zabránit zbytečným ztrátám půdní vody.

3.5.1.3 Prohlubování ornice a meliorační kypření půdy

Produkční schopnost orné půdy se může zvýšit i zvětšením hloubky ornice. Zvětšením hloubky ornice se zlepšují především vzdušné a vlhkostní vlastnosti půdy. V suchých oblastech umožňuje lepší pronikání vody do hlubších vrstev, kde je lépe chráněna proti neproduktivnímu výparu. Ve vlhčích oblastech se prohlubováním ornice zlepšuje provzdušněnost půdy nebo se podpoří infiltrace vody při intenzivnějších srážkách. Výzkumy ve světě i u nás ukázaly, že vysoké a stabilní výnosy nelze dosahovat při malé hloubce orničního profilu. Hluboká ornice umožňuje lepší rozvoj a činnost půdních mikroorganismů, zintenzivňuje chemické procesy a zlepšuje podmínky pro růst kořenů rostlin. Cílem zvětšování hloubky ornice je dosáhnout na daném stanovišti mohutnější činné orniční vrstvy s příznivými půdními vlastnostmi.

Při volbě způsobu prohlubování ornice se má vycházet ze stavu a vlastností ornice, podorničí a jednotlivých půdních horizontů.

Prohlubování ornice (přiorání podorničí)

Je způsob zvětšování hloubky ornice, který spočívá v provedení běžné orby na hloubku na kterou se na daném pozemku dosud neoralo. Tento způsob lze využít zejména na půdách s hlubokým humusovým horizontem a s dobrou přirozenou úrodností nebo na půdách, kde se

podorničí svými vlastnostmi příliš neliší od ornice. Je třeba mít na zřeteli, že při prohlubovací orbě bychom neměli vynášet na povrch půdy příliš tzv. **mrtviny**, tj. půdu, která není oživena a má nepříznivé fyzikální a chemické vlastnosti.

Doporučuje se priorávat nejvýše 0,01-0,02 m podorničí, ovšem za předpokladu dobré úrovně organického hnojení. Tato operace se provádí 1 až 2 krát za osevní postup tzn. další prohlubování lze uskutečnit s odstupem 3-5 let.

Podrývání

Podrývání půdy se provádí na půdách, kde se ornice a podorničí svými vlastnostmi od sebe liší a je nežádoucí zeminu ze spodních vrstev vynášet na povrch půdy. Tato operace je také prováděna současně s orbou, když orební těleso doplníme o přídavné zařízení tzv. **podrývák**. Podrýváky jsou umístěny na rámu pluhu za plužním tělesem nebo pod plužním tělesem. Hluboká orba spojená s podrýváním především zlepšuje podorniční vrstvu, přičemž nedochází k vynášení mrtvé spodiny na povrch ani k jejímu promísení s ornici.

Podrýváky lze zpravidla kypřit podorniční vrstvu až na hloubku 0,12 m pod hloubku orby. Podrývání je možné použít jako přípravné opatření pro následné prohlubování ornice prioráváním podorničí. Dle KOVÁČE (2003) na podrývání podorničí kladně reagují zvýšením výnosu jarní ječmen, brambory a silážní kukuřice, naopak jetel luční reagoval negativně snížením výnosu.



Obrázek 14: **Pluh vybavený podrývací radličkou**

(Zdroj: foto NEUDERT, schéma vpravo Kverneland)

Dlátování

Dlátování je středně hluboké kypření půd až do hloubky 0,45 m. Je to agrotechnický a částečně i meliorační zásah, vhodný na odstranění nepříznivých fyzikálních vlastností v podorničí. Středně hluboké kypření kypřiči se dnes poměrně často také používá v bezorebných systémech zpracování půdy, jako náhrada orby (viz. kapitola

Minimalizační technologie zpracování půdy). Jako meliorační zásah je dlátování vhodné pro půdy s vyvinutým a značně zhutněným podbrázdím. Nejlepšího kypřicího efektu se dosáhne v létě po sklizni předplodin, zejména má-li následovat cukrovka. Kypření je nutné provádět za vhodné půdní vlhkosti. K dlátování se používají dlátové kypřiče s rovnými nebo šikmými kypřicími tělesy (v praxi jsou někdy chybně označovány jako dlátové pluhy nebo hloubkové kypřiče).



Obrázek 15: **Dlátový kypřič** (foto NEUDERT)

Hloubkové kypření

Hloubkové kypření je mechanický zásah do půdy s výrazným agromelioračním účinkem do hloubky 0,5 až 0,8 m. Je značně energeticky náročné a jeho efekt bývá často jen krátkodobý. Proto je využíváno jen v krajních případech, kde utužení podorničí přesahuje hloubku 0,45 m. Před rozhodnutím, zda tento zásah aplikovat, je vhodné provést jednoduchý průzkum utužení např. pomocí ručního penetrometru. Hloubkové kypření se pak nemusí provádět na celé ploše, ale např. lokálně na kritických místech (souvratě, odvozové trasy po sklizni, úložiště hnoje, skládky cukrové řepy apod.). Hloubkové kypření se provádí pomocí **hloubkových kypřičů**. Tyto kypřiče většinou půdu intenzivně nepromíchávají, ale pouze „nadzvednou“ a tím dojde k nakypření a narušení utužené vrstvy.



Obrázek 16: **Hloubkový kypřič** (foto PÁSLER)

Rigolování

V některých literárních zdrojích (např. DEMO et al. 1995) je rigolování popsáno jako orba nad 0,5 m. **Rigolování** (rigolovací orba) se provádí před výsadbou některých speciálních plodin (chmel, vinná réva, ovocné stromy nebo chřest). Je to způsob prohlubování půdy, při němž se půdní vrstvy obrazejí, mísí a kypří do hloubky **0,50 až 0,80 m** i více. Půda se současně převrstvuje, přičemž zpravidla spodina přichází na povrch a ornice dospodu. Rigolovat lze na půdách k tomu vhodných, tj. s hlubokou orniční vrstvou, kde nejsou velké rozdíly mezi spodinou a ornicí. Biologicky nečinnou zeminu vynesenu na povrch je nutno oživit organickým hnojením, nejlépe dvojnásobnou dávkou hnoje ($60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i více), případně je možné použít kombinaci hnoje, zeleného hnojení a zpravidla i větších dávek fosforečných minerálních hnojiv. Nejvhodnější termín pro rigolování je konec léta nebo začátek podzimu. Rigolování provádíme pomocí **rigolovacího pluhu**.



Obrázek 17: **Rigolovací pluh** (foto NEUDERT)

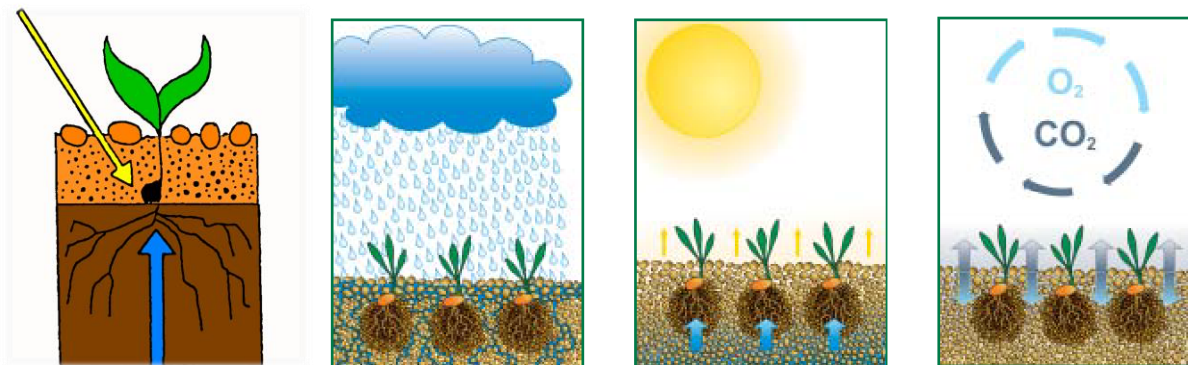
3.5.2 Zpracování půdy před setím a sázením

Pod pojmem předset'ová příprava půdy se rozumí soubor obdělávacích zásahů zpravidla pouze do menší hloubky orniční vrstvy, umožňujících kvalitní uložení osiva nebo sadby a rychlé vzejití porostu. K zásahům patří smykování, vláčení, kypření a válení půdy.

3.5.2.1 Set'ové lůžko

Základním úkolem předset'ové přípravy je vytvoření vhodného set'ového lůžka pro osivo. Kvalita lůžka pro osivo je vždy výsledkem činnosti použitých strojů na zpracování půdy a secích strojů.

Set'ové lůžko je tvořeno dvěma vrstvami půdy. Spodní zpevněná vrstva půdy umožňuje kvalitní výsev osiva na požadovanou hloubku, dobré zásobení semen vodou přiváděnou k osivu kapilárním zdvihem a vytváří též příznivé podmínky pro dobrý rozvoj kořenové sítě. Nad požadovanou hloubkou setí má být zemina v celkově kypřejším stavu s větší nekapilární pórovitostí. Její objemová hmotnost se má pohybovat v rozpětí 0,85-1,00 t.m⁻³. Tato vrchní kyprá část set'ového lůžka má v podstatě dvojí funkci - umožnit dostatečný přístup vzduchu ke klíčícímu osivu a usnadnit pronikání rostlin povrchovou vrstvou při vzházení. Mimo to kyprá vrstva přispívá i k oteplování půdy. Hloubka vrchní vrstvy set'ového lůžka je dána požadavkem na hloubku setí u jednotlivých plodin. Má být asi o 1/3 vyšší než je spodní hranice hloubky setí. Hloubka nakypřené vrstvy má být na celém poli stejná.



Obrázek 18: Dobře připravené set'ové lůžko a založený porost (zdroj:BRUNOTTE et al., 1996)

Dalšími úkoly předset'ové přípravy půdy jsou především urovnání povrchu půdy, úprava agregátového složení půdy ve vrchní vrstvě ornice, zamezení neproduktivního výparu vody, podpora biologických procesů v půdě a mineralizace živin a v neposlední řadě odplevelování půdy.

Soustava předseťové přípravy půdy se odlišuje především podle požadavků jednotlivých druhů plodin, podle půdních a povětrnostních podmínek.

Kvalita zpracování půdy před setím a sázením je ovlivňována hlavně:

- pedogenetickou charakteristikou (např. půdní typ, půdní druh, obsah skeletu)
- vlhkostí půdy v době zpracování
- intenzitou ulehnutí nebo utlačení půdních částic
- organické hmoty na povrchu ornice (kvantita posklizňových zbytků)
- typem a účinností použitých mechanizačních prostředků

3.5.2.2 Smykování

Smykováním se nazývá operace vykonávaná **smykem**. Je to nejčastěji první úkon předseťového zpracování půdy v jarním období. Uplatňuje se též podle okolností i v přípravě půdy k ozimům. Smykování slouží k urovnání nerovností půdy vznikajících při orbě a jiných hlubších zásazích do půdy.

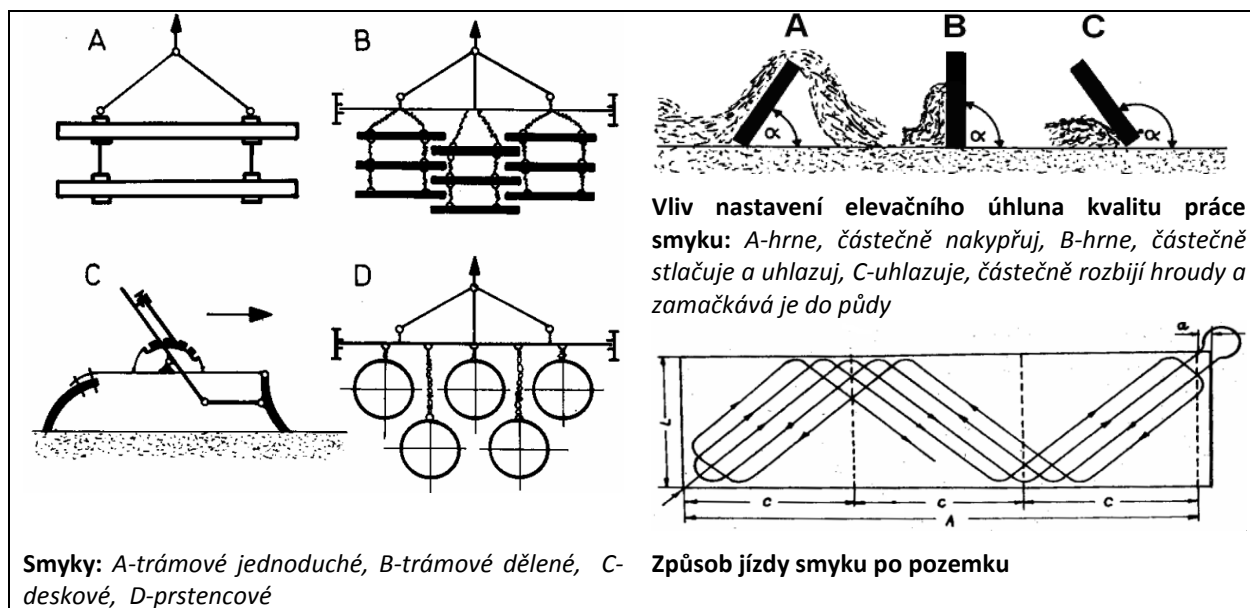
Smykem se urovná hřebenitý povrch pozemku, takže plocha povrchu pozemku se značně snižuje. Povrch půdy má být urovnán nejméně na 85 % oproti stavu před smykováním. Vytváří se izolační vrstvička půdy (0,02-0,04 m), která omezuje ztráty vody neproduktivním výparem. Smykováním se rozdrobují (ne příliš soudržné hroudy by měly být rozdrobeny na hrudky do velikosti 0,02 m) a zatlačují hroudy do půdy. Při smykování se ničí mělkokořenicí a klíčící plevely.

Smykovat je nutné za vhodné vlhkosti půdy, když skýva na povrchu oschla a je uvnitř v tzv. vlahé vlhkosti, kdy se zemina dobře rozpadá, ale nemaže se. Nebezpečné je smykovat vlhké těžké půdy, kdy se snadno v povrchové vrstvě zničí struktura a zemina se zamaže. Makroagregáty tvořící povrchovou vrstvičku půdy se mají co nejméně poškodit.

Podle konstrukčního provedení dělíme smyky na: trámové (jednoduché a dělené), deskové, hřebenové a prstencové.

Směr pohybu smyku po poli je zásadně šikmý ke směru uložení brázd, nejvhodněji 35-40°.

V poslední době se vzhledem k racionalizaci polních prací od samostatného smykování upouští. Smyky se agregují např. s bránami nebo se používají různé kombinované kypřiče, u kterých jsou urovnávací smykové desky.



Obrázek 19: Smykování (zdroj: KOVÁČ, 2003)

3.5.2.3 Vláčení půdy

Vláčením se nazývá operace vykonávaná **branami**. Vláčení půdy se používá jednak v **předset'ové přípravě** a dále **při ošetřování porostů během vegetace**.

V předset'ové přípravě půdy slouží brány pouze k mělkému kypření půdy, zpravidla na hloubku 0,04-0,08 m, výjimečně 0,12 m. Zkypřená vrstva půdy umožňuje pronikání vzduchu do půdy a zabraňuje neproduktivnímu výparu. Při vláčení se především drobí kypří a urovnává vrchní vrstva ornice. Můžeme zapravit i různé látky do půdy, regulujeme plevely.

Úkoly vláčení v předset'ové přípravě můžeme shrnout takto:

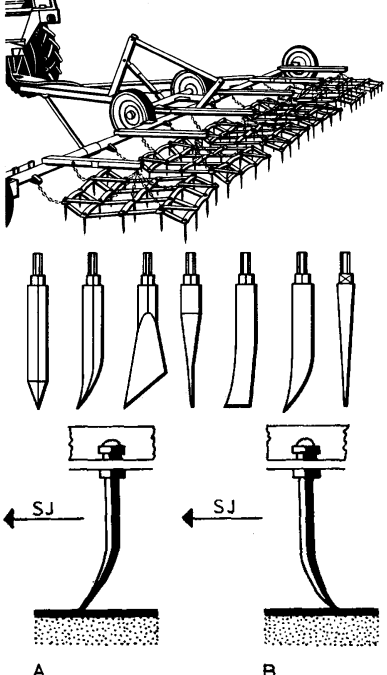
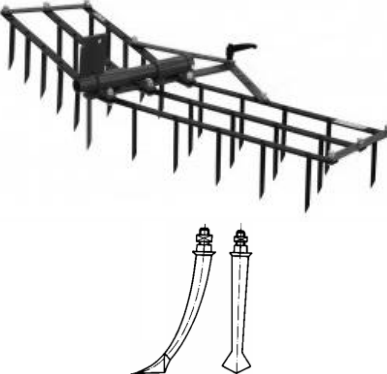

- snižování nežádoucí hrudovitosti
- precizní urovnání povrchu pozemku
- mělké povrchové kypření půdy
- zapravování minerálních hnojiv, případně pesticidů
- hubení plevelů v rané růstové fázi (nejlépe ve stavu děložních listů).

Jak bylo řečeno, vláčí se branami. Brány jsou různorodou skupinou náradí a strojů, jejímž úkolem je mělké povrchové zpracování půdy. Brány se rozdělují podle druhu pohybu pracovních orgánů na:

- brány s nepohyblivými pracovními částmi, kterými jsou zpravidla hřeby (hřeby upevněné na nepohyblivém rámu se při práci pohybují současně s rámem ve směru jízdy),

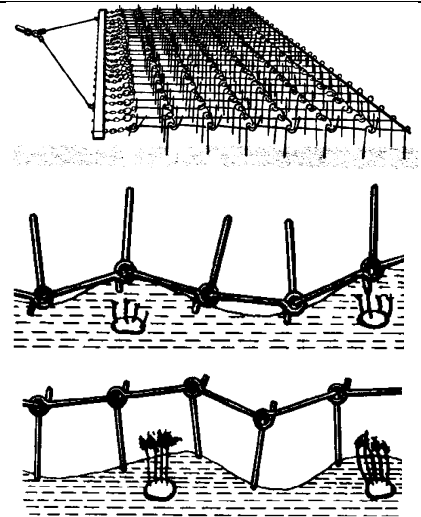
- brány s pohyblivým pracovním ústrojím, které kromě pohybu současně s rámem ve směru jízdy vykonávají ještě další pohyb odvozený od pohybu soupravy třecími silami mezi půdou a pracovním ústrojím, kterým jsou talíře a hvězdice,
- brány s poháněným pracovním ústrojím, které kromě pohybu současně ve směru jízdy vykonávají ještě další aktivní pohyb odvozený od vývodového hřídele traktoru - brány vibrační (kývavé) a rotační (vířivé).

Tabulka 6: Brány s nepohyblivými pracovními částmi

<p>Hřebové brány</p> <p>se vyrábí buď s rovnými kolnými hřebi nebo se zahnutými hřebi, které se používají v postavení „na tupo“ nebo „na ostro“.</p> <p>V přípravě půdy se zpravidla využívá bran „na ostro“, to znamená, že hřebi bran jsou ostřím obráceny ve směru jízdy (A), zatímco k zavlačování se používají brány „na tupo“, tj. s ostřím hřebů proti směru jízdy (B).</p> <p>Hřebové brány se rozdělují podle hmotnosti rámu, připadající na jeden pracovní orgán (hřeb), na:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lehké – od 0,5 do 1,0 kg • střední - nad 1,0 do 1,5 kg • těžké - nad 1,5 do 2,2 kg 	
<p>Radličkové brány</p> <p>se používají k předseťové přípravě půdy. Jejich pracovní orgány mají místo hrotu malou radličku šípovitého tvaru s velkým elevačním úhlem. Pracují až do hloubky 0,12 m. Velmi intenzivně kypří půdu a omezují nežádoucí hrudovitost ornice, částečně promíchávají zeminu, ale neobrací, dobře též podřezávají plevele.</p>	
<p>Pružinové (pérové) brány</p> <p>mají na pevném rámu pružinové slupice zakončené kypřícími radličkami. Vykonávají podobnou práci jako kultivátory. Můžeme jimi kypřit půdu až do 0,12 m. Při kypření půdy dobře mísí. Někdy vytahují soudržné hroudy na povrch půdy, kde je pak musíme dalším nářadím rozdrtit.</p>	

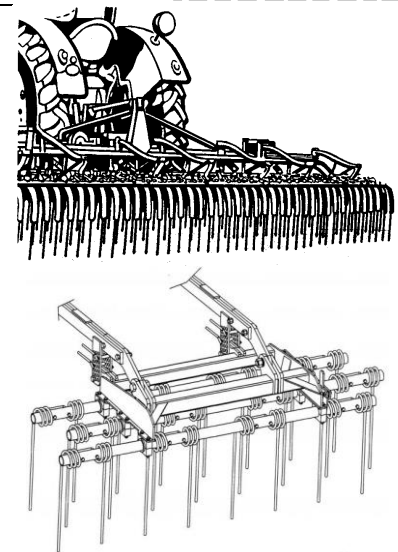
Sít'ové brány

jsou tvořeny z jednotlivých článků z ocelového drátu, přičemž každý článek má dva různě dlouhé hřeby (každý na jedné straně článku) Jednotlivé články jsou kloubově spojeny, takže jsou ve všech směrech pohyblivé a dobře přizpůsobivé terénu. Pro použití v předseťové přípravě nejsou příliš vhodné. Vhodně jich lze využít k ošetření porostů obilnin. Sít'ové brány jsou důležitým náradím pro ošetřování brambor při ničení lehčího škraloupu.



Prutové brány

mají na vysoko umístěném rámu upevněné dlouhé pružné ocelové pruty v horní části zahnuté do oblouku, zpravidla ve více řadách. Půdu kypří velice mělce do 0,05 m. Používají se pro ošetření vzházejících do řádků vysetých plodin, v předseťové přípravě jsou většinou součástí kombinovaných strojů a při ošetření luk. Někdy se mohou využít po sklizni jako tzv. mulčovací brány k rovnoměrnějšímu rozptýlení posklizňových zbytků, protože díky délce prutů mají dobrou průchodnost.

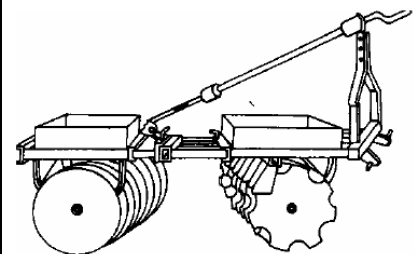


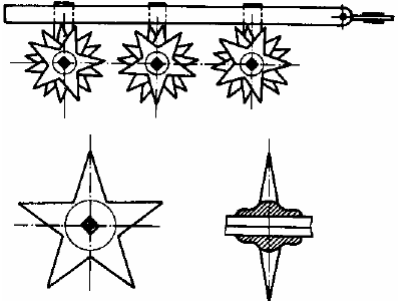
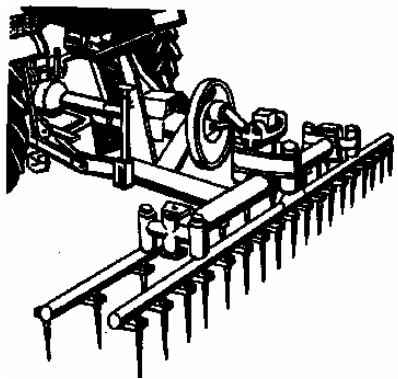
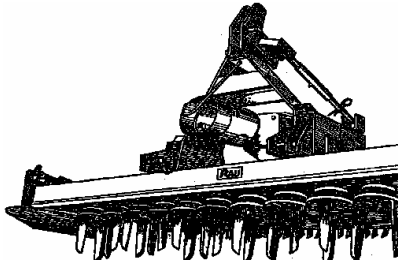
Zdroj: kresby NEUBAUER, 1963

Tabulka 7: Brány s pohyblivými pracovními částmi

Talířové brány

mají jako pracovní orgány vypouklé talíře s ostrím na obvodu. Vhodně se používají k rozrušování hrud za nízké vlhkosti půdy. V předseťové přípravě se používají hlavně u ozimých plodin. Zvláště dobře napomáhají k rozpracování drnu víceletých píceňin a trvalých travních porostů. Mohou se použít také k „rozřezání“ rostlin nebo posklizňových zbytků např. po zrnové kukuřici, slunečnici nebo řepě, které se mají zaorat nebo nechat na povrchu jako mulč.



<p>Hvězdicové brány</p> <p>tvoří přechod mezi branami a válci. Pracovními orgány jsou pětiramenné hvězdice, sestavené na hřídelích, zpravidla ve třech řadách za sebou. Jsou určeny ke kypření, štěpení a drobení soudržných hrud. Pronikají do půdy 0,06-0,12 m. Pokud je potřeba v předset'ové přípravě použít hvězdicové brány je to většinou známka špatné agrotechnické kázně v předcházejícím období, kdy jsme půdu nezpracovávali za vhodné vlhkosti.</p>	
<p>Vibrační (kývavé) brány</p> <p>pohyb pracovních orgánů je odvozen od vývodového hřídele traktoru. Pracovní orgány, většinou hřeby na nosníku, vykonávají kromě pohybu s celým strojem také nucený pohyb. V případě vibračních bran přímočarý vratný. S poháněným pracovním ústrojím velmi účinně rozpracovávají půdu, drtí hroudy a dobře urovňávají povrch půdy. Mohou připravit půdu až na hloubku 0,20 m. Oproti klasickému nářadí mají tu přednost, že v jedné pracovní operaci kvalitně připraví půdu k setí i pro nejnáročnější drobnosemenné plodiny.</p>	
<p>Rotační (vířivé) brány</p> <p>pracovní ústrojí rotor s hřeby je rovněž aktivně poháněn od vývodového hřídele traktoru. Na rozdíl od vibračních bran však hřeby vykonávají rotační pohyb se podle svislé osy rotace. Mohou rovněž pracovat do velké pracovní hloubky 0,20 m při jednom přejezdu. Používají se na rozpracování půdy po orbě. Stejně jako vibrační brány jsou nejčastěji součástí tzv. „secí kombinace“.</p>	 <p><i>Zdroj: krexby KOVÁČ, 2003, NEUBAUER, 1963, ŠKODA et al., 2002</i></p>

3.5.2.4 Kypření půdy

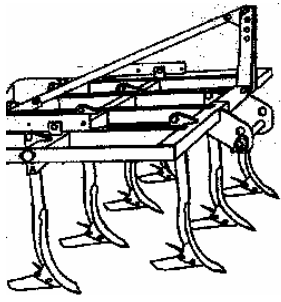
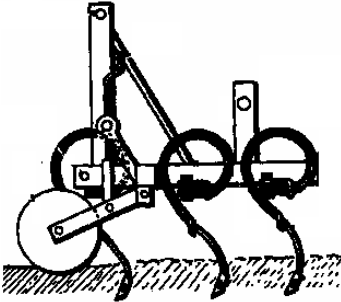
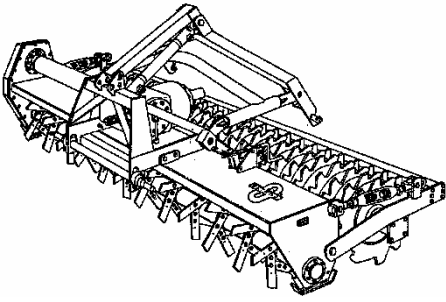
Kypřením je nazývána operace zpracování půdy, kterou provádíme **kypřičem**. Kypření půdy je zásah do hloubky 0,08-0,20 m bez obracení nakypřené vrstvy. Jeho úkolem je nakypření a provzdušnění vrchní části ornice, přičemž jsou současně ničeny plevely.

Prokypřená půda se rychleji prohřívá. Kypření lze též využívat opakovaně s určitým časovým odstupem, zvláště pro později na jaře vysévané nebo sázené plodiny. Opakované kypření má význam především pro ničení plevelů. Kypření je nutné provádět za vhodné vlhkosti půdy. Při zvýšené půdní vlhkosti vzniká nebezpečí utlačování a zamazávání půdy především v hloubce průchodu kypřících těles. Hlavními pracovními částmi kypřiče jsou radličky upevněné na slupici. Na rámu jsou uloženy nejčastěji ve 3-4 řadách. Je tím zajištěna dobrá průchodnost půdy i rostlinných zbytků.

V posledním období se používá v minimalizačních systémech zpracování půdy **kypření jako náhrada set'ové orby** – viz. kapitola Minimalizační technologie zpracování půdy.

Hloubka kypření je odvislá především od požadavků následných plodin. Hlubší kypření v předset'ové přípravě se používá pro okopaniny (brambory 0,15-0,20 m, kukuřice 0,12-0,15 m), střední a menší hloubka kypření pro ostatní plodiny.

Tabulka 8: Rozdělení kypřičů používaných v předset'ové přípravě půdy

kypřiče s pasivním pracovním ústrojím		kypřiče s pohyblivým pracovním ústrojím
s pevnou slupicí	s pérovou nebo odpruženou slupicí	
Pospěchy	Kultivátory	Rotavátory
dobře kypří, podřezávají, ale málo přemísťují zeminu	méně podřezávají, ale půdu více kypří	převládá pohyb rotační s horizontální osou rotace, který je odvozen od vývodového hřídele traktoru
		

Zdroj:kresby NEUBAUER, 1963, ŠKODA et al., 2002

3.5.2.5 Válení půdy

Od předchozích operací se válení půdy liší tím, že slouží k utužování půdy (k jejímu zpevnění), čímž se zmenšuje její nakypřenost a zvyšuje kapilární vzestup vody k povrchu a k osivu. Při utužování půdy dochází současně k urovnání povrchu a k drcení hrud. Utužením půdy se zvyšuje ztráta vody vzlínáním a neproduktivním výparem. Lépe v tomto směru plní funkci válce s nerovným povrchem, které nezanechávají hladký povrch půdy.

Válce se používají pro uválení podmítky, po orbě, v předset'ové přípravě půdy, po zasetí nebo výsadbě plodin a při ošetřování porostů během vegetace.

V předset'ové přípravě upravujeme a utužujeme půdu válením pro vytvoření vhodného set'ového lůžka. Válení po zasetí zajišťuje dokonalejší spojení semen s půdou, čímž se zabezpečuje větší rychlost klíčení a stejnoměrnost vzcházení.

Hloubka působení válců je poměrně malá, dosahuje cca 0,10 m. Je závislá na hmotnosti válce a styčné ploše, na zrnitosti půdy, ale především na vlhkosti půdy.

KREJČÍŘ (1990) rozděluje válce podle tvaru pracovních orgánů na:

1. jednoduché, s jednotným povrchem pracovních orgánů
 - s pracovním povrchem vcelku (hladké, hřebové, ježkové, prstencové, prutové)
 - s pracovním povrchem z většího počtu článků (kotoučové, hrudořezy, pěchy)
2. kombinované - jejich povrch je složen z článků dvojího druhu (cambridgeské vály)

Hladké válce mají převážně použití v zajištění rovného povrchu půdy před výsevem drobných semen a po zasetí. Zabezpečují hlavně stejnoměrnost hloubky výsevu semen, a tím i rychlé klíčení a vzcházení.

Podélně rýhované válce vytváří též rovný, ale mírně zvlněný povrch, na kterém se netvoří po dešti půdní škraloup.

Hřebové válce (označované také jako ježky) slouží především k drcení přeschlých hrud a k ničení půdního škraloupu.

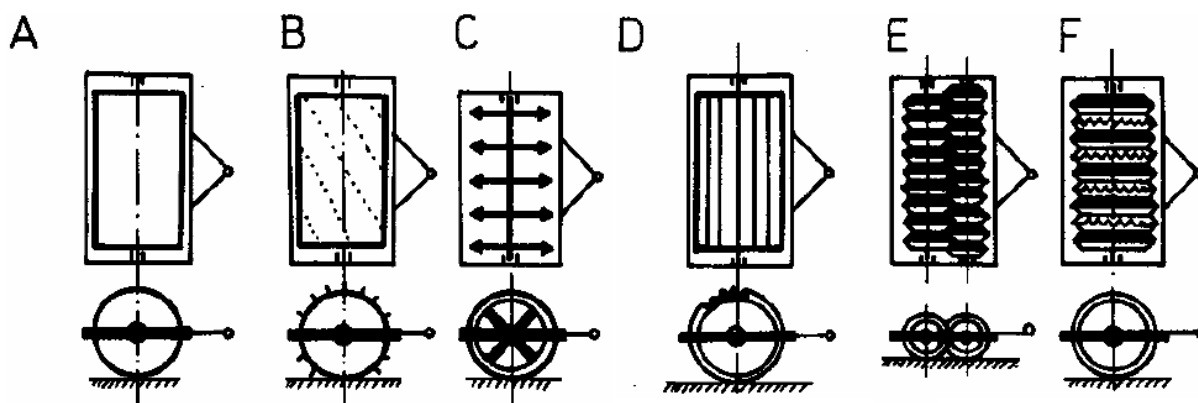
Válce kotoučové, mimo drcení hrud, mají vhodné použití k ošetřování obilnin na jaře, neboť půdu dokonale zpevňují a přitom zanechávají mírně nakypřený svršek.

Hrudořezy jsou speciálním nářadím k drcení hrud v extrémních podmínkách, kde hřebové nebo kotoučové válce nejsou dost účinné.

Typickými představiteli kombinovaných válců jsou **válce cambridgeské**, které se skládají z hladkých a ozubených kotoučů s rozdílným průměrem a tím i rozdílnou obvodovou rychlostí. Cambridgeské válce mají všestrannější použití, neboť působí do větších hloubek při zachování nakypřeného povrchu. Účinně pracují při odstraňování hrud před setím, používají se i po zasetí a při ošetřování ozimů na jaře.

Pěchy jsou speciální válce s velmi těžkými kotouči, s větší vzdáleností mezi jednotlivými pracovními orgány (asi 0,15 m). Slouží k většímu hloubkovému utužení půdy a k odstranění velkých půdních prostor vzniklých při orbě zaschlých těžkých půd a k drcení hrud v orničním profilu. Povrch pozemku přitom zůstává nenakypřen.

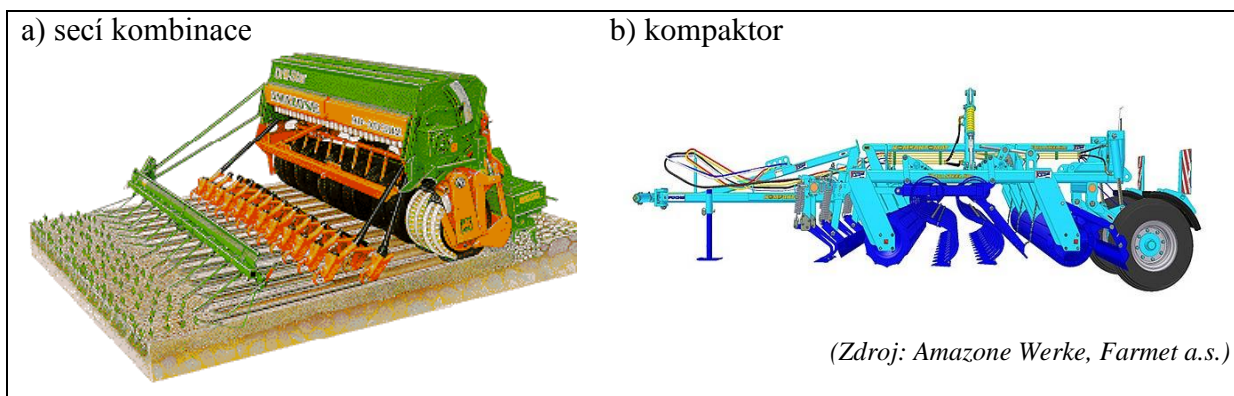
Luční válce jsou hladké válce s velkým průměrem s možností regulace hmotnosti plněním vodou nebo pískem. Používají se pro silné utužení půdy na loukách. Dnes se běžně používají i na poli zejména po zasetí plodin k zajištění rychlejšího a úplného vzejití porostu za sucha.



Obrázek 20: **Hlavní typy válců** (A-hladké; B-hřebové; C-pěchy; D-podélně rýhované; E-kotoučové; F-cambridgeské) (Zdroj: KOVÁČ, 2003)

3.5.2.6 Moderní způsoby předseťového zpracování půdy

Předseťová příprava půdy prováděná klasickým náradím je stále více nahrazována moderní technikou s kombinací více pracovních orgánů. Jde především o již dříve zmíněné rotační a vibrační brány a rotační kypřiče, které se používají buď samostatně nebo v kombinaci s pneumatickými secími stroji jako tzv. **secí kombinace**. Sloučení přípravy půdy a setí do jedné pracovní operace již řadíme ke zjednodušeným způsobům zpracování půdy. Další velmi rozšířenou alternativou je kombinace pasivních pracovních orgánů sestavených do různých kombinátorů tzv. **kompaktorů**.



Obrázek 21: **Moderní kombinované stroje**

Při použití těchto moderních mechanizačních prostředků dochází k výrazné úspoře času a energie a tím i celkových nákladů. Neméně důležité jsou i kvalitativní ukazatele, které jsou ve srovnání s klasickou mechanizací příznivější. Těmito stroji lze z hrubé brázdy (bez zdlouhavého přirozeného slehnutí půdy) připravit kvalitní seťové lůžko a vytvořit vhodnější podmínky pro klíčení, vzcházení, růst a vývoj plodin, což se v konečném efektu projevuje ve zvýšení výnosů.

3.5.3 Kultivační zásahy během vegetace

Je někdy označováno jako ošetřování půdy za vegetace. Tvoří systém kultivačních zásahů převážně v povrchové části ornice takové intenzity, aby jimi nebyla porušena kořenová soustava rostlin. Kypření povrchu půdy umožní přívod vzduchu i výměnu plynů v rhizosféře.

Cílem kultivačních zásahů je též obnova strukturního stavu v povrchu ornice, ničení škraloupu po deštích, mechanické omezování zaplevelenosti porostů, zlepšení vsakování srážek a naopak omezení evaporace z půdy.

Komplex úkonů je tvořen převlačováním, válením, plečkováním, oboráváním, hlubším kypřením mezi řádky. Další úkony orientované na redukci hustoty porostů (např. prosvětlování, prosekávání porostů) jsou již pěstitelskými zásahy.

Úkony, kterými jsou kultivace prováděny, jsou voleny podle druhu a pěstitelských nároků rostliny, podle půdního druhu a stavu poškození struktury (škraloup, důsledky eroze).

3.5.3.1 Vlácení během vegetace

Jedná se o mechanické narušení vrchní vrstvy ornice se současným prosvětlováním porostu a hubením plevelů. Provádí se branami, nejčastěji prutovými.

Úkoly vlácení během vegetace lze shrnout takto:

- prokypření povrchu půdy
- hubení plevelů
- prosvětlení přehoustlých porostů a náhrada jednocení (mák, mrkev a pod.)
- podpoření tvorby odnoží u obilnin, u jetelovin (vojtěška) obnažování odnožovacích uzlů, podpora růstu nových výhonků

3.5.3.2 Válení během vegetace

Jedná se o pracovní operaci při nichž se obnovuje vzlínání vody ke kořenům rostlin. Rostliny se po zimních mrazech přitlačují k půdě a snižuje se obsah vzduchu v půdě. Používají se klasické hladné válce případně prstencové cambridgeské válce.

3.5.3.3 Plečkování

Plečkování je pracovní operace, při které se kypří půda a podřezává plevel rostoucí mezi širšími řádky porostu. Plečkováním se udržují meziřádkové prostory porostů některých plodin v kypré a nezapleveleném stavu.

Úkoly plečkování lze shrnout takto:

- zkyprít vrchní vrstvu v meziřádkovém prostoru
- odstranit půdní škraloup a provzdušnit půdu
- zničit plevel
- zapravit do půdy hnojiva používaná během vegetace

Plečkování se v poslední době opět začíná v praxi více používat, než tomu bylo v minulosti. Používají se nová řešení jak pasivních, tak aktivně poháněných pleček. Může dojít i ke kombinaci meziřádkové kultivace s přihnojením. Zvláštním příkladem plečky, která se používá výhradně k regulaci zaplevelení je tzv. termoplečka (plevelé jsou ničeny vysokou teplotou).



Obrázek 22: **Moderní plečky** (foto: NEUDERT)

3.5.3.4 Oborávání (hrůbkování)

Oborávání je kypření půdy a přihrnování kypřé zeminy k trsům některých plodin. V našich podmínkách se uplatňuje při ošetřování brambor (původní technologie pěstování brambor).

Úkolem oborávání tedy je:

- nahnout kyprou zeminu k trsům brambor v období od jejich zasazení do začátku kvetení
- hubení plevelů



Obrázek 23: **Oborávání brambor** (foto:NEUDERT)

3.5.3.5 Kultivace během vegetace u jednotlivých plodin

Kultivace **ozimů** po zasetí v sušším podzimu vyžaduje někdy uválení těžkými válci pro zvýšení kapilarity a intenzity vzlinání. Na jaře o zásazích rozhoduje stav přezimování. Nejčastěji jsou mrazem povytažené rostliny obilnin ihned po oschnutí povrchu půdy uváleny hladkými válci a tím jsou kořeny přitlačeny k půdě a dobře regenerují. Vytvoří-li se v průběhu jara (hlavně v pšenících) slitá struktura až škraloup, je nutné jej vláčením rozrušit prutovými branami.

Jařiny jsou nejčastěji po zasetí (nutné za sucha) uváleny, po důkladném zakořenění je vhodné vláčení lehkými branami (odplevelení, rozrušení zkomatělé vrstvy).

U **okopanin** je kultivace po zasetí diferencovaná podle druhu plodiny.

Cukrovka je citlivá na tvorbu škraloupu. Musí být proto po zasetí povrch uválen rýhovanými nebo prstencovými válci a po vzejití 2x provedeno plečkování v meziřadí. Pokud je k dispozici tzv. dlátová plečka, je vhodné zkyprění do hloubky 0,10-0,15 m.

Brambory dříve vyžadovaly udržovat osázený pozemek až do zapojení porostu v kyprém a provzdušeném stavu. K tomu přispívala soustava opakovaných úkonů: asi za týden po výsadbě se provedla proorávka naslepo s následným vláčením síťovými branami. Za sucha se provádělo válení rýhovanými válci. Po dalších 2 týdnech byla druhá proorávka naslepo do 0,15 m s následným vláčením síťovými branami. Po vzejití brambor se prováděl sled vláčení, plečkování, hlubší vláčení (delší hřeby) a pak 2 x proorávka, pokud to velikost porostu dovolí.

- Dnes se používá zpravidla tento sled zásahů:
1. slepá proorávka
 2. aplikace herbicidů před vzejitím
 3. hrůbkování před zapojením porostu.

Potřeba kultivačních zásahů u **kukuřice na zrno** závisí na stavu půdy, zaplevelenosti a účinnosti aplikovaných herbicidů. Proto se nejčastěji po výsevu provádí za sucha uválení. Po vzejití se provádí dvojí plečkování tak, aby druhý kultivační zásah byl již užší a neporušil kořeny kukuřice.

Kultivace **luskovin** je jednodušší: většina luskovin se těsně před vzejitím vláčí napříč lehčími branami, které lze podle rychlosti růstu a zaplevelení ještě zopakovat. Luskoviny seté do širších řádků je možno 1-2x plečkovat, nebyly-li použity herbicidy.

Ošetření půdy v porostech olejnin je odlišné podle pěstovaných druhů.

U **řepky ozimé** seté v úzkých řádcích se nepředpokládá vzhledem k používání herbicidů žádný kultivační zásah. Při širokořádkovém výsevu v suchém podzimu je třeba pozemek uválet a převláčet prutovými branami.

Mák se vyznačuje za 2-3 týdny po vzejití velkou dynamikou růstu. Proto se kultivace provádí jen do 80 % zapojenosti porostu. V závislosti na aplikaci herbicidů se provádí prosvětlování (proředování) porostu vláčením napříč řádků (1-2x) a případně 1-2x plečkování mezi řádky podle vývoje a zaplevelenosti máku.

Rovněž **slunečnice roční** má rychlý počáteční růst a brzy se porost zapojuje. Proto se kultivace porostu omezuje jen na uválení a agregaci s vláčením po jejím zasetí.

Kultivace v porostech **jetelovin** se i v současné době nijak nedoporučuje.

U **vojtěšky seté** je citlivý vegetační vrchol a nebezpečí vylomení výhonů. Proto se v prvním roce vegetace zjara může provést jen převláčení lehkými prutovými branami, kde zkypří povrch a vyvláčí zbytky strniště z krycí plodiny. **Jetel červený** luční je možno na jaře uválet (jsou-li kořeny mrazem povytaženy), vláčení je možné jen v případě, že se vytvořil silný škraloup.

3.6 Minimalizační technologie zpracování půdy

V současné době se vedle pracovně a energeticky náročných konvenčních technologií zpracování půdy s orbou stále více používají minimalizační technologie bez použití orby.

Minimalizační technologie vyznačují dvěma základními znaky:

- redukcí hloubky a intenzity základního zpracování půdy
- mělkým zapravením rostlinných zbytků do půdy nebo jejich ponechání na povrchu půdy

Nejdůležitějším rozdílem od konvenčního zpracování půdy je, že se neprovádí orba tradičními pluhy. Jde o různé formy mělkého zpracování půdy kypřením, náhradu orby středně hlubokým kypřením, přímé výsevy plodin do povrchově zpracované a do nezpracované půdy, výsevy plodin do vymrzajících nebo přezimujících (chemicky likvidovaných) meziplodin, zpracování půdy ve výsevních pásech, výsevy plodin do hrůbků a další.

3.6.1 Rozdělení minimalizačních technologií

3.6.1.1 Rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v České republice

Pro podmínky České republiky můžeme pod pojem minimalizační technologie zařadit následující postupy:

Minimalizace s kypřením půdy

Půda se zpracovává kypřením do zvolené, zpravidla malé hloubky. V případě potřeby lze ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení.

Půdoochranné zpracování půdy

Způsoby zpracování půdy, u kterých zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí plodiny pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny (doplňkový údaj: hmotnost této biomasy na povrchu půdy je nejméně 1,2 t.ha⁻¹ v suché hmotě).

Přímé setí (setí do nezpracované půdy)

Půda se po sklizni předplodiny nezpracovává, seje se speciálními secími stroji do rýh nebo pruhů, přičemž většina povrchu půdy není mechanicky zasažena.

3.6.1.2 Rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v USA

Terminologie hlavních skupin minimalizačních technologií zpracování půdy v USA vychází z klasifikace Americké půdoznalecké společnosti - Soil Science Society of America.

Půdoochranné zpracování půdy (*Conservation – tillage*)

Tento termín zahrnuje různé způsoby zpracování půdy bez orby i přímé setí do nezpracované půdy. Významným znakem je, že nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí plodiny je pokryto rostlinnými zbytky.

Technologie setí do nezpracované půdy (*No-tillage*)

Půda se před setím neobdělává. Seje se speciálními secími stroji. Po setí zůstává 80-100 % posklizňových zbytků na povrchu půdy.

Technologie setí do hrůbků (*Ridge-tillage*)

Širokořádkové plodiny jsou vysévány speciálními secími stroji do hrůbků, které se vytvářejí na podzim nebo zároveň při setí. Vytvořené hrůbky mohou zůstat na pozemku i několik let, v jiném případě jsou každoročně obnovovány. Při setí zůstává 40-70 % povrchu půdy pokryto posklizňovými zbytky.

Pásové zpracování půdy (*Strip-tillage*)

Je to označení technologií, u kterých se půda zpracovává jen v úzkých pásích, do nichž se ukládá osivo. Mezi jednotlivými pásy zůstává půda nezpracována.

Technologie zpracování půdy s využitím mulče (*Mulch-tillage*)

Půda se před setím zpracuje tzv. podřezáním strniště, při kterém se zemina nadzdvihne, avšak podřezané strniště nebo posklizňové zbytky jiných rostlin zůstávají na povrchu půdy. Používají se speciální stroje zejména se šíповými radličkami. Po setí zůstává 30-60 % povrchu půdy pokryto rostlinnými zbytky.

Redukované zpracování půdy (*Reduced-tillage*)

Vyznačuje se minimalizací operací při zpracování půdy. Základem této technologie je redukce počtu mechanických zásahů a intenzity zpracování půdy.

3.6.1.3 Rozdělení minimalizačních technologií zpracování půdy v Německu

V Německu se používá následující rozdělení minimalizačních způsobů zpracování půdy:

Konzervační zpracování půdy

Je to způsob zpracování půdy bez použití pluhu a orba je nahrazena kypřením do zvolené hloubky bez obracení půdy. Základním strojem je zde kypřič, u kterého mohou být voleny

různé pracovní nástroje v závislosti na různém stupni zapravení rostlinných zbytků či jejich ponechání na povrchu půdy. Rostlinné zbytky zůstávají na povrchu a v povrchové vrstvě půdy.

Přímé setí do nezpracované půdy

Zpracování půdy je vynecháno a setí se uskuteční přímo po sklizni hlavní plodiny. K zakládání porostů se používají speciální secí stroje, které jsou schopny zapravit osivo do nezpracované půdy.

3.6.2 Důvody rozvoje a širšího používání minimalizačních technologií

Hlavními důvody rozvoje a širšího používání minimalizačních technologií zpracování půdy jsou především v oblasti ekologické, ekonomické a technické.

3.6.2.1 Důvody ekologické

Od minimalizačních technologií se očekává, že přispějí ke zlepšení půdního a životního prostředí, zejména ke zlepšení strukturního stavu půdy, hospodaření s půdní vodou, stavu půdní organické hmoty, biologické činnosti půdy, k redukci eroze a zhutnění půdy a k omezení vyplavování živin.

Každá změna způsobu zpracování půdy nutně vede i ke změnám půdního prostředí. Rozsah těchto změn závisí na stupni redukce hloubky a intenzity zpracování půdy, na množství rostlinných zbytků ponechaných na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy a na době po kterou změna technologie trvá. Změny půdního prostředí vlivem různého zpracování jsou rovněž rozdílné v závislosti na půdních a klimatických podmínkách hospodaření.

Způsob zpracování půdy a s ním související distribuce posklizňových zbytků ovlivňují celou řadu fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy.

Z fyzikálních vlastností se změny vyvolané různým zpracováním půdy nejvíce dotýkají objemové hmotnosti. **Objemová hmotnost půdy** pak ovlivňuje celý komplex dalších fyzikálních vlastností půdy. S objemovou hmotností úzce koreluje **pórovitost půdy**. Objem a zastoupení jednotlivých velikostních skupin pórů významně ovlivňují vodní a vzdušný režim půdy. Obecně s nižší intenzitou zpracování dochází ke zvyšování objemové hmotnosti půdy a snižování celkové pórovitosti. Zvyšuje se poměr kapilárních a nekapilárních pórů. To se promítá ve zvyšování vododržnosti půdy, a tím i ve vyšším obsahu vody v půdě a ve snižování hodnot provzdušenosti půdy. Na uchování půdní vody má příznivý vliv rovněž

mulč ze zbytků rostlin na povrchu půdy, především tím, že zmenšuje odtok vody z povrchu půdy a redukuje neproduktivní výpar (ztráty vody evapotranspirací).

Snížení hloubky a intenzity zpracování půdy je z tohoto pohledu vhodné uplatňovat především v sušších a teplejších podmínkách a na půdách lehčího zrnitostního složení, kde je potřeba usilovat o zlepšení vodního režimu půdy a vláhového zabezpečení rostlin v průběhu vegetace. Naopak u půd druhově těžších a ve vlhčích a chladnějších podmínkách je potřebné usilovat o udržení potřebné pórovitosti, zejména pak objemu nekapilárních pórů, které rozhodují o propustnosti a aerační schopnosti půdy.

Strukturní stav půdy je významným prvkem půdní úrodnosti. Různá intenzita zpracování půdy i hospodaření s posklizňovými zbytky rostlin se projevuje nejen ve změnách základních fyzikálních vlastností půdy, ale i ve změnách půdní struktury. Snížení intenzity zpracování půdy a ponechání zbytků rostlin na povrchu půdy většinou vede ke zlepšení půdní struktury (k vyššímu zastoupení agronomicky cenných strukturních agregátů i ke zvyšování jejich vodostálosti). Vhodné agregátové složení půdy a dostatečná vodoodolnost agregátů jsou základem pro optimalizaci půdní pórovitosti, vododržnosti půdy, areace, infiltrace vody do půdy a dostupnosti vody pro rostliny. Stabilita agregátů se zvyšuje se zvyšujícím se obsahem půdní organické hmoty a vlhkostí půdy. Vlhké agregáty jsou odolnější vůči jejich destrukci deštěm než agregáty vyschlé. U půd opakovaně zpracovávaných minimalizačními postupy (s příznivým vlivem na obsah humusu a vody v půdě) jsou půdní agregáty většinou stabilnější než u klasického zpracování půdy s orbou.

Infiltrace srážkové vody významně ovlivňuje erozi půdy. Změny fyzikálních vlastností půdy při jejím zpracování způsobují změny propustnosti půdy pro vodu a vzduch a vodivosti pro teplo. Na většině stanovišť vykazuje redukované zpracování půdy, zejména při jeho opakovaném používání, příznivou infiltraci srážkové vody do půdy a snížený povrchový odtok vody, s čímž souvisí i snížení rizika vodní eroze půdy. Změna půdní struktury po zpracování půdy přináší změnu vodivosti a propustnosti pro vodu, teplo a vzduch. Homogenní vrstva s horizontální strukturou vzniká při klasickém zpracování půdy, vertikální struktura převažuje při uplatnění redukovaného zpracování půdy. Tyto stavy se přímo odráží v rychlosti infiltrace a erozi půdy. Významný vliv na infiltraci má existence makropórů, které jsou tvořeny zejména aktivitou půdních organismů, která je vyšší při bezorebném zpracování půdy. Významný vliv na velikost povrchového odtoku a ztrátu půdy má rovněž ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy ve formě mulče.

Stav půdní organické hmoty má velký význam pro půdní úrodnost i pro výživu rostlin. Různá intenzita zpracování půdy má poměrně výrazný vliv na ukládání uhlíku (ve formě

humusu) v půdě a na jeho uvolňování (jako CO₂) do atmosféry. Po intenzivním zpracování půdy dochází většinou k většímu uvolňování CO₂ a nižšímu ukládání uhlíku v půdě. Vliv různého zpracování půdy na množství a složení půdní organické hmoty je však měřitelný až po dlouhodobějším používání, v krátkodobějším časovém horizontu nelze očekávat podstatnější změny. Dřívější informace o mechanismu koloběhu uhlíku však mohou poskytnout i krátkodobější výsledky uvolňování CO₂ z půdy do ovzduší.

Dusík v půdě je ovlivňován intenzitou zpracování půdy. Technologie zpracování půdy mají významný vliv na využití dusíku z půdy (ale i z hnojiv) rostlinami a vytváří odlišné podmínky pro přeměny dusíku v půdě. Intenzivní zpracování půdy vytváří aerobní podmínky ve zpracovávané vrstvě, a tak dochází k intenzivnějšímu uvolňování dusíku z půdní zásoby a jeho přeměně na nitráty. Při používání minimalizačních technologií probíhá mineralizace dusíku z půdní organické hmoty pozvolněji. Obecně se dá říci, že snížení intenzity zpracování půdy většinou vede k omezení tvorby nitrátového dusíku a jeho vyplavování do podzemních vod. K významnějšímu snížení ztrát živin vyplavováním dochází při používání půdoochranných technologií zpracování půdy s výsevy plodin do vymrzajících nebo i přezimujících (chemicky likvidovaných) meziplodin. Meziplodiny výrazně omezují ztráty živin vyplavováním, především dusíku, který vážou ve své biomase a zabraňují tak jeho transportu do hlubších půdních vrstev mimo kořenovou zónu, kde je pro rostliny nedosažitelný. Dochází tak k efektivnějšímu využití aplikovaného dusíku v hnojivech i dusíku z půdy pro rostlinnou produkci a k zabránění kontaminace podzemních vod.

Biologická činnost půdy je rovněž významně ovlivňována zpracováním půdy. Změny ve fyzikálních a chemických vlastnostech půdy při jejím různém zpracování se promítají do změn biologické činnosti půdy. Změny stavu půdní organické hmoty probíhají, jak již bylo zmíněno, velmi pomalu. Rovněž tak **aktivita mikroorganismů** narůstá velmi pozvolna. Statisticky průkazné změny v biologické aktivitě půdy následující po změnách způsobu zpracování mohou nastat až po desetiletích. Změna tradičního na redukované zpracování půdy většinou stimuluje populaci půdní fauny a aktivitu půdních mikroorganismů. Tato skutečnost je dávana do souvislosti především s nárůstem půdní vlhkosti a menším kolísáním půdních teplot. Významným přínosem pro rozvoj půdní bioty jsou půdoochranné technologie, kde je biomasa posklizňových zbytků rostlin (především strniskových meziplodin) mělce zapravená do půdy nebo ponechaná na povrchu půdy jako mulč.

Zvlášť výrazný je vliv snížení intenzity zpracování půdy na **růst populace žížal**, ale **i jiných živočichů**, např. chvostoskoků a dravých roztočů. Vyšší aktivita žížal působí příznivě na zlepšení půdní struktury. Žížaly promíchávají půdu, dopravují slámu a živiny do hlubších

vrstev a kypří utuženou půdu. Jimi vytvořené chodbičky tvoří vertikální stabilní systém pórů, procházející z povrchu do spodních vrstev půdy, který vyniká lepší propustností pro vzduch a zlepšuje vsakování nadměrných srážek. Malý počet žížal na oraných polích není způsoben jejich mechanickou likvidací při obdělávání půdy, ale tím, že je likvidován základ jejich výživy. Žížaly jsou odkázány na zbytky rostlin na povrchu. Pokud jsou tyto zbytky zapravovány do půdy, může se udržet jen jejich malá populace. Při přímém setí plodin do nezpracované půdy mají žížaly významnou úlohu při kypření půdy. Aby mohly tuto funkci plnit, potřebují odpovídající výživu. Proto hraje ponechávání posklizňových zbytků na povrchu půdy rozhodující úlohu.

Zhutnění půd je na mnohých stanovištích příčinou významného zhoršení produkční schopnosti půd. Stupeň a rozsah zhutnění významně závisí na místních podmínkách. Rozhodující význam mají nejen druh a stav půdy, ale i způsob obhospodařování půdy. Mnohé výzkumy a praktické zkušenosti potvrzují, že **snížení intenzity zpracování půdy omezuje nebezpečí zhutňování půd**. Měření ukazují, že nekypřená půda nebo půda kypřená neobracejícími kypřicími stroji má stabilnější strukturu a systém pórů, které jsou i za velkého vlhka méně citlivé na tlak než u orané půdy. Redukce počtu přejezdů po poli při používání minimalizačních technologií se promítá v omezení mechanického působení traktorů a strojů na půdu.

Poznatky o vlivu různých způsobů zpracování půdy a managementu posklizňových zbytků na změny půdního prostředí jsou důležité pro optimalizaci technologií zpracování půdy a zakládání porostů plodin v různých produkčních podmínkách.

3.6.2.2 Důvody ekonomické

Zpracování půdy je z celého souboru agrotechnických opatření při pěstování rostlin energeticky nejvíce náročné. Představuje v závislosti na vlastnostech půdy a ročníku 35-50 % všech energetických nákladů rostlinné výroby a proto stále více nutí zemědělce přemýšlet o technologiích, které tyto náklady snižují.

Redukované zpracování půdy, zejména jeho krajní varianta - setí plodin do nezpracované půdy, **přináší značné úspory práce a energie**, což se pak promítá i ve snížení celkových nákladů.

Rozvoj techniky a nová generace výkonných strojů na zpracování půdy umožnily v posledních letech širší uplatnění minimalizačních technologií včetně výsevu plodin do nezpracované půdy. Používání minimalizačních technologií snižuje spotřebu pohonných hmot až o 35-75 % a zvyšuje produktivitu práce až o 40 %.

Prvním směrem redukce nákladů na zpracování půdy je **snížování potřeby pracovního času (pracovních nákladů)** slučováním jednotlivých pracovních operací, využitím souprav strojů, které plní několik funkcí. Potřebného stavu půdy, respektive založení porostů je dosaženo nižším počtem pracovních operací nebo jen jedním pojezdem po poli. Další možností snížování pracovních nákladů je využívání strojů s větším záběrem a vyšší výkonností, což umožňují především kypřiče na rozdíl od pluhů, které již v tomto směru dosáhly svých limitů. Tak je možné zredukovat počty pracovníků v podniku a ušetřit tak mzdové náklady.

Druhým směrem v úspoře nákladů je **snížování energetických (materiálových) nákladů**, tj. především výdajů za naftu. V zemědělských podnicích je vítaným efektem minimalizačních technologií úspora nafty. Snížení hloubky a intenzity zpracování půdy vede k významným úsporám pohonných hmot. Energeticky nejnáročnějším zpracováním půdy je orba, proto snížení její hloubky nebo náhrada kypřením je jednou z hlavních alternativ jak snížit energetické náklady.

Nezbytným předpokladem pro dosažení úspor prostřednictvím snížení nákladů na zpracování půdy je podmínka, že výnosy plodin, a tím i tržby na jednotku plochy zůstanou zachovány nebo pokles příjmů bude nižší než ušetřené náklady.

Vesměs pozitivní efekty minimalizačních technologií na snížení nákladů jsou v plné výši realizovatelné v případech, že klimatické a půdní podmínky a aktuální stav pozemků umožňují využití minimalizačních technologií. Pokud tento předpoklad není zcela splněn a pro kvalitní založení porostů je nezbytné provádět další zásahy a opatření, je ekonomický efekt nižší.

3.6.2.3 Důvody technické

Nová konstrukční řešení strojů a nářadí umožňují rozvoj a širší uplatnění minimalizačních technologií zpracování půdy. Vhodnou konstrukcí strojů se dají některé operace zcela vyloučit nebo spojit s jinými operacemi. V současné době je na trhu k dispozici celá řada strojů pro minimalizační postupy zpracování půdy včetně setí plodin do nezpracované půdy.

Velmi důležitým faktorem při výběrů strojů pro zpracování půdy je jejich plošná výkonnost, která má zásadní význam v provozních podmínkách. Právě faktor včasnosti operací je silnou stránkou minimalizačních způsobů zpracování půdy. Potřeba času pro postupy zpracování půdy bez orby je výrazně nižší, a tím umožňuje přípravu pozemků a setí v agrotechnických termínech, což je základ dobrých výnosů polních plodin. V současné době je na trhu mnoho strojů různých značek, které jsou konstruovány pro vysokou plošnou

výkonnost a jejich záběry dosahují i 12 až 16 m. V agregaci s traktory o výkonu 500 koňských sil (kW) dosahují vysokých denních výkonů a zajišťují precizní práci v požadovaných agrotechnických termínech.

3.6.3 Současný stav používání minimalizačních technologií zpracování půdy

V současné době se používají minimalizační technologie v různých modifikacích a různém rozsahu na celém světě.

3.6.3.1 Používání minimalizačních technologií ve světě

Volba způsobů zpracování půdy je ovlivňována nejen agroekologickými podmínkami, ale i používáním různých pěstitelských systémů, ekonomickými a kulturními bariérami v různých zemích. Minimalizační technologie zpracování půdy jsou v současné době považovány za významnou alternativu ke konvenčním technologiím s orbou. Všeobecně jsou u minimalizačních technologií ceněny především nižší náklady, úspora času, příznivý vliv na půdní prostředí a omezení vodní a větrné eroze.

Jak již bylo výše uvedeno, technologie zpracování půdy bez použití orby jsou známy již desítky let, ale jejich největší rozvoj a uplatnění byly zaznamenány až v posledních dvaceti letech, kdy snižování výrobních nákladů, výkonná technika a účinné herbicidy byly hlavním impulsem pro jejich rozšíření.

Zatím co v **Evropě** je pluh s odhrnovačkou stále ještě dominujícím strojem pro základní zpracování půdy, na všech ostatních kontinentech hraje už jen menší roli.

V **USA** se bezorebné technologie rozšířily nejvíce. Snižování státních dotací, drahá pracovní síla, silná konkurence na trhu a problémy s větrnou a vodní erozí přinutily americké farmáře ke změně systému zpracování půdy. Mělké zpracování půdy radličkovým nebo talířovým nářadím je zde uplatňováno na více než 50-ti % orné půdy. Rozsah používání přímého setí plodin do nezpracované půdy se pohybuje kolem 20-ti %, podle oblastí je však rozdílný.

V **Kanadě** se zemědělci přiklánějí k redukci počtu zásahů při zpracování půdy a zakládání porostů plodin, ale přímé setí bez zpracování půdy zde není populární. Rovněž výsledky pokusů zde neukazují na příznivý vliv přímého setí do nezpracované půdy na výnosy především teplomilnějších plodin.

V **Jižní Americe** pluh hraje jen malou roli. I když, na rozdíl od Severní Ameriky, lze podíl jednotlivých systémů zpracování půdy jen odhadovat, má přímé setí do nezpracované půdy v Jižní Americe větší význam než v Severní. Bez optimální protierozní ochrany půdy při přímém setí se v Jižní Americe, bohaté na srážky, projevuje výrazné snižování výnosů

díky ztrátám živin. Kromě toho je při zpracování půdy její svrchní část během několika let zcela likvidována erozí.

V Africe je také podíl konvenčního zpracování půdy pluhem velmi malý. Příčinou je především nedostatek pluhů s odhrnovačkou a vhodné tažné síly. Zvířecí potahy s dřevěnými nástroji kypří půdu zpravidla jen do hloubky v rozmezí 0,10–0,15 m a neobracejí ji. V Africe, stejně jako v Jižní Americe se používají i postupy přímého setí s odstraňováním rostlinných zbytků vypalováním.

V Austrálii převažují půdoochranné systémy a přímé setí. Intenzivnější zpracování půdy, často však bez pluhu, se vyskytuje především ve vláhově lépe zabezpečených oblastech na východním pobřeží. V sušších obilnářských oblastech západu se většinou používá přímé setí plodin do nezpracované půdy.

Ve středoasijských oblastech někdejšího Sovětského svazu také půdoochranné technologie a přímé setí získávají postupně na významu. Pěstební podmínky se v mnohém podobají podmínkám v Severní Americe nebo Austrálii. Většina ploch se však i nadále oře a intenzivně zpracovává. Příčinou je nedostatek herbicidů a vhodné techniky pro minimalizační postupy.

V Číně cca 100 milionů hektarů půdy živí více než 1,3 miliardu lidí. Čína v poslední době dokonce obiloviny vyváží. Relativně vysoké výnosy jsou dosahovány díky velmi intenzivnímu zpracování půdy. Následkem jsou však vážné problémy s půdní erozí.

Poměrně velký rozvoj a rozšiřování minimalizačních technologií nastaly zejména v posledních dvaceti letech v České republice, na Slovensku a v Maďarsku. Důvodem jsou lepší podmínky pro uplatnění těchto výkonných technologií ve větších podnicích, rozsáhlý výzkum a propagace a v neposlední řadě snaha zemědělců o zlepšení ekonomiky rostlinné výroby snížením nákladů.

Celkově lze shrnout, že z celosvětového hlediska převažují minimalizační systémy zpracování půdy ve všech různorodých formách. Rozhodující úlohu hraje pluh doposud především v Evropě, dále pak ve středoasijských oblastech bývalého Sovětského svazu a v Číně. Přímé setí plodin do nezpracované půdy patří v jižní a severní Americe a Austrálii již ke standardním postupům.

3.6.3.2 Používání minimalizačních technologií v České republice

V České republice je výzkum minimalizačních technologií zpracování půdy prováděn dlouhodobě již od šedesátých let minulého století. V pokusech vedených v letech 1961–1967 na černozemní půdě v kukuřičné výrobní oblasti byl hodnocen význam hloubky zpracování

půdy pro plodiny a půdu. Byla zjištěna nevýrazná výnosová reakce většiny plodin na hloubku a intenzitu zpracování půdy. Na tato sledování navázaly modelové pokusy, ve kterých byla zaznamenána pozitivní reakce obilnin na vyšší objemovou hmotnost půdy, odpovídající půdě přirozeně uložené, tedy nezpracované.

Na základě těchto zjištění byly v roce 1969 založeny na černozemní půdě v kukuřičné výrobní oblasti polní pokusy, kde byly do roku 1993 v rámci šestihonného a čtyřhonného osevního postupu zkoušeny tři systémy zpracování půdy. V prvním systému bylo ke všem plodinám oráno, v druhém systému bylo u obilnin prováděno mělké zpracování půdy a ve třetím systému byly obilniny sety do nezpracované půdy. Mělké zpracování půdy i setí obilnin do nezpracované půdy zabezpečovalo obdobné výnosy a výrobnosti celých osevních postupů jako orba. Rovněž výsledky dalších pokusů vedených na černozemní půdě v kukuřičné výrobní oblasti (1989-1994) a řepařské výrobní oblasti (1989-2014) ukazují na vhodnost využití minimalizačních způsobů zpracování půdy u ozimé pšenice a jarního ječmene. V pokusech vedených ve Výzkumném ústavu pícninářském, spol. s r.o. v řepařské výrobní oblasti na hnědozemní půdě v letech 1996-2000 byla zaznamenána příznivá výnosová reakce ozimé pšenice, ozimé řepky, jarního ječmene i hrachu na sníženou intenzitu zpracování půdy.

Sedmileté polní pokusy, vedené na pokusných stanovištích Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. Praha-Ruzyně, s různými variantami využití organické hmoty a s přímým setím do nezpracované půdy ukázaly, že při pěstování hlavních obilnin na úrodných, hlinitých půdách v řepařské výrobní oblasti není významných rozdílů ve výnosu mezi konvenční a půdoochrannou technologií. Na lehkých, hlinitopísčítých půdách byly jak výnosové, tak i ekonomické výsledky u zkoušených obilnin průkazně lepší při používání půdoochranných technologií.

Výsledky dlouhodobých pokusů vedených na kambizemi (hnědé půdě) v bramborářské výrobní oblasti ukazují, že v daných podmínkách (méně úrodná půda, vlhčí a chladnější klimatické podmínky) je u ozimé pšenice pěstované po dobrých předplodinách (po jeteli lučním a bramborách) možná redukce intenzity zpracování půdy použitím mělkého zpracování půdy kypřením. U jarního ječmene však zde vedlo použití mělkého zpracování půdy a zejména přímého výsevu do nezpracované půdy ke snížení výnosů.

Výsledky výzkumných pracovišť v ČR a získané poznatky se staly základem pro racionální postupy ve zpracování půdy a zakládání porostů polních plodin a pro rozšiřování minimalizačních technologií.

V České republice jsou minimalizační technologie používány především u obilnin i u dalších úzkořádkových plodin (ozimá řepka, mák, hrách), kde je nejvíce výzkumných výsledků i praktických zkušeností. Technologické postupy s vynecháním orby a se setím do mulče z vymrzajících meziplodin se začínají v posledním období uplatňovat i u plodin pěstovaných v širších řádcích, především u kukuřice. Vzhledem k vysokému zastoupení obilnin ve struktuře plodin v ČR (cca 60 %) je dynamika nárůstu uplatnění minimalizačních postupů vysoká. Podle odborných odhadů jsou v našem státě minimalizační technologie v současné době používány na více než 40 % orné půdy.

3.6.4 Podmínky pro uplatňování minimalizačních technologií

3.6.4.1 Stanovištní podmínky

Minimalizační technologie zpracování půdy a zakládání porostů jsou vhodné především pro sušší a teplejší produkční oblasti, pro erozně ohrožené plochy a v neposlední řadě otevírají cestu k lepšímu zakládání porostů ozimých plodin na těžších půdách.

Nejvhodnější podmínky pro uplatňování minimalizačních technologií jsou na středně těžkých půdách s vyšší přirozenou úrodností v sušších podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Potvrzují to výsledky pokusů i zkušenosti zemědělské praxe.

V posledním období dochází k rozšiřování minimalizačních technologií zpracování půdy i do oblastí s horšími půdními a klimatickými podmínkami. Důvodem je především snaha zemědělců hospodařících ve vyšších polohách o snížení nákladů a zvýšení rentability výroby. Významné je zde rovněž hledisko omezení vodní eroze na svažitých pozemcích.

Minimalizační technologie jsou používány i na těžkých půdách, kde stav půdního prostředí mnohdy vylučuje kvalitní založení porostů ozimých plodin v požadovaných agrotechnických termínech při použití konvenční technologie s orbou. V takových případech je použití minimalizačních technologií jediným možným způsobem jak založit porost. Vhodná se ukazuje především náhrada orby mělkým kypřením a setí plodin secími stroji zajišťujícími dostatečnou kvalitu založení porostu. Vliv snížené hloubky a intenzity zpracování těžkých půd na růst a výnosy pěstovaných plodin pak do značné míry závisí na průběhu povětrnostních podmínek v době vegetace. Při vlhčích a chladnějších podmínkách je zde nebezpečí nedostatečné provzdušnenosti půdy a zhoršení teplotních poměrů se všemi nepříznivými důsledky pro plodiny i půdní procesy.

Redukce hloubky a intenzity zpracování půdy je zcela nevhodná na zamokřených a nadměrně utužených půdách. Zde je potřeba pro vytvoření vhodných podmínek pro

pěstované plodiny i průběh půdních procesů zajistit dostatečné nakypření a provzdušnění půdy.

3.6.4.2 Organizační podmínky

Rozšiřování minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů je proces, který neprobíhá izolovaně od ostatních změn v našem zemědělství. Větší rozsah uplatňování minimalizačních postupů podporují souběžně probíhající změny ve struktuře plodin, především zvyšující se zastoupení obilnin. Minimalizační technologie jsou u řady plodin, hlavně u obilnin již vyzkoušené. V pokusech i provozních podmínkách bylo potvrzeno, že lze těmito technologiemi dosahovat srovnatelných výnosů jako při klasickém zpracování půdy orbou.

Přechod podniku na využívání minimalizačních technologií sebou přináší snížení sortimentu využívané techniky i snížení potřebného počtu strojů. Zpracování půdy v minimalizačních technologiích je zajišťováno především různými typy radličkového a talířového nářadí vybaveného drobicím a urovnávacím zařízením. Jako doplněk jsou využívány válce a pro precizní přípravu půdy k setí i kombinátory. Některé podniky (zejména ty, které celoplošně a dlouhodobě používají minimalizační postupy) používají i kypřiče pro hlubší kypření.

Společným rysem této techniky na zpracování půdy jsou nižší nároky na tažnou sílu, umožňující při stejné tažné síle využívat techniku s vyšším záběrem a tím vyšším jednotkovým výkonem. Vysoká jednotková výkonnost kypřičů umožňuje zajistit potřebné pracovní operace s nižším počtem pracovníků v podniku.

Výraznou redukci stavu techniky lze dosáhnout při využívání výkonných strojů ve více směnách. Např. podnik o výměře orné půdy přes 3000 ha zaměřený na pěstování obilnin a zrnové kukuřice (doplňkově na ozimou řepku a luskoviny, bez pícnin) vystačí v oblasti zpracování půdy, zakládání porostů a ochrany rostlin se dvěma základními kypřiči, jedním bezorebným secím strojem pro hustě seté plodiny a secím strojem na kukuřici, soupravou cambridgeských válců a výkonným samojízdným postřikovačem. Doplňkově je používán radličkový kypřič s menším záběrem a kombinátor. Tato technika je obsluhována pěti traktoristy, což znamená, že jeden traktorista může zabezpečit operace spojené se zpracováním půdy a zakládáním porostů na cca 600 ha orné půdy. Při sklizňových pracích je nutné tento počet sezónně doplnit dalšími pracovníky, respektive službami pomáhajícími při sklizni a přepravě sklizených plodin.

Vysoká jednotková výkonnost kypřičů, postřikovačů i secí techniky umožňuje nejen snížit stavy traktoristů v podniku, ale i zvládnout pracovní operace při zakládání porostů jednotlivých plodin v krátkém časovém úseku. To umožňuje agronomům volit optimální termíny pro zakládání porostů, využívat příhodných půdních podmínek s nízkým rizikem nezvládnutí prací v důsledku nepříznivého počasí.

Snížení stavu pracovníků zajišťujících rostlinnou výrobu po přechodu podniku na využívání minimalizačních technologií nemůže jít na úkor kvality jednotlivých pracovních zásahů. Nízké počty aktivních pracovníků pozitivně ovlivňují pracovní náklady v podniku, ale zároveň zvyšují nároky na koordinaci jednotlivých prací.

Jak ukazuje celá řada výzkumů, vliv minimalizačních postupů zpracování půdy na půdní prostředí je většinou příznivý, zejména při jejich dlouhodobém používání dochází ke zlepšování stabilních prvků půdní úrodnosti a to především strukturního stavu půdy a stavu půdní organické hmoty. Při používání minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů je nutné pro zajištění setrvalosti tohoto systému hospodaření zabezpečit i určitou výnosovou úroveň pěstovaných plodin. Vliv technologických postupů s redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a výsevy plodin do mělce zpracované, povrchově zpracované i nezpracované půdy se projevuje v závislosti na agroekologických podmínkách. Pro určité půdně klimatické podmínky je proto nutné ověřit vhodné technologické postupy zpracování půdy a zakládání porostů a těmto postupům uzpůsobit celou pěstební technologii jednotlivých plodin. Technologie zpracování půdy a zakládání porostů není možné přebírat z jiných podmínek. Naopak je potřebný výzkum a praktické ověření vhodných postupů pro konkrétní podmínky hospodaření.

3.6.5 Stroje pro minimalizační technologie

Nezbytnou podmínkou úspěšného využívání minimalizace zpracování půdy jsou vhodné stroje na zpracování půdy a setí. Právě v této oblasti strojové techniky lze zaznamenat dynamický vývoj stimulovaný zájmem praxe o netradiční technologie zpracování půdy.

3.6.5.1 Stroje na zpracování půdy

Soudobá široká nabídka mechanizačních prostředků na zpracování půdy umožňuje přizpůsobit výběr techniky půdním a provozním podmínkám zemědělských podniků a zvoleným technologiím zpracování půdy.

Před pořízením mechanizace na zpracování půdy a setí je nezbytné uvážlivě volit soupravy, aby přípojné mechanizační prostředky umožňoval přiměřené využití traktoru. Není výjimkou situace, kdy výkon motoru traktoru či možnost přenosu tahové síly traktoru na přípojný stroj pro zpracování půdy není v souladu s pracovním záběrem stroje, převažující hloubkou zpracování půdy, či se stupněm obtížnosti zpracování půdy, daným zejména zrnitostním složením půdy. Přecenění možností traktoru a podcenění energetické náročnosti zpracování půdy může vést k tomu, že souprava pracuje při nižší pracovní rychlosti, než je rychlost optimální pro stroje na zpracování půdy s nepoháněnými pracovními nástroji, které v sortimentu kypřičů převažují. Důsledkem je zhoršení kvality zpracování půdy (například nedostatečné drobení a mísení zeminy), snížení plošné výkonnosti soupravy i zvýšená spotřeba nafty vyplývající z toho, že motor traktoru nepracuje v hospodárném režimu.

U minimalizačních technologií závisí kvalita práce strojů pro zpracování půdy ve značné míře na kvalitě předchozích pracovních operací. Je nutné, abychom zabránili nedostatkům v plošném rozptýlení slámy a plev. V technologiích bez orby je potřeba používat kypřiče pro středně hluboké kypření, které promíchávají slámu se zeminou tak, že v místě uložení osiva se sláma vyskytuje v minimálním množství. Dalším problémem jsou hlubší kolejové stopy vytvořené při sklizňových operacích. Pokud dopravní prostředky nebo sklízeče vytvoří na pozemcích hlubší kolejové stopy, je při zpracování půdy k následné plodině nutné uskutečnit hlubší kypření s urovnáním povrchu půdy.

Rozdělení strojů na zpracování půdy:

Kypřiče pro mělké kypření a zpracování půdy do střední hloubky

- radličkové kypřiče
- talířové kypřiče
- prutové kypřiče
- stroje s aktivně poháněnými pracovními nástroji

Kombinátory – kombinované kypřiče

Kypřiče pro hluboké kypření bez obracení půdy

- dlátové kypřiče
- kombinované kypřiče pro postupné kypření půdy do narůstající hloubky

Kypřiče pro mělké kypření a zpracování půdy do střední hloubky

V postupech minimalizačního a půdoochranného zpracování půdy se uplatňují skupiny kypřičů s různým konstrukčním řešením, z nichž některé se vyznačují určitou univerzálností. Některé kypřiče je možné využít jak v systémech zpracování půdy s orbou, kde se uplatňují jako podmítače, tak u technologií bez orby pro mělké kypření půdy a pro opakované mělké kypření. Ve skupině strojů pro mělké zpracování půdy je však v současnosti zastoupena skupina kypřičů, které byly vyvinuty pro uplatnění v systémech bez orby, kde mají zajistit podmínky pro kvalitní následné setí. Významným požadavkem na stroje pro mělké zpracování půdy je vysoká plošná výkonnost, která umožňuje zajistit včasné provedení pracovních operací zpracování půdy a setí v agrotechnických termínech.

Včasná a kvalitní podmítka, nejlépe ihned po sklizni, je stěžejním opatřením při hospodaření s půdní vláhou. Jedná se zejména o přerušování vztlínání vody kapilárními póry k povrchu půdy nechráněnému porostem a zlepšení infiltrace vody do půdy při srážkách. Vysoké nároky je nutné klást i na další pracovní operace následující po podmítce.

Při mělkém kypření charakteru podmítka v postupech, kdy je sláma předplodiny drcena, velmi záleží na rovnoměrnosti jejího rozmetání v celé šíři pracovního záběru sklízecí mlátičky, což platí i pro plevy. Při víceletém využívání technologií bez orby lze vhodnou volbou a správným využíváním strojů na zpracování půdy dosáhnout urovnání povrchu pozemků, což mimo jiné přispívá k lepší kvalitě setí a sklizně sklízecími mlátičkami, kde je nutné nastavit nízké strniště.

Při primárním zpracování půdy, kdy pracovní operace následuje po delším období bez zpracování půdy, se v současnosti používají kypřiče s nepoháněnými pracovními nástroji. Kypřiče s pracovními nástroji poháněnými prostřednictvím vývodového hřídele traktoru se pro primární zpracování půdy využívají výjimečně. Důvodem je nižší plošná výkonnost a vyšší provozní náklady.

Radličkové kypřiče

Radličkové kypřiče jsou stroje s různě řešenými pracovními nástroji. Výběr pracovních nástrojů umožňuje zvolit intenzitu kypření a mísení půdy s posklizňovými zbytky a to od zapravení většiny rostlinného materiálu do půdy až po mělké prokypření půdy a ponechání veškerých rostlinných zbytků na povrchu půdy jako mulč.

Radličky těchto kypřičů jsou uspořádány ve dvou a více řadách. Kypřicí radličky mohou být doplněny talíři k urovnání povrchu půdy a k zapravení rostlinných zbytků, dále sekcí prutových bran a drobicím a utužovacím válcem.

Šípovité podřezávací radličky nacházejí uplatnění zejména při mělkém kypření v postupech půdoochranného zpracování půdy, chceme-li ponechat po kypření na povrchu půdy mulč například z rozdrčené a rozptýlené slámy. Umožňují docílit dobré zpracování půdy i při nastavení kypřičů na malou hloubku kypření 0,60 až 0,80 m a nezapravují rostlinné zbytky do hloubky setí následné plodiny. Tyto radličkové kypřiče účinně urovnávají půdu, což se příznivě projevuje zejména při víceletém využívání technologií bez orby.

Výrazným vývojovým trendem v uplatnění kypřičů je využívání kombinovaných kypřičů vybavených kypřicími radličkami, kterými můžeme důkladně prokypřit půdu do hloubky srovnatelné s hloubkou orby. Jednou z oblastí jejich použití jsou půdy, u kterých se po víceletém využívání postupů mělkého zpracování půdy vyskytují příznaky nežádoucího zhutnění orniční vrstvy pod hloubkou každoročního kypření. Těmito kypřiči lze promísit rostlinné zbytky v celé kypřené vrstvě, urovnat povrch půdy a účinným pěchem povrchovou vrstvu půdy utužit a připravit lůžko pro osivo. Tyto kypřiče jsou použitelné i pro kvalitní hlubší zpracování půdy zejména pod kukuřicí a řepku.



Obrázek 24: **Radličkový kypřič nesený** – talíře v tomto případě nejsou určeny ke kypření, ale k drobení a mísení (foto: HŮLA)

Talířové kypřiče

Předností talířových kypřičů je vysoká plošná výkonnost při podmítce nebo při opakovaném mělkém kypření půdy. Tato výkonnost je ovlivněna pojezdovou rychlostí souprav až 14 km.hod⁻¹. Při primárním zpracování půdy zanechávají talířové kypřiče hřebenité dno pod zpracovávanou vrstvou půdy. Proto se doporučuje, aby v případě

opakovaného kypření byl změněn směr jízd soupravy, zpravidla šikmo na směr předchozích jízd.

Součástí talířových kypřičů jsou většinou drobicí a utužovací válce, proto není třeba většinou zařazovat ošetřování povrchu v samostatné operaci. Talířové kypřiče mohou ve vyšší míře zapravovat rostlinné zbytky do půdy a promíchávat je se zeminou, proto mají omezené použití v půdoochranných technologiích, je-li požadavek na ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy. Pro tyto účely jsou vhodnější radličkové kypřiče s plochými šípovými podřezávacími radličkami.

Talířové kypřiče se používají především pro podmítku po sklizni obilnin, řepky a dalších plodin v letním období. Rovněž jsou využívány při opakovaném mělkém kypření půdy po vzejití výdrolu předplodiny a některých plevelů. Kvalita jejich práce závisí na kvalitě sklizně předplodin. Je-li na pozemku nesklizená polehlá sláma, shluky nesebrané slámy nebo podrcená sláma v pruzích, zhoršuje se kvalita podmítky. To komplikuje využívání postupů zpracování půdy a zakládání porostů plodin minimalizačními technologiemi.

Přestavení úhlu, který svírá rovina rotace se směrem pohybu soupravy je snadné u talířových kypřičů uspořádaným do tvaru písmene X. Změna tohoto úhlu pracovních sekcí ovlivňuje hřebenitost dna kypřené vrstvy půdy.

Ve skupině talířových kypřičů se dále uplatňují kypřiče, jejichž jednotlivé talíře jsou uchyceny na samostatných slupicích. U tohoto konstrukčního řešení lze nastavit pracovní úhel tak, aby talířový kypřič dobře plnil požadavky na promísení povrchové vrstvy půdy a na zapravování rostlinných zbytků do půdy. To představuje příspěvek ke zvýšení kvality práce.

Podle požadované hloubky podmítky se volí talířové kypřiče s různým průměrem talířů. Pro mělkou podmítku postačí talíře s průměrem do 0,5 m, pro střední a hlubokou podmítku jsou určeny talíře o průměru do 0,65 m.



Obrázek 25: **Talířový kypříč** – sady talířů na společných hřídelích (foto: HŮLA)



Obrázek 26: **Detail talířového kypříče s talíři na samostatných slupicích** (foto: HŮLA)

Prutové kypříče

Velmi mělké zpracování půdy na lehkých půdách je možné provést prutovými kypříči. Prutové brány mají vysokou plošnou výkonnost a velký pracovní záběr 6, 12, 15 m a velkou pojezdovou rychlost až 15 km.hod⁻¹, to umožňuje rychle ošetřit pozemky po sklizni obilnin. Přitom lze zlepšit plošné rozmístění podrcené slámy, jestliže se volí jízda šikmo ke směru jízdy sklízecích mlátiček. Při velkém pracovním záběru výkonných sklízecích mlátiček je splnění

požadavku na dokonalý plošný rozptyl plev a podrcené slámy obtížné. Použitím prutového kypřiče je možné snížit nerovnoměrnost v rozptylu tohoto materiálu.

Stroje s aktivně poháněnými pracovními nástroji

V postupech minimalizačního zpracování půdy lze využít i stroje s pracovními nástroji, které mají pohon odvozen od vývodového hřídele traktoru. Používají se zejména při předseťové přípravě půdy na středně těžkých a na těžkých půdách. Zpravidla se používají ve spojení se secími stroji, které jsou vybaveny kotoučovými secími botkami.

Pro vířivé kypřiče, kypřiče s horizontálním hřebovým rotorem a kypřiče s horizontálním nožovým rotorem je charakteristické to, že při zpracování půdy po předchozí podmítce nezapravují zcela rostlinné zbytky do půdy, ale v různé míře je promíchávají s povrchovou vrstvou ornice.

Účinek poháněných pracovních nástrojů se uplatňuje při drobení hrud při nižší pojezdové rychlosti. Nevýhodou této skupiny strojů je nízká pojezdová rychlost a s tím související nižší plošná výkonnost než u kypřičů s nepoháněnými pracovními nástroji.

Kypřiče s poháněnými pracovními nástroji jsou vybaveny válci různé konstrukce, které slouží k nastavení pracovní hloubky zpracování půdy, utužují seťové lůžko, přiměřeně drobí hroudy na povrchu půdy a povrch půdy urovnávají smykovou lištou, pokud je jí stroj vybaven.

Kombinátory

Pro přípravu půdy před setím plodin se používají kombinátory s nepoháněnými pracovními nástroji. Kombinátory nacházejí uplatnění při předseťové přípravě půdy v tradičních technologiích s orbou i v technologiích minimalizačních. Výhodou je vysoká plošná výkonnost kombinátorů, nejméně 10 km.hod⁻¹ tak, aby došlo ke správné funkci kombinátoru. Kombinátory nahrazují jednoduché stroje na předseťovou přípravu půdy jako jsou smyky, brány a válce. Při jednom přejezdu kombinátorem se povrchová vrstva půdy urovná, prokypří do zvolené hloubky, rozdrobí se hroudy a utuží se seťové lůžko.



Obrázek 27: **Kombinátor s nepoháněnými pracovními nástroji** (foto: HŮLA)

Kypřiče pro hluboké kypření půdy bez obracení půdy

V minimalizačních technologiích se využívají kypřiče, které kypří půdu do hloubky 0,25 až 0,45 m bez vynášení půdy z hlubších vrstev. Tyto kypřiče jsou využívány především pro periodické kypření ztuhlých vrstev půdy, jestliže se tyto vrstvy v ornici nebo v podorniči vytvoří při víceletém uplatňování pouze mělkého kypření půdy charakteru podmínky. Nejvíce se používají kypřiče, které minimálně narušují povrch půdy. Rostlinné zbytky pak zůstávají na povrchu půdy a mohou plnit funkci povrchového mulče. K dispozici jsou však i kypřiče, které při hlubším prokypření půdy zapraví větší část posklizňových zbytků do půdy a promísí je se zeminou.

Při hlubším kypření půdy, které má narušit ztuhlé vrstvy, je nutné zohlednit vlhkost půdy. Půda v době zásahu musí být drobivá. Pokud vlhkost půdy přesáhne mez plasticity, dochází při zásahu k plastickým deformacím. Místo zlepšení stavu půdy může dojít k poškození její struktury i nežádoucímu ztuhnutí. V této situaci je hlubší kypření půdy nežádoucí.

Dlátové kypřiče

Dlátové kypřiče jsou využitelné zpravidla v případě potřeby jednorázového hlubšího prokypření půdy jednou za několik let. Kypřiče s dláty na šikmých slupicích s ostřím jsou určeny k prokypření půdy při minimálním narušení povrchu půdy, rostlinné zbytky mohou zůstat na povrchu půdy. Podstatou kypření je zvednutí celých bloků zeminy, která se při příznivé vlhkosti drobí a nabývá na objemu.



Obrázek 28: **Dlátový kypříč** (foto: HŮLA)

Kombinované kypříče pro postupné kypření půdy do narůstající hloubky

V sortimentu strojů pro středně hluboké a hlubší kypření jsou i kypříče pro postupné kypření půdy do narůstající hloubky. Tyto kypříče jsou vybaveny dláty, která zasahují nejčastěji do hloubky 0,20-0,25 m. Uprostřed roztečí těchto dlát následně zasahují do půdy dláta v další řadě. Výsledným efektem je postupné kypření do narůstající hloubky v jedné pracovní operaci. Dno zpracovávané vrstvy půdy je hřebenité, což je charakteristické i pro výše uvedené skupiny dlátových kypříčů.

3.6.5.2 Secí stroje

Při využívání minimalizačních a půdoochranných technologií je nutné používat secí stroje, které jsou schopné kvalitně uložit osivo do půdy i při vyšším výskytu rostlinných zbytků na jejím povrchu a při vyšším odporu půdy vůči průniku secích botek do půdy. Minimalizační zpracování půdy vyžaduje pečlivé plánování a zacházení se stroji, jestliže chcete uspět a dobře svoji investici do nové technologie využít. Chyby jsou hlavní příčinou ztrát a neúspěchu v půdoochranné technologii.

Secí stroj musí semena uložit tak, aby rostliny měly při vegetaci stejné podmínky. Semena by měla být v půdě rozmístěna rovnoměrně v horizontálním i vertikálním směru. Umístění osiva by nemělo být omezeno tím, že budeme volit levnější secí stroj. Výzkum ukazuje, že nepřesné umístění osiva může snížit výnos pšenice až o 14 %. Výsevní hloubka je důležitější než rozteč řádků. Rozteč řádků pro hustě seté obilniny, luskoviny a řepku by se měla

pohybovat okolo 0,125 až 0,150 m. Přínosné je i rozmístění osiva „na široko“ radličkovými secími botkami.

Velkým problémem je podrcená sláma na pozemku, která může působit negativně na ukládání osiva do půdy a tím na kvalitu založení porostu. Při sklizni je třeba dosáhnout co nejmenší výšky strniště a pravidelné rozmístění rostlinných zbytků po povrchu půdy. Pod uloženým osivem se nesmí nacházet sláma, která má nepříznivý vliv na kvalitu setí.

Rozdělení secích strojů:

Secí stroje s plynulým výsevem

Pro uplatnění v systémech zpracování půdy a zakládání porostů plodin má rozhodující význam způsob ukládání osiva do půdy. Z tohoto hlediska můžeme rozdělit secí stroje s plynulým výsevem do následujících skupin:

- stroje s kotoučovými secími botkami
- stroje s šípovitými řeznými radličkami
- stroje s dlátovitými secími botkami
- kombinované stroje pro přípravu půdy a setí
- stroje pro přímé setí do nezpracované půdy

Secí stroje pro přesné setí

Secí stroje s plynulým výsevem

Secí stroje s plynulým výsevem se používají pro setí plodin, u kterých se nevyžaduje přesné setí, pro setí: obilnin, luskovin, olejnin i některých dalších plodin. Secí stroje této skupiny pro setí v minimalizačních a půdoochranných technologiích lze rozdělit podle použitých pracovních nástrojů pro ukládání osiva do půdy. Požadavky na vysokou plošnou výkonnost souprav při setí vyvolávají potřebu nové kvality vedení secích botek v půdě k docílení především rovnoměrné hloubky uložení osiva do půdy i při pracovní rychlosti přes 10-15 km.hod⁻¹.

U secích strojů s větším pracovním záběrem se uplatňují přednosti pneumatických výsevních ústrojí nad výsevními ústrojími s gravitační dopravou osiva.

Secí stroje s kotoučovými secími botkami

Využívají se jednokotoučové, dvoukotoučové botky a dvoukotoučové secí botky s předřazenými prořezávacími kotouči.

Jednokotoučové secí botky - jsou zpravidla umístěny šikmo ke směru jízdy a mohou pracovat bez předřazených krojidel (koltrů). Pro spolehlivé zajištění požadované hloubky setí se využívají omezovače hloubky přispívající k přesnému hloubkovému vedení secích botek.

Dvoukotoučové secí botky - vytvářejí jiný charakter rýhy pro osivo než jednokotoučové secí botky. Nejsou-li vybaveny vhodnými předřazenými pracovními nástroji, může při větším množství rostlinných zbytků na povrchu půdy narůstat riziko zatlačování tohoto materiálu na dno rýhy pro osivo.



Obrázek 29: **Jednokotoučové botky secího stroje s plynulým výsevem** (foto: HŮLA)

Dvoukotoučové secí botky s předřazenými prořezávacími kotouči (koltry) – před dvoukotoučovými secími botkami mohou být umístěny předřazené prořezávací kotouče. Prořezávací kotouče mohou mít obvod hladký, ozubený nebo zvlněný. Kotouče se zvlněným obvodem mohou půdu nakypřit se současným dobrým odklízecím efektem v dráze secí botky, takže se snižuje riziko zatlačování rostlinných zbytků do hloubky setí.



Obrázek 30: **Dvoukotoučové botky secího stroje s plynulým výsevem s předřazenou sekčí prutových bran, kopírovacími a přítlačnými koly a zavlačovačem** (foto: HŮLA)

Secí stroje s šípovitými řeznými radličkami

Tyto secí stroje mají šípovité radličky uspořádané ve více řadách, osivo je pneumaticky dopravováno k secím radličkám a je rozptýlováno pod proud odříznuté zeminy na rovné set'ové lůžko. Zavlačovače a válce upraví zeminu a rostlinné zbytky nad osivem. Rostlinné zbytky proudí kolem slupic a nejsou vnášeny do místa uložení osiva. Výběrem vhodného typu radliček lze cíleně ovlivnit intenzitu kypření a promíchávání půdy. Obecně lze říci, že radličkové secí botky půdu kypří intenzivněji než botky kotoučové. Radličkové secí botky nepotřebují tak velkou sílu pro zahloubení, proto mohou být stroje lehčí konstrukce než secí stroje s kotoučovými secími botkami.

Secí stroje s dlátovitými secími radličkami

Dlátovité secí botky nacházejí uplatnění především u strojů pro přímé setí do nezpracované půdy. Dobře vnikají i do tvrdého povrchu půdy. Dlátovité botky se používají i u strojů, které kombinují setí a tzv. podkořenovou aplikaci minerálních hnojiv. Hnojení pod lůžko osiva však lze běžně využívat i u secích strojů vybavených výše uvedenými secími botkami.

Kombinované stroje pro přípravu půdy a setí

Zejména pro menší pozemky jsou využitelné stroje na přípravu půdy, poháněné přes vývodový hřídel traktoru, zvláště vířivé kypřiče nebo kypřiče s příčným hřebovým nebo nožovým rotorem, které jsou často spojeny se secími stroji v tzv. secí kombinace.

Při spojování předset'ové přípravy půdy se setím se v současnosti využívají ve větší míře kombinace strojů pro přípravu půdy s nepoháněnými pracovními nástroji a pro setí stroje s pneumatickou dopravou osiva do secích botek. Jejich výhodou je vyšší pojezdová rychlost a tím i plošná výkonnost strojních souprav. Součástí stroje na přípravu půdy jsou často talíře s menším průměrem (do 0,5 m), které jsou využitelné při spojení přípravy půdy a setí po podmítce, po středně hlubokém kypření, ale i po orbě.



Obrázek 31: **Secí kombinace - stroje spojující přípravu půdy se setím** – v tomto případě jsou pro přípravu půdy určeny nepoháněné pracovní nástroje (foto: HŮLA)

Secí stroje pro přímé setí do nezpracované půdy

Tyto secí stroje jsou většinou vybaveny kotoučovými secími botkami, některé však i secími botkami radličkovými nebo dlátovitými. Secí stroj pro přímé setí má kvalitně pracovat jak na suché, tak i na vlhčí půdě a musí kvalitně sít i při velkém množství posklizňových zbytků na povrchu půdy. Problémy mohou nastat při velkém množství slámy (shluky slámy při jejím nerovnoměrném rozptýlení, sklizeň polehlých porostů), na příliš vlhkých jílovitých nebo jílovitohlinitých půdách, kdy může docházet k zalepení secích botek.

Kotoučové secí botky se zpravidla neucpávají ani při silnější vrstvě slámy na povrchu půdy. Při vlhčí půdě se však může stát, že kotouče slámu nedostatečně proříznou, zatlačí

ji do hloubky setí a osivo je ukládáno na slámu. Může dojít k chybám ve vzcházení a vyrovnanosti porostu. Pokud je předplodinou kukuřice, slunečnice nebo cukrová řepa, tyto problémy většinou nenastávají. Samozřejmostí je uplatnění správné přitlačné síly na kotouče i vybavení pro zábranu nadměrnému zahloubení kotoučových botek.

Secí stroje pro přesné setí

Na přesné setí v minimalizačních a půdoochranných technologiích jsou kladeny vysoké požadavky z hlediska funkce secích strojů. Je nutné dodržet požadovanou hloubku setí, vzdálenost osiva v řádcích a zajistit spolehlivé uzavírání rýhy pro osivo při rozdílném odporu povrchové vrstvy půdy a při výskytu rostlinných zbytků na povrchu půdy. Při setí kukuřice i dalších plodin přesnými secími stroji do mulče se uplatňují předřazené prořezávací kotouče.

Ke splnění požadavků na spolehlivé ukládání osiva do půdy přispívá použití speciálních odhrnovačů rostlinných zbytků před secími botkami. Je třeba odhrnout rostlinné zbytky stranou a zabránit tak jejich zatlačení do rýh pro osivo. Odhrnovače rostlinných zbytků nezasahují do půdy.

Za secími botkami jsou využívány nástroje, které slouží k zakrývání osiva a ke zlepšení jeho kontaktu s půdou. Často jsou používány i pro hloubkové vedení secích botek. Jsou to zejména přitlačné kotouče, které uzavírají rýhu s osivem a přitlačují zeminu.



Obrázek 32: V sortimentu strojů na přesné setí jsou i stroje, které lze využít po tzv. pásovém zpracování půdy – zejména při pěstování kukuřice se jedná o významný přínos k protierozní ochraně půdy (foto: HŮLA)

Secí stroje s aplikací minerálních hnojiv pod osivové lůžko

Pro použití v technologiích redukováného zpracování půdy jsou secí stroje často vybaveny zařízením pro ukládání minerálních hnojiv pod lůžko osiva. Základním požadavkem je, aby osivo bylo uloženo do větší hloubky než je hloubka setí, případně může být hnojivo uloženo do stran podél vysetého osiva. Pro hnojení je možné použít jak pevná, tak kapalná minerální hnojiva.

Radličkové secí botky mohou osivo ukládat plošně, hnojivo je ukládáno do středové rýhy pod osivo. Mezi hnojivem a osivem je vrstva zeminy, která zamezuje přímému kontaktu osiva s hnojivem.

Aplikace minerálních hnojiv pod lůžko osiva je převážně využívána u přesných secích strojů s pneumatickou dopravou osiva od výsevního mechanismu do secích botek. V některých případech secí botky umožňují i ukládání pesticidů a hnojiv ve formě mikrogranulátu. Zpracovávání minerálních hnojiv pod lůžko osiva se používá i u přesných secích strojů.



Obrázek 33: **Kombinované botky pro setí a aplikaci minerálního hnojiva pod lůžko osiva**
(foto: HŮLA)

3.6.6 Rizika používání minimalizačních technologií

Využívání minimalizačních postupů při zpracování půdy a zakládání porostů plodin je spojeno s očekávanými přínosy, ale i s možnými riziky.

3.6.6.1 Kumulace organické hmoty ve svrchní vrstvě půdy

Jedno z možných nebezpečí redukováného zpracování půdy představuje kumulace posklizňových zbytků rostlin, slámy obilnin či rostlinné hmoty meziplodin ve svrchní vrstvě půdy. Koncentrace zbytků je v této vrstvě půdy vyšší než v případě orby, při níž je organická hmota zapravena homogenně v celém půdním profilu.

Při větším množství posklizňových zbytků rostlin ve svrchní vrstvě a na povrchu půdy mohou vznikat problémy s kvalitním založením porostu a zajištěním vhodných podmínek pro růst a vývoj následných plodin. Vyšší koncentrace organických látek ve vrchní vrstvě půdy může být překážkou pro zajištění požadované hloubky a rovnoměrnosti uložení semen do půdy. Dále se může projevovat inhibiční vliv posklizňových zbytků (zejména slámy obilnin) na klíčení a vzcházení a počáteční růst následných plodin.

3.6.6.2 Výskyt chorob

Výskyt chorob není jednoznačně závislý na způsobu zpracování půdy. Ovšem v letech, kdy jsou výskyty chorob vyšší a škodlivost přesahuje hospodářsky únosnou mez, může zpracování půdy sehrát důležitou roli. Mezi nejvýznamnější choroby vyskytující se v závislosti na způsobu zpracování půdy patří virové choroby, sněti, choroby pat stébel, choroby kořenů, plíseň sněžná, fuzária v klasech a hnědé skvrnitosti na listech.

Z virových chorob jsou největší hrozbou u obilnin zejména virové zakrslosti. Jejich výskyt je podporován především nedostatečnou likvidací výdrolu a plevelných rostlin, což představuje nebezpečí především u minimalizačních systémů zpracování půdy. Zvýšenému výskytu virových chorob lze do určité míry zabránit pozdějším termínem setí ozimých obilnin, kdy přenašečů virových chorob ubývá.

K významným chorobám pšenice ozimé patří sněti rodu *Tilletia*. Jejich chlamydospory vyskytující se v půdě mohou být v konvenčních systémech zapraveny orbou do hlubších vrstev, čímž se do určité míry snižuje riziko výskytu. Naopak při používání minimalizačních technologií zůstávají chlamydospory zpravidla ve svrchní vrstvě půdy, což může mít za následek zvýšený stupeň napadení pšenice snětí.

Na obilninách, které byly v zimním období pokryty sněhem, se v jarním období může vyskytnout plíseň sněžná. Bylo zjištěno, že v minimalizačních postupech zpracování půdy (podmítka, předseťová příprava) se zvyšuje podíl rostlin napadených plísní sněžnou. V konvenčních systémech (orba, předseťová příprava) bylo napadení rostlin touto chorobou poněkud nižší.

V poslední době se prakticky v celé Evropě rozšiřují choroby černání kořenů, které mají za následek snížení výnosů ozimé pšenice. Také zde představují minimalizační technologie určité riziko, neboť u nich zpravidla nedochází k důsledné likvidaci výdrolu, čímž se vytvářejí optimální podmínky pro udržení a namnožení patogenů v půdě. Podobně jako u většiny ostatních chorob i v případě černání kořenů představuje jedno ze základních opatření dodržování pravidel střídání plodin. Pokud je totiž pěstována obilnina po obilnině, zvyšuje se tím riziko napadení patogenem. Vhodné je proto zařadit do osevních sledů širokolisté plodiny či okopaniny.

Taktéž choroby pat stébel mají za následek snížení výnosu obilnin. Intenzita jejich výskytu je v jednotlivých letech velmi variabilní. Mezi základní faktory ovlivňující výskyt stéblolamu se řadí citlivost odrůdy na zbytky slámy (fenolické látky působí při rozkladu slámy fytotoxicky), termín setí (listy a pochvy některých odrůd při raném termínu výsevu rychleji stárnou a žloutnou a představují tak vhodné podmínky pro uchycení stéblolamu), hustota výsevu a v neposlední řadě též průběh počasí na podzim a během jara.

Obecně lze říci, že hluboká podzimní orba účinně potlačuje škodlivé činitele a choroby. Prostřednictvím orby dochází např. k redukci výskytu listových chorob obilnin. Důvodem je zapravení rostlinných zbytků (na kterých patogeny často přežívají) do hlubších vrstev půdy. V minimalizačních postupech naopak zůstávají rostlinné zbytky v povrchové vrstvě půdy, což často vytváří vhodné podmínky pro šíření chorob.

3.6.6.3 Rozvoj škůdců

Také napadení pěstovaných rostlin škůdci je do značné míry ovlivněno způsobem zpracování půdy, a to buď pozitivně, kdy jsou počty škůdců na pozemku prostřednictvím kultivačních zásahů snižovány, a nebo negativně, kdy dochází ke zlepšení podmínek pro výskyt a rozmnožování škůdců.

Při orbě jsou škůdci přemísťováni do hlubších vrstev a na jaře pak nemohou opustit toto stanoviště. Část škůdců je zase orbou přenášena do svrchních vrstev půdy, kde může dojít k jejich úhynu působením mrazu. Využívání minimalizačních technologií naopak přispívá k vytvoření příznivých podmínek pro některé polní škůdce, jako např. drátovce či hraboše, což představuje další z možných rizik těchto systémů zpracování půdy.

Uplatňování bezorebných technologií má negativní následek i v oblasti rozšiřování slimáčků či květilek, kteří se řadí k významným škůdcům řepky. Když není provedeno zaorání posklizňových zbytků kukuřice, může se např. zvýšit počet přezimujících housenek

zavíječe kukuřičného. Využívání minimalizačních postupů přispívá také k rozšiřování třásněnek a truběnek, které poškozují porosty obilnin a luskovin.

Přesto však působí minimalizační technologie na půdní faunu i pozitivně, neboť redukované zpracování půdy prospívá střevlíkům a pavoukům, kteří patří mezi významné predátory škůdců.

3.6.6.4 Výskyt plevelů

Určitá rizika minimalizačních systémů lze spatřovat také v oblasti regulace plevelů, neboť snížená intenzita zpracování půdy vytváří vhodné podmínky pro růst jednoletých i vytrvalých plevelů. Při redukovaném zpracování půdy se totiž jejich semena hromadí ve svrchní části půdy, kde nacházejí příhodné podmínky pro klíčení a vzcházení. K likvidaci vzešlých plevelů je pak zpravidla zapotřebí provést aplikaci chemických přípravků. Naopak po provedení orby jsou semena plevelů rozmístěna rovnoměrně v celé vrstvě ornice, přičemž část semen se dostává do vrstvy, ze které není schopna vzejít a upadá do stádia dormance. Pokud nejsou tato semena vynesena zpět do vrstvy, z níž by byly schopny vyklíčit, dochází k jejich odumírání.

V dlouholetých polních pokusech bylo prokázáno, že při přechodu k minimalizačním technologiím zpracování půdy dochází k nárůstu zaplevelení pozemků, což je spjato s vyššími nároky na herbicidy. Ovšem při dlouhodobějším využívání zmíněných technologií dochází zpravidla k poklesu výskytu plevelů na pozemku.

I přesto, že s sebou přinášejí minimalizační technologie určitá rizika týkající se především kumulace organické hmoty ve svrchní vrstvě půdy, výskytu chorob, rozšiřování polních škůdců či plevelů, lze předpokládat i nadále jejich uplatňování v systémech zpracování půdy. To je umožněno zejména díky dostupnosti kvalitních a účinných pesticidů.

3.6.7 Možnosti používání minimalizačních technologií u hlavních polních plodin

3.6.7.1 Ozimá pšenice

Ozimá pšenice je naší nejvýznamnější obilninou, v současné době zaujímá téměř třetinu orné půdy a polovinu výměry obilnin. Ze všech obilnin nejcitlivěji reaguje výnosem na předplodinu. V osevních sledech je zařazována většinou po dobrých předplodinách - po víceletých pícevinách, luskovinách, ozimé řepce, kukuřici na siláž, raných a poloraných bramborách. Ozimá pšenice je někdy zařazována i po přednostně sklizené cukrovce a včas sklizené kukuřici na zrno. Pěstování ozimé pšenice po obilninách je z hlediska výnosu, ale i kvality zrna méně výhodné, neboť obilniny způsobují obtížně kompenzovatelné zhoršení

půdních vlastností. K tomu přistupuje riziko většího zaplevelení specifickými pleveli obilnin a vyšší napadení porostů chorobami a škůdci. Poněvadž je zastoupení ozimé pšenice v osevních postupech často poměrně vysoké, je třeba ji zařazovat i po obilních předplodinách. To je nevhodné zvláště v horších agroekologických podmínkách. Jarní ječmen je pak lepší předplodinou než sama ozimá pšenice. Dvakrát za sebou pěstovaná ozimá pšenice dává uspokojivé výnosy jen po jetelovinách nebo po dvou širokolistých plodinách. Důležitý je zde výběr odrůdy.

Výsledky dlouholetých výzkumů i zkušenosti zemědělské praxe ukazují, že obilniny obecně reagují příznivě na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. Minimalizační technologie zpracování půdy a zakládání porostů jsou pak nejvíce využívány u ozimé pšenice.

Ozimá pšenice pěstovaná po obilninách, ozimé řepce a hrachu

Při pěstování ozimé pšenice po plodinách, které zanechávají strniště je potřeba bezprostředně po sklizni předplodiny provést podmínku s ošetřením. Po vzejití výdrolu a plevelů následuje buď mělké zpracování půdy nebo regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Při pěstování ozimé pšenice na těžších nebo utuženějších půdách je vhodné provést po podmítce místo mělkého zpracování půdy kypření do 0,20 m.

Přímé setí ozimé pšenice do strniště po likvidaci vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem lze považovat za krajní technologii. Uplatnění lze předpokládat u ozimé pšenice pěstované po luskovinách na úrodných půdách s dobrým strukturním stavem.

Použití minimalizačních technologií k ozimé pšenici při ponechání slámy obilnin na pozemku vyžaduje zvýšenou pozornost. Větší množství posklizňových zbytků rostlin a slámy obilnin ve vrchní vrstvě půdy může vytvářet problémy s kvalitou založení porostů a také se zajištěním vhodných podmínek pro růst následné plodiny. Vlivem vyšší koncentrace organických zbytků (zejména jsou-li ve shlucích) nejsou vytvořeny vhodné podmínky pro zajištění požadované hloubky a rovnoměrnosti uložení semen do půdy.

Dále se může projevovat inhibiční vliv posklizňových zbytků a slámy obilnin na klíčení, vzcházení a počáteční růst následné plodiny. Inhibice je většinou kombinací fyzikálního a biochemického vlivu. Zbytky rostlin snižují kontakt semen s půdou a tím fyzikálně omezují přívod vody z prostředí k semenům. Uvolňované látky z posklizňových zbytků i látky vznikající při jejich mikrobiálním rozkladu (fytotoxické látky) mohou působit inhibičně na klíčení a vzcházení rostlin. S postupným mikrobiálním rozkladem organických látek jejich fytoxicita slábne.

Významným činitelem pro snižování inhibičních účinků posklizňových zbytků a slámy je dobrý průběh jejich mikrobiálního rozkladu v půdě. K tomu lze účinně přispět tím, že zbytky rostlin budou dobře rozdrceny a rozprostřeny po povrchu půdy a zapraveny do půdy v co nejkratším termínu po sklizni a dobře ve zpracované půdě rozptýleny, což zajistí dobrý kontakt s půdou a tím i včasný start a rozvoj mikrobiálních procesů. Při ponechání slámy na pozemku je nezbytná úprava poměru C:N doplňkovým hnojením dusíkem, nejlépe ve formě kapalných hnojiv. Výrazného urychlení rozkladu posklizňových zbytků a slámy je možné dosáhnout aplikací organominerálních hnojiv vyrobených na bázi melasových výpalků s vyšším obsahem zbytkového cukru.

Ozimá pšenice pěstovaná po jetelovinách (vojtěšce a jeteli lučním)

Při používání minimalizačních technologií k ozimé pšenici pěstované po víceletých pícevinách, zejména po vojtěšce, je nutná likvidace víceleté pícniny neselektivním herbicidem, nejlépe v kombinaci s nízkou dávkou herbicidu na bázi sulfonylmočoviny pro regulaci obrůstání.

Po umrtvení porostu víceleté pícniny následuje obvykle mělké zpracování půdy s úpravou povrchu a setí. Pokud to stav půdy dovolí (dobrý fyzikální stav půdy, neutužená půda) je možné provést přímé setí ozimé pšenice do umrtvené víceleté pícniny bez předchozího mělkého zpracování půdy.

Ozimá pšenice pěstovaná po kukuřici a okopaninách (cukrovce a bramborách)

Při pěstování ozimé pšenice po kukuřici, cukrovce a bramborách lze použít technologii s mělkým zpracováním a urovnáním povrchu půdy.

Po kukuřici na siláž, pokud to stav povrchu půdy dovolí, je možné použít i přímé setí do nezpracované půdy (podle stavu zaplevelení půdy bez aplikace nebo s aplikací neselektivního herbicidu).

Použití minimalizačních technologií k ozimé pšenici pěstované po kukuřici a okopaninách by mohl zkomplikovat nevyhovující fyzikální stav půdy po sklizni předplodiny za mokra. Po kukuřici na zrno může docházet k problémům s vyšším výskytem fuzárií (spojených s kontaminací zrna mykotoxiny).

3.6.7.2 Jarní ječmen

Jarní ječmen je naší nejvýznamnější jarní obilninou. V osevních sledech je zařazován po plodinách s delší vegetační dobou, které pozdě opouští pozemky - po cukrovce, bramborách, kukuřici a po slunečnici. Vzhledem ke struktuře pěstovaných plodin v ČR (s vysokým zastoupením obilnin) je pěstován i po obilninách, nejčastěji po ozimé pšenici.

Jarní ječmen je plodinou s krátkou vegetační dobou, náročnou na dobrý fyzikální stav půdy, dostatek vzduchu a pohotových živin v půdě a na dodržení agrotechnického termínu setí. Těmto požadavkům se musí přizpůsobit základní zpracování i příprava půdy k setí.

Možnosti uplatnění minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů u jarního ječmene závisí především na stanovištních podmínkách. Nejvhodnější podmínky pro minimalizační postupy jsou obecně na středně těžkých strukturních půdách s vyšší přirozenou úrodností v kukuřičné a řepašské výrobní oblasti. Na těžkých půdách a ve vlhčích chladnějších podmínkách je použití minimalizačních technologií k jarnímu ječmeni méně vhodné. Při mělkém zpracování půdy a zejména při přímých výsevech do nezpracované půdy se v daných podmínkách zvyšuje nebezpečí přemokření, nedostatečného provzdušnění a prohřátí půdy se všemi nepříznivými důsledky pro rostliny jarního ječmene i pro průběh půdních procesů.

Volbu způsobů zpracování půdy a zakládání porostů jarního ječmene je nutné provádět s ohledem na předplodinu. Uplatnění minimalizačních technologií je vhodné zejména po dobrých předplodinách (cukrovce a bramborách).

Jarní ječmen pěstovaný po cukrovce, kukuřici a bramborách

Tradiční předplodinou pro jarní ječmen je cukrovka, která vytváří dobré podmínky pro tvorbu výnosů i kvalitu jarního ječmene. Dlouholeté výsledky pokusů i zkušenosti pěstitelů ukazují, že jarní ječmen pěstovaný po cukrovce reaguje příznivě na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. V současné době zůstává prakticky veškerý řepný chrást na poli. Při nepříznivých podmínkách pro jeho rozklad (nízké teploty v podzimním a zimním období, suché jaro) dochází zpravidla k pozdní mineralizaci dusíku. To může mít za následek poléhání porostů, rozvoj listových chorob i pokles sladovnické hodnoty zrna. Rychlost rozkladu chrástu lze do určité míry ovlivnit i volbou zpracování půdy. Výsledky pokusů ukázaly, že je vhodnější mělčí zapravování chrástu do půdy (na 0,12–0,15 m). Se stoupající hloubkou zapravení se zvyšuje množství uvolňovaného dusíku v pozdějších fázích vegetace se všemi nepříznivými vlivy na výnos zrna a jeho sladovnickou kvalitu.

Vhodné je využití minimalizačních technologií zpracování půdy při pěstování jarního ječmene po bramborách, kde je v praxi již běžně orba nahrazována mělkým zpracováním půdy.

Jarní ječmen je v rámci osevního postupu často zařazován po kukuřici. Minimalizační technologie zpracování půdy lze realizovat bez většího omezení po kukuřici na siláž, kdy na pozemku zůstává menší množství posklizňových zbytků. Po kukuřici na zrno, ale i po slunečnici, může větší množství posklizňových zbytků při použití minimalizačních postupů bez orby negativně ovlivňovat kvalitu založení porostu, počáteční růst jarního ječmene i rozvoj houbových chorob.

Jarní ječmen pěstovaný po obilninách

Minimalizační technologie zpracování půdy k jarnímu ječmeni při pěstování po obilninách lze použít zejména na úrodných půdách. Při mělkém zpracování půdy jsou zde ve srovnání s orbou dosahovány stejné nebo i vyšší výnosy. I při ponechání slámy obilnin na poli nenastávají u následného jarního ječmene (vzhledem k dlouhému meziporostnímu období) vážnější problémy s kvalitou založení porostu a inhibičními účinky slámy na rostliny. Přesto i zde je nutné dodržovat zásady pro hnojení slámou. Slámu obilnin je potřeba jemně rozdrtit, rovnoměrně rozptýlit po pozemku a po aplikaci vyrovnávací dávky dusíku ihned zapravit podmínkou do půdy.

Na méně úrodných půdách může vést použití minimalizačních technologií zpracování půdy k jarnímu ječmeni pěstovanému po obilninách k poklesu výnosů.

Zakládání porostů jarního ječmene do meziplodin

Při pěstování jarního ječmene po obilninách připadá v úvahu i minimalizační technologie s výsevem jarního ječmene do vymrzající meziplodiny. Po sklizni obilniny se provede hlubší podmínka (lépe opakovaná podmínka) s urovnáním povrchu půdy a následným výsevem meziplodiny. Na jaře pokud je to potřeba (nedostatečně vymrzlá meziplodina, vydrol a větší zaplevelení) je aplikován neselektivní herbicid. Následuje mělké prokypření půdy (ihned jak to podmínky na pozemku dovolí), příprava půdy a setí. S výsevy jarního ječmene do vymrzající meziplodiny nejsou zatím větší zkušenosti. Lze předpokládat, že za nepříznivých půdních podmínek na jaře zde mohou nastat problémy s pomalým vysycháním půdy a tím s opožděním výsevu jarního ječmene.

3.6.7.3 Kukuřice

Kukuřice je teplomilná plodina s dlouhou vegetační dobou. Plochy kukuřice na zrno v posledních letech vzrůstají. Naopak plochy kukuřice na siláž se, v souvislosti se snižováním stavů skotu, v minulých letech značně snížily. V současné době se plochy silážní kukuřice, v souvislosti s výstavbou a provozováním bioplynových stanic, mírně zvyšují.

Kukuřice je většinou v osevním postupu zařazována mezi dvě obilniny, v menším rozsahu je pěstována opakovaně po sobě. Při dlouhodobějším opakovaném pěstování kukuřice po sobě, dochází k nezanedbatelnému rozšiřování škůdců. Patří k nim hlavně zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) a bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*).

V posledním období jsme svědky rozšiřování minimalizačních technologií i u kukuřice. Problémem při používání minimalizačních technologií u kukuřice je nedostatečné prohřívání půdy v jarním období (v době setí a počátečních fázích růstu a vývoje kukuřice). To se odráží ve zpomalování klíčení, vzházení a počátečního růstu. Vlhkostní podmínky půdy jsou naopak při její nižší intenzitě zpracování příznivější než po orbě.

Problémy poklesu výnosů kukuřice při používání minimalizačních technologií v chladnějších podmínkách lze do určité míry řešit používáním hlubšího kypření půdy, případně hřebenové technologie.

Kukuřice pěstovaná po obilninách

Při zařazení kukuřice po obilninách jsou u nás nejvíce využívány technologické postupy s podmínkou, po které následuje mělké zpracování půdy nebo hlubší kypření půdy. V úvahu rovněž přichází postup s podmínkou a regulací vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Tento postup je vhodný především v teplejších a sušších podmínkách. Na jaře se provádí mělké zpracování půdy se zapravením minerálních nebo tekutých organických hnojiv s následným výsevem kukuřice.

Kukuřice pěstovaná po kukuřici

Při pěstování kukuřice po kukuřici přichází v úvahu technologické postupy s mělkým zapravením posklizňových zbytků kukuřice, případně minerálních nebo organických hnojiv do půdy (většinou talířovým nářadím). Je žádoucí, aby posklizňové zbytky kukuřice byly před zapravením do půdy dobře rozdrceny a rovnoměrně rozprostřeny po povrchu půdy mulčovacími stroji. Na jaře se podle stavu pozemku provádí mělké zpracování půdy radličkovým nebo talířovým nářadím. V sušších podmínkách je možné využít postup

s aplikací neselektivního herbicidu a následným přímým setím. Setí se provádí přesnými secími stroji, pokud možno se současnou podpovrchovou aplikací minerálních hnojiv.

Vynechání zpracování půdy na podzim i na jaře a přímé setí kukuřice do nezpracované půdy je krajní variantou. Při tomto postupu mohou vznikat problémy s kvalitou založení porostu (v důsledku velkého množství posklizňových zbytků na povrchu půdy), prohříváním půdy na jaře a v neposlední řadě i s vyšším zaplevelením.

Zakládání porostů kukuřice do meziplodin

Zejména na erozně ohrožených půdách je vhodné použití technologie s výsevem kukuřice do vymrzající nebo i přezimující (chemicky likvidované) meziplodiny. Hlavním cílem tohoto technologického postupu je ochrana půdy a životního prostředí.

Půda na neoraných pozemcích s vymrzající mezipločinou se na jaře prohřívá pomaleji v důsledku přítomnosti zbytků meziplodiny, vyšší objemové hmotnosti, vlhkosti, a tím i vyšší tepelné vodivosti půdy. Tato skutečnost může v některých letech oddálit termín výsevu nebo zpomalit počáteční růst kukuřice. Velké množství zbytků meziplodiny na povrchu půdy může způsobovat problémy s kvalitou setí i s ochranou proti plevelům.

Při zakládání porostu meziplodiny je (se zřetelem na potřebné proteplení půdy na jaře, zvláště v chladnějších podmínkách na těžších půdách) účelné po podmítce zařadit hlubší prokypření půdy s urovnáním povrchu a následným výsevem meziplodiny. Na jaře je většinou potřeba počítat s aplikací neselektivního herbicidu, následuje setí kukuřice nejlépe se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

Při zakládání porostu kukuřice do vymrzající meziplodiny lze využít následujících možností:

- mělké celoplošné zpracování půdy, předset'ová příprava půdy, setí;
- přímý výsev kukuřice do vymrzlé nebo chemicky likvidované meziplodiny;
- prokypření půdy ve výsevním řádku – použití secích strojů s výsevem do pásů.

Výsevy kukuřice do mezipločin se provádí nejčastěji při pěstování kukuřice po obilninách, kdy se pěstování mezipločin většinou dobře daří.

3.6.7.4 Hrách a sója

Luskoviny jsou obecně zlepšující plodiny, obohacují půdu o dusík, zanechávají půdu v dobrém fyzikálním stavu. V osevním postupu jsou nejčastěji řazeny po obilninách.

Hrách je v osevním postupu většinou zařazován mezi dvě obilniny. Pouze v horších půdně-klimatických podmínkách je někdy pěstován i po lepších předplodinách (nejčastěji

po okopaninách). Sója je v osevním postupu většinou zařazována mezi dvě obilniny, možné je i opakované pěstování sóji po sobě.

Využití minimalizačních technologií zpracování půdy k hrachu je vhodné především v teplejších a sušších podmínkách. Hrách zde příznivě reaguje na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. Podmínkou úspěchu je dobré založení porostu s dodržением požadované hloubky setí (50–60 mm). Využití minimalizačních technologií v chladnějších a vlhčích polohách může mít již určitá omezení.

Využívání minimalizačních technologií zpracování půdy u sóji je u nás poměrně rozšířené. Sója je často pěstována podniky, které používají minimalizační technologie celoplošně.

Hrách a sója pěstované po obilninách

Při pěstování hrachu a sóje po obilninách je potřebné bezprostředně po sklizni provést podmínku. Po vzejití výdrolu a plevelů následuje buď mělké zpracování půdy nebo regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Setí je vhodné provádět secími stroji, které zajistí dobré založení porostu, zejména požadovanou hloubku setí. Na půdách se zhoršenými fyzikálními poměry půdy je vhodné provést po podmítce místo mělkého zpracování půdy hlubší prokypření půdy.

Přímé setí hrachu a sóji do nezpracované půdy bude přicházet v úvahu jen výjimečně. Použití lze předpokládat pouze na úrodných půdách s dobrým strukturním stavem. Tato technologie předpokládá regulaci vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem na podzim, podle potřeby i na jaře před setím.

Hrách pěstovaný po okopaninách

Zařazení hrachu v osevním postupu po okopaninách (tzv. luxusní sled) lze výjimečně předpokládat v horších půdně klimatických podmínkách (ve vyšších polohách). S ohledem na tuto skutečnost je zde potřeba provést mělké zpracování půdy a na jaře podle stavu půdy zařadit ještě předsetřovou přípravu půdy kombinátorem. Přímé setí do nezpracované nebo povrchově zpracované půdy v daných podmínkách je nutné považovat za okrajovou technologii.

3.6.7.5 Ozimá řepka

Ozimá řepka je naší nejvýznamnější olejninou. V posledních letech byl zaznamenán výrazný nárůst ploch ozimé řepky. Vhodnější podmínky pro pěstování ozimé řepky jsou

v bramborářské a řepařské výrobní oblasti. Méně vhodné podmínky pro pěstování ozimé řepky jsou v kukuřičné výrobní oblasti. Důvodem je zde vyšší riziko vymrznutí porostů vzhledem k častějšímu výskytu holomrazů, dále pak rizikové zakládání porostů (sucho) a větší napadení škůdci a někdy i chorobami.

Nejčastějšími předplodinami pro ozimou řepku jsou obilniny. Ozimá řepka sama je velmi dobrou předplodinou, hlavně pro ozimou pšenici. Má příznivý vliv na strukturní stav půdy, její posklizňové zbytky mají dobrou kvalitu.

Využití minimalizačních technologií u ozimé řepky má určitá omezení související především s regulací výdrolu a ponecháním slámy obilnin na poli. Při pěstování ozimé řepky po obilninách s ponecháním slámy na poli je vzhledem k velmi krátkému meziporostnímu období a k celkově vyšším požadavkům řepky na kvalitu setí (drobná semena) potřeba kvalitního rozdrčení, rovnoměrného rozprostření slámy po pozemku, úpravy poměru C:N a okamžitého zapravení slámy do půdy podmínkou významnější než u obilnin.

I tak je potřeba při ponechání slámy na poli při použití minimalizačních technologií zpracování půdy k ozimé řepce počítat s větším rizikem. Vážnější problémy s inhibičním působením slámy a zejména s výdrolom jsou při pěstování ozimé řepky po jarním ječmeni než po ozimé pšenici.

Ozimá řepka pěstovaná po obilninách

Při pěstování ozimé řepky po obilninách je potřeba bezprostředně po sklizni obilnin provést podmínku. Dále může následovat podle podmínek buď mělké zpracování půdy nebo hlubší kypření, vždy s úpravou povrchu půdy nebo aplikace neselektivního herbicidu k regulaci vzešlého výdrolu a plevelů.

Varianta bez zpracování půdy s aplikací neselektivního herbicidu a přímým setím do nezpracované půdy je přijatelná jen při velmi krátkém meziporostním období. Přímý výsev je zde nejlépe provádět secími stroji vybavenými pro podpovrchové zapravení kapalných minerálních hnojiv do půdy.

3.6.7.6 Mák

Mák je v ČR tradiční olejnina, která si udržuje svoje stálé postavení ve struktuře plodin. V současné době je zařazován v osevním postupu nejčastěji mezi dvě obilniny. Používání minimalizačních technologií zpracování půdy je u máku poměrně hodně rozšířeno.

Mák pěstovaný po obilninách

Při pěstování máku po obilninách se bezprostředně po sklizni obilnin provádí podmítka. Při používání minimalizačních technologií následuje po vzejití výdrolu a plevelů kypření půdy do zvolené hloubky (podle půdních podmínek) nebo aplikace neselektivního herbicidu. Při ponechání slámy na poli je potřebné zajistit její kvalitní rozdrčení a rozprostření po pozemku, vyrovnání poměru C:N vyrovnávací dávkou dusíku a bezprostřední zapravení do půdy podmítkou. V předseťové přípravě se půda zpracovává jen mělce. Nezbytnou podmínkou pro kvalitní založení porostu máku je urovnaná půda. Hlavním cílem agromických zásahů na jaře je maximální úspora vláhy, která zajišťuje rovnoměrné vzcházení porostů. Není vhodné přílišné rozdrobení půdních agregátů, Setí máku se provádí klasickými secími stroji. Které může vést v případě deštivého počasí k vytvoření nežádoucí půdní krusty, nerovnoměrnému vzcházení máku a vzniku mezerovitých porostů. Z těchto důvodů se na jaře obvykle nezařazuje ani válení výsevů.

3.6.7.7 Cukrovka

Cukrovka je plodina hlouběji kořenící. Pro její pěstování jsou nejvhodnější strukturní středně těžké (hlinité až jílovitohlinité), dobře propustné a zpracovatelné půdy s neutrální půdní reakcí, nejlépe černozemního a hnědozemního typu. Je hlavní okopaninou řepařské a částečně i kukuřičné výrobní oblasti.

V osevním postupu se cukrovka zařazuje převážně po obilninách a je pro obilniny, hlavně jarní dobrou předplodinou. Na vodu je náročná, proto v sušších podmínkách mohou následné obilniny trpět nedostatkem vody. V řepařské oblasti se řadí ve sledu plodin blíže jetelovinám, v kukuřičné oblasti dále od jetelovin z důvodu nedostatku vody v půdě po vojtěškách. Cukrovka je plodina po sobě nesnášenlivá, vyžaduje časový odstup minimálně čtyřletý především z důvodu přežívání hádátka řepného i nárůstu tlaku dalších škodlivých činitelů.

Minimalizační technologie zpracování půdy se začínají používat i u této plodiny a oproti očekávání jsou zde dosahovány většinou dobré výsledky. Příčiny je možné hledat v tom, že zemědělské podniky, které používají minimalizační postupy u cukrovky, používají minimalizační technologie celoplošně (u všech plodin). Příznivý vliv minimalizačních technologií na strukturní stav půdy (zejména se projevující při jejich opakovaném používání) výborně zúročí právě cukrovka s velmi dobrými výsledky.

Cukrovka pěstovaná po obilninách

Při používání minimalizačních technologií u cukrovky pěstované po obilninách bez hnojení chlévským hnojem je prvním zpracovatelským zásahem podmínka, kterou je zapravena do půdy rozdrčená sláma obilniny s vyrovnávací dávkou dusíku (v minerálních nebo tekutých organických hnojivech). Po vzejití výdrolu a plevelů následuje buď aplikace neselektivního herbicidu nebo mělké zpracování půdy a podle podmínek i následné středně hluboké kypření.

Při pěstování cukrovky po obilninách a hnojení chlévským hnojem může být hnůj zapraven do půdy přímo podmínkou nebo může být aplikován na vzešlý výdrol a zapraven do půdy následným mělkým zpracováním půdy talířovým nebo radličkovým nářadím.

Zakládání porostů cukrovky do meziplodin

V posledních letech se při pěstování cukrovky začíná prosazovat i ochranné zpracování půdy s využitím mulče strniskových meziplodin, což je zvláště vhodné pro podniky hospodařící bez živočišné výroby.

Očekávaným efektem setí cukrovky do mulče z vymrzající meziplodiny je příspěvek k ochraně půdy před vodní a větrnou erozí. Významný je i přínos této technologie ke snížení rozsahu a intenzity zhutňování půdy na jaře. Dalším očekávaným přínosem setí cukrovky do mulče z vymrzajících meziplodin je snížení proplavování živin, především dusíku, do podzemních vod v období, kdy by jinak byla půda bez vegetačního krytu (podzim).

Technologie se zakládáním porostu cukrovky do mulče z vymrzající meziplodiny je používána především při pěstování cukrovky po obilninách, kdy po podmínce je většinou zařazeno středně hluboké kypření s urovnáním povrchu půdy a následným výsevem meziplodiny. Na jaře se podle podmínek provede buď mělká předset'ová příprava půdy nebo přímý výsev cukrovky do mulče. Většinou je potřeba počítat s použitím neselektivního herbicidu, který je aplikován před předset'ovou přípravou půdy a při přímém setí před setím nebo až po zasetí cukrovky do mulče. K setí cukrovky jsou používány speciální secí stroje, které umožňují kvalitní založení porostu i při vyšším množství biomasy meziplodin na povrchu půdy, nejčastěji se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

3.6.8 Legislativní podmínky pro zpracování půdy

V rámci Společné zemědělské politiky Evropské unie je poskytování dotací (přímých plateb, některých podpor Programu rozvoje venkova a některých podpor společné organizace trhu s vínem) podmíněno dodržováním vybraných legislativních předpisů. Kontrola

podmíněnosti zahrnuje dvě části – standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES) půdy a povinné požadavky na hospodaření (PPH).

Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy upravují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí. Podmínky pro zpracování půdy jsou zahrnuty ve standardech DZES 4 a DZES 5.

Standard DZES 4

Žadatel o dotace na ploše dílu půdního bloku s druhem zemědělské kultury orná půda, jehož průměrná sklonitost přesahuje 5 stupňů, zajistí po sklizni plodiny založení porostu ozimé plodiny nebo uplatní alespoň jedno z níže uvedených opatření

- a) ponechání strniště sklizené plodiny na dílu půdního bloku do založení porostu následné jarní plodiny,
- b) podmínutí strniště sklizené plodiny a jeho ponechání bez orby až do založení porostu následné jarní plodiny, nebo
- c) díl půdního bloku je nejpozději do 20. září oset meziplodinou a tento porost plodiny je zachován nejméně do 31. října.

Tato opatření se neuplatní v případě, kdy je v rámci agrotechnického postupu provedeno zapravení statkových hnojiv, s výjimkou hnojiv z chovu drůbeže nebo organických hnojiv nejméně v dávce 10 tun na hektar a nejvýše v dávce 50 tun na hektar.

Opatřeními v rámci tohoto standardu je řešena problematika jak protierozní ochrany půdy prováděním půdoochranných opatření vedoucích k omezení smyvu půdy, zpomalení povrchového odtoku, tak zvýšení retence vody v krajině a zachování či zvýšení kvality půdy zapravením hnojiv. Zmíněná opatření jsou zároveň důležitá pro snižování rizika povodní a jimi působených škod.

Standard DZES 5

Žadatel o dotace na ploše dílu půdního bloku označené v evidenci půdy jako půda

- a) silně erozně ohrožená vodní erozí zajistí, že se nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny (kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok), porosty ostatních obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií; v případě ostatních obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin, travních nebo jetelotravních směsí,

- b) mírně erozně ohrožená vodní erozí zajistí, že erozně nebezpečné plodiny (kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok) budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Cílem tohoto standardu je ochrana půdy před erozí a předcházení důsledkům eroze například zaplavení nebo zanesení komunikací a dalších staveb splavenou půdou. Protierozní ochrana půdy je řešena stanovením požadavků na způsob pěstování vybraných hlavních plodin na silně a mírně erozně ohrožených půdách evidovaných v registru půdy LPIS.

Pro vymezení kategorií erozní ohroženosti půd je využito kritérium sklonitosti svahu a další faktory jako délka svahu po spádnici, erodovatelnost půdy, faktor erozní účinnosti deště, faktor protierozních opatření a faktor ochranného vlivu vegetace.

Vrstva erozní ohroženosti půd je přístupná v LPIS prostřednictvím Portálu farmáře nebo na Agenturách pro zemědělství a venkov nebo Regionálních odborech Státního zemědělského intervenčního fondu (SZIF). LPIS poskytuje jak vlastní vymezení ohrožených půd, tak doporučený management pro půdní blok.

Obecné půdoochranné technologie pro silně a mírně erozně ohrožené plochy:

- bezorebné setí/sázení (technologie přímého setí do nezpracované půdy)
- setí/sázení do mulče
- setí/sázení do mělké podmítky s ponecháním části rostlinných zbytků na povrchu půdy
- setí/sázení do ochranné plodiny (např. do vymrzající meziplodiny – svazenka vratičolistá, hořčice bílá)

Specifické půdoochranné technologie na mírně erozně ohrožených (MEO) plochách:

- přerušovací pásy
- zasakovací pásy
- osetí souvratí
- setí/sázení po vrstevnici
- odkameňování
- podrývání u cukrové řepy
- pěstování luskoobilných směsí (LOS)
- důlkování a hrázkování
- pásové zpracování půdy (strip-till)
- pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem

4 POLNÍ PLEVELE

Plevelná společenstva doprovázejí pěstované plodiny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematictější škodlivé činitele, na jejichž regulaci bylo vždy vynakládáno obrovské množství úsilí a energie. Plevelé jsou součástí agroekosystémů, v nichž 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.

Na stanovištích, kde zemědělec pěstuje plodiny, se setkáváme s rostlinami, které svojí přítomností a svými životními projevy ztěžují jeho práci, snižují výnos a zhoršují kvalitu pěstovaných plodin. Tuto nežádoucí vegetaci tvoří divoce rostoucí rostliny, které nebyly člověkem cílevědomě ovlivňovány, i když se v průběhu doby určitým agrotechnickým postupům a pěstovaným plodinám přizpůsobily. Tyto rostliny jsou označovány jako **rostliny plevelné** (plevele). Obecná definice označuje jako plevel každou rostlinu, která se vyskytuje na pozemku proti vůli pěstitele. Přítomnost plevelných rostlin na stanovištích zemědělských plodin je pravidelná od dob vzniku polního hospodářství, tj. cca 7-10 tis. let.

Studium problematiky plevelů je v zájmu řady pracovníků rostlinné výroby na celém světě ve vědním oboru **herbologie** (z lat. ekvivalentu pro rostlinu, herba).

Rostliny, které rostou na jednom stanovišti (plodina, plevel) se vzájemně ovlivňují. Silnější jedinec potlačuje slabšího jedince omezováním jeho životních podmínek. V tomto je z fyto technického hlediska podstata škodlivosti plevelů. Škodlivost plevelných rostlin je od ostatních biotických škodlivých organizmů odlišná. Houbové patogeny a živočišní škůdci přímo napadají a ničí plodiny. Plevelné rostliny, s výjimkou poloparazitických a parazitických druhů, plodiny nepoškozují přímo. Jejich škodlivost spočívá ve zhoršování životního prostředí plodin odčerpáváním vegetačních faktorů (světlo, voda, živiny) event. ovlivněním půdního prostředí produkty metabolismu. Z těchto důvodů plevelé velmi reagují na agrotechniku a způsoby pěstování plodin.

Kromě výše popsaných vlastních plevelů se v porostech plodin můžeme setkat s tzv. **zapelevelujícími rostlinami**, což jsou záměrně pěstované různé druhy plodin, které se v nevhodný čas vyskytují na pozemcích. Svou přítomností působí na pozemku obdobně jako polní plevelé. Typickým příkladem je výskyt rostlin předplodiny v následné plodině, u nichž dochází ke konkurenci od základní vegetační faktory, obdobně jako u vlastních plevelů vyskytujících se v pěstované plodině. Příčinou jejich výskytu jsou sklizňové ztráty, nekvalitní likvidace předplodiny, vznik nových, geneticky fixovaných forem rostlin. Sklizňové ztráty

jsou nejvýznamnější příčinou výskytu zaplevelujících rostlin. Je to např. **výdrol** obilnin, který vzejde v následující plodině. Zvláště nežádoucí jsou příměsi jiných druhů, ev. odrůd v množitelských porostech. Často velmi škodlivý je vzešlý výdrol ozimého ječmene (ozimé pšenice) v řepce ozimé nebo naopak výdrol ozimé řepky v obilnině. Výskyt jednoho druhu obilniny v jiném druhu obilniny je z pohledu regulace prakticky neřešitelným příkladem, který je spojený s nedodrčováním zásad střídání plodin.

Pro omezení škodlivých důsledků výdrolu je třeba umožnit co největšímu podílu semen vzejtí hned po sklizni plodiny, tzn. mělké zapravení semen předplodiny podmínkou, která zůstala na povrchu půdy. Příčinou výskytu zaplevelujících rostlin je dále **nekvalitní likvidace předplodiny**. Dochází pak k regeneraci v následných plodinách (př. vojtěška v pšenici apod.). Velmi nebezpečný je vznik nových forem pěstovaných druhů. Příkladem je tzv. „**plevelná řepa**“. Je to jednoletá forma řepy připomínající vyběhlíci, na rozdíl od běžně pěstované krmné řepy či cukrovky, které jsou dvouleté. V raných růstových fázích se špatně odlišuje od pěstovaných řep. Tyto jednotlivé formy s rychlým vývojem se v populaci běžné řepy objevily v důsledku mutací, případně zanesením pylu z planě rostoucích jednoletých forem.

4.1 Charakteristika polních plevelů a jejich rozdělení

Plevele poškozují za určitých okolností také zájmy vodohospodáře, stavbaře a jiných profesí tím, že poškozují jejich objekty, zhoršují určitá provozní nebo estetická hlediska apod.

Jednotlivá stanoviště a společenstva kulturních rostlin jsou zaplevelována druhy, kterým vyhovují ekologické podmínky těchto lokalit. Z toho důvodu lze vymezit **skupinu polních plevelů**, tj. druhů, jejichž biologickým vlastnostem vyhovují podmínky orných půd (nebo zahrad, sadů, vinohradů, chmelnic), dále lze vymezit **skupinu lučních plevelů**, kterým vyhovují podmínky trvalých travních porostů, dále **vodní plevele**, kterým vyhovují podmínky vodních nádrží, toků apod.

Řazení jednotlivých plevelných zástupců podle botanického systému a také klasifikace podle jejich výskytu v určitých skupinách plodin, kterými rozumíme plevele například okopanin, nebo obilnin nejsou zcela výstižné. Většina plevelů není totiž vázána na druh plodiny. Nejvhodnějším členěním plevelů v rámci využití v zemědělství je jejich rozdělení podle **biologických vlastností**. Podle délky života, způsobu rozmnožování a rozšiřování, podle doby klíčení a vzházení rostlin nebo podle hloubky jejich zakořeňování. Díky tomu lze můžeme zvolit i správný způsob regulace (KAZDA et al., 2010).

Podrobná klasifikace plevelů podle jejich hlavních **biologických vlastností** podle JURSIKA et al. (2011):

Plevele jednoleté

Jednoleté plevele jsou takové, které se pomocí semen a plodů rozmnožují během jedné vegetační sezóny.

Plevele efemerní

Tyto druhy vzcházejí na podzim, popřípadě v průběhu zimy, kterou přečkají a brzy na jaře obnoví růst a začnou kvést, rychle vytvoří semena a na konci jara již odumírají. Jejich vegetační doba je velice krátká. Efemery jsou většinou drobnější rostliny, které příliš nekonkurují plodině. Nejznámějším zástupcem je rozrazil břechťanolistý nebo huseníček rolní. Proti těmto plevelům nejsou nutné větší regulační zásahy.

Plevele časně jarní

Jejich klíčení probíhá už při nízkých teplotách (od 1°C). Tyto druhy nemají za běžného průběhu počasí schopnost přečkat zimu. Produkují stovky až tisíce semen, což můžeme označit za střední množství. Semena mají schopnost přežívat v půdě dlouhodobě. Nejvýznamnějšími z této skupiny jsou oves hluchý, truskavec ptačí nebo také drchnička rolní.

Plevele pozdně jarní

Jedná se o teplomilnější druhy, které vzchází při teplotách půdy okolo 10°C. V polních podmínkách je to tedy koncem dubna až počátkem května. Jejich počáteční vývoj bývá pomalejší a též jsou náchylné k zastínění. Vytvářejí mohutné rostliny, které produkují desetitisíce až statisíce drobných semen. Nepřežívají běžnou zimu, jsou citlivé na mraz. Hlavními zástupci jsou merlík bílý, ježatka kuří noha, rdesno blešník, bér sivý a další.

Plevele ozimé

Tato skupina je druhově nejpočetnější. Řadí se sem druhy typicky ozimé, které vzchází v podzimním období společně s druhy vzcházejícími během celého vegetačního období. V případě, že vzejdou na podzim, mohou přečkat zimu, nejčastěji v podobě listových růžic. Mezi druhy, které jsou schopné konkurence, patří svízel přítula, heřmánkovec nevonný nebo chundelka metlice. Z drobnějších druhů jsou to potom violka rolní, ptačinec prostřední, penízek rolní nebo zemědělský lékařský.

Plevele dvouleté nebo víceleté, které se rozmnožují převážně generativně

Tyto plevele v prvním roce vytváří obvykle listovou růžici a následně v roce druhém vykvetou a produkují semena a plody. Druhy, které jsou typicky dvouleté, následně odumírají. Víceleté druhy na stanovišti setrvávají několik dalších let, jsou ovšem omezeny ve

vegetativním množení, proto jejich reprodukce probíhá generativně. Nejčastěji se s nimi můžeme setkat v trvalých travních porostech. Zástupcem dvouletých je mrkev obecná, mezi víceleté druhy patří pampeliška, širokolisté šťovíky, jitrocele, kostival lékařský, silenka širokolistá, sedmikráska chudobka a další.

Plevele vytrvalé, které se rozmnožují převážně vegetativně

Vytrvalé plevele v této skupině mají schopnost intenzivně se rozmnožovat pomocí nadzemních a podzemních orgánů. Obvykle mají možnost rozmnožovat se jak vegetativně tak generativně, podle aktuálních podmínek však jeden ze způsobů převládá. Podle hloubky, do které pronikají kořeny, se dále tato skupina může rozdělit na:

Mělce kořenící plevele – kořeny se nacházejí přímo na povrchu půdy nebo v menších hloubkách, většina hmoty je uložena v orniční vrstvě, lze ji tedy zasáhnout při zpracování půdy kultivací

Plevele s plazivými kořenícími lodyhami – označovanými jako šlahouny. Tato skupina není významná. Zástupci jako mochna husí nebo popenec břečťanolistý se vyskytují zejména při okrajích pozemků.

Plevele s pevnými a tuhými oddenky – jsou to především trávy, vytvářející hustou síť oddenků s uzlinami, ze kterých vyrůstají další kořeny nebo oddenky. Silně plodinám konkurují a mohou zhoršovat obdělávání pozemku. Jsou schopné zaplevelovat v podstatě veškeré druhy plodin. Hlavním představitelem této skupiny je pýr plazivý.

Plevele s měkkými a křehkými výběžky – tyto druhy se vyznačují dužnatými výběžky, které podléhají snadnému lámání a tím jsou roznášeny na další místa na pozemku. Na zamokřených místech jsou indikátory vysoké hladiny podzemní vody. Zástupcem je čísteč bahenní.

Plevele vytvářející, cibule nebo ztloustlé kořeny – s kořenovými hlízkami sem patří hrachor hlíznatý, mezi cibulovité zástupce lze zařadit česnek viniční.

Plevele hlouběji kořenící – jejich kořeny pronikají horizontálně i vertikálně až do vrstev podorničních. Prorůstají až do hloubky několika metrů, což komplikuje mechanickou regulaci, neboť v půdě zůstane část výběžků nezasažena a rostliny tak snadněji zregenerují. Často bývají silnými, vzrůstnými konkurenty, podle výběžků je rozdělujeme do podskupin:

Plevele vytvářející oddenky – oddenky, které jsou stonkového původu, lze od kořenových výběžků rozeznat podle jejich článkování. Patří sem přeslička rolní, podběl lékařský nebo bršlice kozí noha.

Plevele vytvářející kořenové výběžky – mají křehké, lámavé nečlánkované kořenové výběžky, které po mechanickém poškození snadno regenerují. Mezi nejvýznamnější patří pcháč oset, svlačec rolní a vesnovka obecná (JURSÍK et al., 2011).

Kromě výše uvedených klasifikačních systémů, můžeme plevely zařadit podle taxonomického třídění. Toto členění ukazuje příbuzenské vztahy plevelů v rámci čeledí a rodů, dvěma hlavními skupinami jsou plevely jednoděložné a dvouděložné. Mezi jednoděložné patří zejména trávy, tedy čeleď lipnicovitých. Kromě nich také čeledi sítinovité, šachorovité a česnekovité. Ostatní čeledi jsou řazeny do skupiny dvouděložný plevelů, někdy označovaných jako plevely širokolisté. Můžeme uvést například hvozdíkovité, miříkovité, brukvovité nebo hvězdnicovité.

4.2 Škodlivost plevelů

Rozlišujeme přímou a nepřímou škodlivost plevelů.

4.2.1 Přímá škodlivost plevelů

Plevely snižují úrodnost půdy, tj. schopnost půdy poskytovat pěstovaným plodinám vodu, živiny, dostatečný prostor pro růst a vývoj. V důsledku jejich výskytu v porostech pěstovaných plodin dochází k redukci výnosu.

Pro růst a vývoj kulturních rostlin má velký význam dostupná **voda** v půdě. Na zaplevelených pozemcích bývá v půdě méně vláhy než na polích s podobnou kvalitou půdy, s tímž porostem, ale nezaplevelených. Toto souvisí s větší schopností mnohých plevelů poutat lépe vláhu než kulturní rostliny. S vodou **odčerpávají** plevely pochopitelně i **živiny**. Tyto živiny nejsou ztraceny trvale, ale jde o jejich dočasnou biosorpci. Po smrti plevelných rostlin se mineralizací živiny uvolňují. V případě, že je zaplevelení porostu každoroční, je biosorpce živin trvalým jevem a kulturní rostliny jsou stabilně ochuzovány o určité množství živin.

Stupeň škodlivosti plevelů je ovlivněn zejména biologickými vlastnostmi kulturních rostlin a plevelů, které rostou na společném stanovišti. Konkurenčně (škodlivě) se může uplatnit ten druh plevelu, který klíčí, vzchází a dále se rozvíjí s pěstovanou plodinou tak, že není potlačován zápojem porostu plodiny. Pro určitou plodinu je tedy škodlivý každý druh plevelu, který se s ní **souběžně vyvíjí** (sladěnost životního rytmu) a kromě intenzivního odčerpávání vody a živin (v období, kdy má na tyto vegetační faktory zvýšené nároky také plodina) pěstované rostliny prostorově omezuje a zastiňuje.

Sladěnost životního rytmu je např. u ječmene jarního a ovsu hluchého, chundelky metlice a pšenice ozimé, jitrocele kopinatého a jetele lučního atd.

Škodlivost plevelů se mění **účelem pěstování plodiny**. Jiná je např. škodlivost jednoletých plevelů v jarní obilnině pěstované na zrno, jiná při pěstování na zelené krmení. Škodlivost jednoho plevelného druhu může být rozdílná v jednotlivých ročnících (vliv počasí).

Stanovení **úrovně zaplevelení**, při které se plevele stávají pro pěstovanou plodinu škodlivé (snižují výnos) a kdy je jejich hubení v daném hospodářském roce rentabilní, je z výše uvedených a dalších důvodů velmi obtížné.

Škodlivost některých druhů se může projevovat také **zhoršením kvality rostlinných produktů**. Zelené části plevelů v omlatu žacích mlátiček průkazně zvyšují vlhkost zrna obilí, čímž vzrůstají nároky na jeho sušení. V osivech jsou zvláště nebezpečné příměsi těch semen plevelů, které se obtížně oddělují (např. semena knotovky bílé, kokotice jetelové z jetelovin, semena blínu černého z máku setého atd.). Semena některých plevelů semletá se zrnem obilovin mohou zbarvit mouku (penízek rolní, koukol polní atd.), v jiných případech může vzniknout nepříjemná pachův mouky. Některé plevele jsou škodlivé (případně jedovaté) pro člověka i zvířata (semena durmanu obecného, blínu černého, lilku černého aj.). Prorůstáním hlíz brambor oddenky pýru dochází ke znehodnocení z pohledu konzumního využití.

4.2.2 Nepřímá škodlivost plevelů

Plevele podporují **rozšiřování houbových patogenů** a škůdců kulturních rostlin. Na mnoha plevelích žijí v různých vývojových stádiích původci četných chorob, které mohou být přenášeny na kulturní rostliny. Např. plevele z čeledi brukvovitých (hořčice rolní, ředkev ohnice aj.) jsou napadány hlenkou kapustovou, způsobující nádorovitost kořenů košťálovin. Podobně se na těchto plevelích vyskytují plíseň bělostná, plíseň zelná apod. Dvoubytné rzi mívají často mezihostitele v plevelných rostlinách. Např. rez hrachová se vyvíjí na pryšci chvojce, rez hnědá na prlině rolní, rez černá se vyskytuje na pýru plazivém atd. Původce rakoviny brambor může být na brambory přenášen z lilku černého, blínu, durmanu aj.

Mnohé plevele poskytují potravu a úkryt **živočišným škůdcům**. Plevele z čeledi brukvovitých hostí dřepčíky, blýskáčka řepkového, běláška zelného, háďátko řepné a jiné škůdce, kteří pak přecházejí na příslušné plodiny. Lilkovité plevele (lilek černý, durman aj.) hostí např. mandelinku bramborovou, svilušky, některé mšice. Na pýru plazivém žije řada škůdců obilnin jako zelenuška žlutopásá, bejломorka obilní, hrbáč osenní, bzunka ječná.

Plevele **snižují produktivitu práce**, ztěžují obdělávání půdy, sklizeň a jiné zásahy. Některé plevele ucpávají svými kořeny drenáže (rákos obecný, přeslička rolní, pýr plazivý aj.) a tak vyřazují z funkce meliorační zařízení.

Výskyt plevelů je významný i z hygienických hledisek; řada druhů je příčinou pylových alergií (trávy, pelyněk černobýl aj.).

4.3 Užitečnost plevelů

V současných společenstvech kulturních rostlin a plevelové složky porostů zcela převládá konkurenční vztah, vyplývající do určité míry ze škodlivosti plevelů. Příznivé vztahy mezi pleveli a kulturními rostlinami ustupují za této situace do pozadí a proto jim zatím není věnována náležitá pozornost.

Obecně lze říci, že plevele svojí přítomností na orné půdě **snižují negativní vliv** velkoplošného (často opakovaného) pěstování **jednoho kulturního druhu na půdní prostředí**. Některé hlubokokořenní druhy přivádějí do rizosféry kulturních rostlin živiny, které jsou jinak pro tvorbu výnosu nevyužitelné. Plevele mnohdy užitečně zastíňují půdu a chrání tak půdní garé. Např. chmerek roční, drchnička rolní aj. vytvářejí v některých situacích souvislé porosty, které mohou částečně chránit půdu před nadměrným vysušením a rušením struktury.

Na určitých lokalitách (hráze, náspy aj.) mohou některé druhy (např. medyněk měkký, troskut prstnatý) **zabraňovat devastaci půdního povrchu** vodní či větrnou erozí.

Četné druhy plevelů patří mezi **léčivé rostliny** (zemědým lékařský, chrpa modrák, heřmánek pravý, jitrocel kopinatý atd.). Užitek lze spatřovat také v tom, že mnohé druhy **poskytují pastvu včelám**. Plevele kvetou od předjaří (podběl) až do pozdního léta (čistec aj.).

Je významné, že řada kulturních rostlin je botanicky blízká plevelným druhům. Je třeba se zamyslet nad tím, že genetický význam četných plevelů pro budoucnost nám není znám.

4.4 Rozmnožování plevelů

Jednou z charakteristických vlastností živých organismů je jejich reprodukce, která zajišťuje zachování druhu. Všechny plevelné druhy se rozmnožují pohlavně, prostřednictvím semen (generativně), vytrvalé (víceleté) druhy se mohou rozmnožovat nepohlavně (pomocí vegetativních orgánů).

4.4.1 Generativní rozmnožování

Polní plevely mají obecně velkou rozmnožovací schopnost. Tvorba generativních orgánů je v porovnání s plodinami vyšší (proměnlivá, často velmi vysoká produkce plodů a semen na jedinci). Generativní orgány polních plevelů jsou vybaveny vlastnostmi, které umožňují přežití a šíření i ve zhoršených podmínkách.

4.4.1.1 Produkce semen a plodů a jejich rozšiřování

Orgány pohlavního rozmnožování polních plevelů jsou v převážné míře semena nebo plody (souborné označení „semena“). Zástupci přesliček, např. přeslička rolní - *Equisetum arvense* L., se rozmnožují výtrusy.

Počet semen vytvořených na jedné rostlině je druhovou vlastností. Závisí však na prostředí, v němž pozorované individuum žije, tj. zejména na půdních, klimatických a prostorových poměrech stanoviště, do jaké míry se může tato dědičná vlastnost rozvinout. Produkce semen na jedné rostlině je závislá na současném působení různých faktorů a tím je vysvětlitelné, že údaje různých autorů o produkci semen určitého druhu se často podstatně liší. Přes tyto okolnosti je možné se pro naše poměry z hlediska produkční schopnosti semen (plodů) rozdělit plevely do 3 skupin:

1. Druhy, jež vytvářejí průměrně 200-300 plodů nebo semen:

Pryskyřík rolní (*Ranunculus arvensis*), koukol polní (*Agrostemma githago*), vikve (*Vicia sp.*), ostrožka stračka (*Consolida regalis*), ředkev ohnice (*Raphanus raphanistrum*), kamejka rolní (*Lithospermum arvense*).

2. Druhy, jež vytvářejí průměrně 400-800 plodů nebo semen

Jitrocele (*Plantago sp.*), hořčice rolní (*Sinapis arvensis*), penízek rolní (*Thlaspi arvense*), svízel přítula (*Galium aparine*), zemědělský lékařský (*Fumaria officinalis*).

3. Druhy, jež vytvářejí průměrně 1 000-1 500 (i více) plodů nebo semen

Merlík bílý (*Chenopodium album*), šťovík (*Rumex sp.*), laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*), knotovka (*Melandrium sp.*), pět'our maloúborný (*Galinsoga parviflora*), heřmánkovec přímořský (*Tripleurospermum maritimum*), rmen rolní (*Anthemis arvensis*), pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*).

Rostliny rostoucí bez konkurence jiných rostlin jsou schopné vytvořit **podstatně větší množství** semen (např. merlík bílý až 0,5 milionu).

Množství vyprodukovaných semen by nebylo samo o sobě tak významné, kdyby neexistovaly mechanismy zabezpečující časové a prostorové rozptýlení životaschopných jedinců.

Časový rozptyl je dán **heterokarpíí** (vytváření „semen“ několika typů na téže rostlině). Čím jsou méně příznivé podmínky pro růst mateřské rostliny, tím výraznější heterokarpie vzniká. S heterokarpíí a s dormancí souvisí tzv. **etapové klíčení semen**. To znamená, že semena téhož druhu, původu a stáří pocházející případně z téže rostliny, jsou-li uložena ve stejných podmínkách neklíčí najednou, nýbrž v několika vlnách, mezi nimiž je i několikaletý časový interval.

Při prostorovém rozptýlení semen se uplatňují následující způsoby:

1) **vlastní hmotností - barochorie** neboli **batychorie** („přímé rozšiřování“)

Způsob, kdy semena nebo plody v době zralosti vypadávají působením své hmotnosti přímo pod mateřskou rostlinu (merlíky, ptačinec prostřední, ředkev ohnice). Hustota porostu v dalších letech je regulována, neboť většina semen je dlouhověkých s vyvinutou dormancí a etapovým klíčením.

2) **vlastní silou - autochorie**

Semena jsou vymršťována rychlým puknutím lusku a zkroucením chlopní (hrachory, vikve), prudkým puknutím tobolky (violka rolní), případně při sklizni nebo ve větru za pohybu rostlin vypadávají (máky).

3) **větreem - anemochorie**

Semena nebo plody jsou k přenosu na **velké vzdálenosti** vybaveny chmýrem (především nažky hvězdnicovitých - pcháč oset, mléče, podběl obecný, smetánka lékařská), drobná semena (např. záraza) se šíří pomocí vzdušných proudů, kdy jsou vyzvednuta do velkých výšek. K překonání **menších vzdáleností** mají semena opěrné plochy, křídla, pluchy (šťovíky, lebedy, lnice květel, kokrhele, chundelka metlice). Prudším větrem mohou být přenášena drobná a lehká semena (máky, úhorník mnohodílný), případně jsou větrem hnány celé suché rostliny s nevypadanými zralými semeny („stepní běžci“ - srpek obecný, vesnovka obecná).

4) **vodou - hydrochorie**

Tento způsob je významný především ve členitém terénu a při využívání závlah.

5) **živočichy - zoochorie**

Živočichové roznášejí semena či plody dvěma způsoby:

- **na povrchu těla - epizoochorie, exozoochorie**

Semena jsou opatřena přichytnými zařízeními - háčky, osiny, ostny (svízel přítula, dvojzubec); jindy umožňuje přenos lepkavý povrch (jitrocele) nebo lepkavá masíčka (pryšce, hluchavky).

- **trávicím ústrojím - endozoochorie**

Nestrávená semena jsou roznášena trusem na relativně velké vzdálenosti. Uplatňují se zde především ptáci, ale i savci (zvláště přežvýkavci) mají svůj nezanedbatelný význam.

- Zvláštním způsobem zoochorie je rozšiřování semen mravenci (živí se zdužnatělými výrůstky semen - caruncula, např. pryšce, violky), tzv. **myrmekochorie**.

6) činností člověka - antropochorie

Rozšiřování je umožňováno činností člověka - při pěstování kulturních rostlin (nedokonale vyčištěné osivo, rozšíření plevelných druhů z okrajů polí, přenos na nářadí, dopravou - lodní, leteckou, železniční, silniční) často na velké vzdálenosti.

4.4.1.2 Klíčivost a vzházivost semen a plodů

Ze semene se může vytvořit nová rostlina jen tehdy, dostane-li se v době dospělosti ke klíčení (tj. v době, kdy vykazuje určitý soubor vnitřních vlastností) do vhodných vnějších podmínek (HRON, VODÁK, 1959).

Vnitřní podmínky klíčení

1. Mechanická neporušenost

Nejdůležitější je neporušenost zárodku (embrya). Při mechanickém poškození pletiv se zásobními látkami se mladá rostlinka může vyvíjet, přestože bývá poněkud oslabena.

2. Fyziologická neporušenost

Fyziologické poruchy mohou vzniknout jako důsledek procesů, které proběhly v semeni při uložení v nevhodném prostředí (voda, vzduch, světlo, teploty jsou nevhodně zastoupeny), takže semeno nemohlo normálně vyklíčit. V přirozených poměrech se rozruší semena uložená v půdě činností půdních mikroorganismů. Fyziologické poruchy mohou být i záměrně vyvolány člověkem, aplikací různých chemických látek nebo působením vysokých teplot (sterilizace půdy).

3. Zralost semen pro klíčení v příznivých podmínkách

Nově vzniklá semena plevelů většinou nejsou schopna klíčit ihned po dozrání, ale prochází tzv. **obdobím klidu (dormance)**, jehož délka závisí na prostředí, v němž se semeno nachází. Bezprostředně po dozrání mohou klíčit semena jen malého počtu druhů, např. koukol polní, podběl obecný. Naopak dlouhou periodu klidu mají např. ředkev ohnice, hořčice rolní, merlíky, pohanka svlačcovitá. Příčinou periody klidu může být skutečnost, že zárodek semen není dokonale vyvinut a časem dospívá (např. semena z čeledi pryskyřníkovitých, mrkvovitých aj.). Semena mohou rovněž obsahovat látky tlumící klíčení (tzv. inhibitory nebo koliny). Klíčivost semena nabývají po jejich odstranění. Velmi účinné inhibitory obsahují semena z čeledi merlíkovitých, mrkvovitých, středně silné lilkovité a pryskyřníkovité, slabě

silenkovité. Inhibitory mohou být obsaženy v různých částech rostliny. U lilku černého je to např. v oplodí, u ovsu hluchého v pluchách, u medvědky měkkého v plevách apod.

Zrušení nebo aktivace inhibičních procesů v semenech by byla významná z hlediska hubení plevelů. Při zrušení inhibice by semena rychleji klíčila. Vyklíčené rostliny by pak mohly být zničeny např. předseťovou přípravou. Při oddálení klíčení by naopak semena vzcházela až ve vyvinutém porostu, kde by byly plevele konkurenčně potlačeny.

BARTONOVÁ (1961) upozornila na skutečnost, že semena řady plevelných druhů zůstanou i po nasycení vodou po určitém období životaschopná a mnoho z nich přechází do tzv. „druhotného klidu“.

4. **Nepropustnost slupky pro vodu**

Je to častá příčina neklíčivosti semen. S „tvrdoslupečností“ se setkáváme u rostlin z čeledi vikvovitých (vikev čtyřsemenná, vikev setá úzkolistá) nebo u svlačce rolního.

Vnější podmínky klíčení

1. **Voda**

Nároky na vodu, která je ke klíčení nezbytná, jsou různé u semen jednotlivých druhů, ale i u jedinců v rámci druhu. Řada autorů prokázala význam stupně vlhkosti prostředí pro klíčení. Napovídá o tom i masový výskyt plevelů zejména ve vlhčích letech, kdežto v letech sušších (především při suchém jaru) je výskyt menší.

2. **Vzduch**

Semena při klíčení intenzivně dýchají a potřebují proto neustálou výměnu plynů (především CO₂ za vzdušný O₂), přičemž první fáze klíčení (bobtnání) probíhá i za nepřístupu vzduchu, kdežto intenzita další fáze (odbourávání rezervních látek a probuzení zárodku k životu) na dostatku kyslíku závisí.

Takové poměry nastávají především při mělkém uložení semen v půdě, ovšem při dostatku vláhy a vhodné teplotě. Čím drobnější jsou semena, čím těžší a vlhčí je půda a čím mělké je uložení, tím semena snadněji klíčí. Optimum uložení semen je u hořčice rolní, ředkve ohnice, ptačince prostředního, penízku rolního, kolence rolního v hloubce 0,015 m, semen merlíku bílého, chrpy modráku, heřmánkovce přímořského 0 - 0,005 m, koukolu polního 0 - 0,05 m.

Při klíčení ve větších hloubkách se klíčící rostliny mnohdy nedostanou na povrch a hynou. Např. oves hluchý vzešel z obilky uložené až v hloubce 0,25 m.

3. **Teplota**

Rozmezí teplot, při kterých semena klíčí, označujeme jako **tepelnou amplitudu**, která je charakterizovaná třemi základními tepelnými body:

minimum - při této teplotě semena určitého druhu začínají klíčit, **optimum** - semena klíčí nejrychleji a nejlépe,

maximum - nejvyšší teplota, při níž semena určitého druhu při splnění požadovaných podmínek ještě klíčí. Při dalším zvýšení teploty klíčení ustává.

4. Světlo

Podle citlivosti na světlo dělíme semena na:

- neutrální - klíčí stejně na světle i ve tmě (většina kulturních druhů),
- klíčící lépe ve tmě - šťovík kyselý, smetánka lékařská, merlíkovité, laskavcovité,
- klíčící lépe na světle - hlavně semena chudá na olej, např. trávy, některé rozrazil, lnice květel, pět'our malolubný, kokoška pastuší tobolka aj.

K vytvoření příznivých vnějších podmínek pro klíčení semen plevelných rostlin můžeme přispět i pečlivou přípravou půdy pro kulturní rostliny. Např. při podzímce a jejím ošetřování dochází ke zvýšení klíčení v důsledku zlepšení vnějších podmínek, přičemž vzešlé rostliny jsou efektivně ničeny následnou orbou.

Roční rytmus vzcházení

S periodou klidu a s vyhraněnými nároky jednotlivých druhů plevelů v době klíčení je spojen tzv. **roční rytmus vzcházení**, což znamená, že se mladé rostliny určitých druhů hromadně objevují především v určitém časovém úseku v rozmezí jednoho roku. Např. rozrazil břečťanolistý, jehož semena klíčí za dostatečné vlhkosti teprve při nižších (podzimních a zimních) teplotách, nevytváří klíčící rostliny v pozdním jaru a přes léto. U hořčice rolní je aktivita klíčení největší v předjaří, menší na jaře a na podzim. Naproti tomu se s klíčovými rostlinami řady druhů setkáváme hojně během celého vegetačního období, např. penízek rolní, zemědělský lékařský.

Etapové klíčení semen

S periodou klidu úzce souvisí tzv. **etapové klíčení** semen. Uvedená vlastnost je velice významná z hlediska zachování druhu, protože se zvyšuje pravděpodobnost, že část semen vzejde v podmínkách, které budou pro růst a vývoj příslušného druhu příznivé.

4.4.1.3 Délka života semen

Délkou života semen označujeme dobu, po kterou jsou semena schopna za příznivých podmínek klíčit. Délka života semen je opět druhovou vlastností, která je však velice ovlivňována působením vnějších podmínek. Známe druhy, jejichž semena jsou po dozrání

schopna klíčit jen několik měsíců (např. podběl obecný). K druhům, jejichž semena zůstávají dlouho živá, náleží ředkev ohnice, hořčice rolní, peníze rolní, merlík bílý atd.

Obecně vydrží semena dlouhou dobu klíčivá v podmínkách s konstantní vlhkostí, teplotou a kde není rozkladných vlivů mikroorganismů (laboratorní podmínky, sbírky, půdy kryté stavbou apod.). Existuje řada údajů o zjištění klíčivosti ještě po 100 - 150 letech. V podmínkách orných půd, kde se mění teplota, vlhkost a kde je vysoká mikrobiální aktivita, se životnost (klíčivost) semen ztrácí za kratší dobu. Této ztrátě klíčivosti může napomáhat zemědělec správným hospodařením na půdě. Úpravou vodního a vzdušného režimu půdy (dostatek vody, vzduchu) a správným hnojením statkovými a průmyslovými hnojivy (úprava půdní reakce, zásoba hlavních živin, zvyšování obsahu humusu) se vytvářejí nejen vhodné podmínky pro růst pěstovaných plodin, ale i příznivé podmínky pro činnost a rozvoj půdních mikroorganismů. Tyto mikroorganismy rozkládají organické látky obsažené v půdě a tedy po určité době i semena plevelů. Zároveň semena intenzivně dýchají, čímž jsou oslabována (úbytek zásobních látek) a mikroorganismy snadněji rozrušována. Soubor popsanych procesů nazýváme „**samočistění půdy**“.

V důsledku samočistění půdy semena ztrácejí klíčivost mnohem dříve, nežli v laboratorních podmínkách apod. Snižování obsahu živých semen plevelů v ornici lze považovat za **zúrodňovací proces**. Délka životaschopnosti semen plevelů v půdě závisí na charakteru „slupky“, přítomnosti baktericidních látek (např. semena hořčice obsahují silici hořčičnou) apod.

U některých druhů byla klíčivost zjištěna ještě po mnohaletém uložení v půdě. Cenné informace na tomto úseku zjistila KOZLOVÁ (1962), která na základě pokusů na zpracované půdě rozdělila sledované druhy do tří skupin:

- **traticí klíčivost v průběhu 1-2 let:** svízel přitula, laskavec ohnutý, mléč rolní, pcháč oset,
- **traticí klíčivost za 5-6 let:** koleneček rolní, rdesno blešník,
- **traticí klíčivost za 10 let:** merlík bílý, konopice polní, opletka obecná, peníze rolní, zemědělský lékařský.

Dobu perzistence semen v půdě ovlivňuje významně **stupeň jejich zralosti, podmínky růstu mateřské rostliny** a další vlivy. Proto jsou mnohdy různými autory o jednom druhu uváděny rozdílné údaje.

Vztah semen a plodů plevelů v půdní zásobě k zaplevelení plodin

Ze zásoby semen a plodů plevelů v ornici vzejde, dospěje a vytvoří nová semena jenom malá část. Mezi semeny v půdě a pleveli v porostu není vždy adekvátní vztah. Podle KROPÁČE (1966) např. vysoká zásoba semen některých druhů (merlík bílý aj.) se neprojeví ve vyšším zaplevelení, naproti tomu poměrně malé početní zastoupení jiných druhů v ornici postačilo pro silné zaplevelení plodiny (např. hořčice rolní, oves hluchý). Podle starších údajů vzejde z plevelných semen obsažených v půdní zásobě 5-7 %.

DVOŘÁK (1988) rozděluje druhy plevelů do tří skupin:

1. Druhy s kratší dobou obměny v půdní zásobě. Jejich podíl na akutním zaplevelení je většinou mnohonásobně vyšší než podíl v půdní zásobě. Ročně vzešlá semena z půdní zásoby živých semen, která se podílejí na zaplevelení porostu, jsou 5 % a více. Uvedené vlastnosti byly zjištěny zejména u bérů sivého, ovsa hluchého, svízele přítuly aj. Jsou to druhy s poměrně nízkým koeficientem rozmnožování a s menší dobou perzistence.

2. Druhy se střední až dlouhou dobou obměny semen v půdní zásobě. Jejich podíl na akutním zaplevelení se ve většině případů blíží podílu v půdní zásobě. Semena, která se ročně podílí na zaplevelení porostu, odpovídají zpravidla 1-4 % z půdní zásoby živých jedinců. Uvedené vlastnosti byly zjištěny zejména u hořčice rolní, pohanky svlačcovité, podobnou tendenci jeví rdesno ptačí, drchnička rolní. Uvedená skupina zahrnuje druhy s poměrně malým koeficientem rozmnožování, ale s delší dobou perzistence.

3. Druhy s dlouhou dobou obměny semen v půdní zásobě. Jejich podíl na akutním zaplevelení je ve většině případů podstatně nižší než jejich podíl v půdní zásobě. Podíl ročně vzešlých semen z půdní zásoby je pod 1 %. Uvedené vlastnosti byly zjištěny zejména u merlíku bílého, ptačince prostředního, knotovky noční. Uvedená skupina zahrnuje druhy s vyšším koeficientem rozmnožování a s delší dobou perzistence.

4.4.2 Vegetativní rozmnožování

Mnoho našich víceletých plevelných druhů se rozmnožuje nejen generativně, ale i vegetativně. V některých případech může vegetativní rozmnožování převažovat. S tímto nepohlavním způsobem rozmnožování se můžeme setkat i u druhů jednoletých - např. zakořeňování lodyh (ptačinec prostřední) apod. Plevely, které se rozmnožují tímto způsobem, jsou úporné a obtížně hubitelné (HRON, KOHOUT, 1974).

Na nadzemních i podzemních orgánech vegetativního rozmnožování se nacházejí **osní a kořenové pupeny**, jejichž regenerace je analogií klíčení semen a plodů. Z každé části vegetativního rozmnožovacího orgánu, na které jsou osní a kořenové pupeny, může vzniknout nový jedinec, což umožňuje zachovat druh i za nepříznivých vlivů.

Nový jedinec může vzniknout, pokud i malá část kořene, oddenku, kořenového výběžku, hlízy apod. má alespoň jeden vyvinutý a zdravý osní pupen a pupeny kořenové. Z osních pupenů vznikají oddenky, lodyhy a stébla, z kořenových pupenů kořeny.

Vegetativní rozmnožování má některé přednosti před rozmnožováním generativním. Nové rostliny se začínají vyvíjet v té fázi, ve které se nalézá během svého vývoje mateřská rostlina. Rychleji rostou a jsou tedy odolnější vůči nepříznivým vlivům, které je neovlivní tak snadno jako rostliny klíčící ze semene.

Růst a rozmnožování rostlin, kdy by vznikalo nepřiměřené množství různých orgánů a jedinců s nedokonalým vývojem, omezuje skutečnost, že z velkého počtu vytvořených vegetativních základů se aktivuje a vyvine v nový orgán či nového jedince jen určitá část vegetativních základů. V případě oddělení části rostliny se mohou v nového jedince vyvinout i ty orgány, kterým by ve spojení s celou rostlinou nebyl v důsledku existujících zábran tento vývoj umožněn (ovlivněno celistvostí rostliny).

4.4.2.1 Vlastnosti orgánů vegetativního rozmnožování

Na životnost a regenerační schopnost orgánů vegetativního rozmnožování má podle HRONA (1961) vliv zejména:

- zdravotní stav
- obsah zásobních látek
- roční doba (důsledek roční periodicity, např. osní pupeny medýňku měkkého raší nejvíce v podzimním období)
- stáří (např. oddenky mají ve své mladší části větší odnožovací sílu, starší části pozbývají schopnost regenerace)
- podmínky prostředí regenerace (vláha, vzduch, hloubka uložení, teplota aj.)

Životnost a regenerační schopnost plevelů je též ovlivněna mnohými agrotechnickými a chemickými zásahy. Tyto jsou z plevelohubného hlediska účinné pouze v případě, jestliže ničí pupeny rozmnožovacích orgánů.

Podzemní orgány vegetativního rozmnožování se nacházejí v rozdílných hloubkách půdy. Je to druhová vlastnost, do značné míry ovlivňovaná podmínkami prostředí (výška hladiny podzemní vody, půdní druh, ulehlost půdy). Mělce uložené jsou např. kořenové výběžky šťovíku menšího (až 0,15-0,25 m), oddenky pýru plazivého (až 0,30 m), medýňku měkkého (až 0,20 m), psinečku výběžkatého (až 0,25 m), hlouběji uložené jsou oddenky podbělu

obecného (až přes 1 m) a velmi hluboko jsou např. uloženy kořenové výběžky vesnovky obecné (až 2 m), svlačce rolního (několik metrů).

Množstvím vegetativních orgánů na jednotce plochy a počtem osních pupenů je určeno **potenciální zaplevelení vytrvalými pleveli**, přičemž u druhů s hlouběji uloženými oddenky či výběžky kořenů je zaplevelení ovlivněno často i vegetativními základy v podorniční vrstvě. U mělčeji uložených je určující jejich množství v ornici.

4.4.2.2 Rozšiřování plevelů orgány vegetativního rozmnožování

Na orné půdě se určité plevelné druhy rozrůstají vodorovným podzemním růstem oddenků nebo kořenových výběžků, dále nadzemním růstem šlahounů a os. Tento způsob je důležitý u mnoha plevelů a jeho intenzita je úzce závislá na podmínkách stanoviště (ulehlost půdy apod.) a na konkurenčních vztazích v rostlinném společenstvu.

Nová ohniska zaplevelení vytrvalými pleveli vznikají i roznášením částí oddenků, cibulek, kořenů nebo hlíz na půdu, která zatím nebyla zaplevelená. Neopomenutelnými přenašeči částí orgánů vegetativního rozmnožování jsou také zemědělské stroje a nářadí (traktory, brány, kultivátory, smyky), což se ve zvýšené míře projevilo při zvětšování výměr společně obdělávaných půdních celků. Zde mnohdy dochází k přehlédnutí ohnisek výskytu plevelů, ze kterých jsou roznášeny části vegetativních orgánů. U orby dochází k vynášení vegetativních orgánů z hlubších vrstev ornice, které pak jsou roznášeny po povrchu. Osivem jsou roznášeny např. květní cibulky česneku viničního sklízené s obilím.

4.4.3 Potenciální a akutní zaplevelení

Předpokladem výskytu určitého druhu plevele v porostu plodiny je přítomnost jeho rozmnožovacích orgánů v půdě (generativních či vegetativních) a prostorové možnosti pro růst a vývoj. Jedním z hlavních zdrojů zaplevelení jsou „semena“ plevelů nacházející se v půdě. Pro toto zaplevelení jsou v literatuře používány pojmy **semenná banka, potenciální zaplevelení či počet (zásoba) semen plevelů v půdě**. Jedná se o živá „semena“ (schopná klíčení), která představují potenciální nebezpečí zaplevelení pěstovaných plodin (akutní zaplevelení).

Potenciální zaplevelení půdy je tvořeno živými vegetativními a generativními orgány rozmnožování plevelů nacházejících se v půdě nebo na jejím povrchu. Potenciální zaplevelení vegetativními orgány vyjadřují živé části těchto orgánů nesoucí osní pupen a pupeny kořenové. Oproti tomu potenciální zaplevelení generativními orgány je dáno počtem všech živých „semen“. Termín „semena“ v širším slova smyslu zahrnuje plody a semena

(ROBERTS, 1981). Jak uvádějí DVOŘÁK a KREJČÍŘ (1973), jsou v technickém slova smyslu za „semena“ pokládány všechny orgány, kterými se rostlina pohlavně rozmnožuje a rozšiřuje. Tento pojem zahrnuje vlastní semena, suché plody nepukavé (obilky, nažky, tvrdky), suché plody poltivé (části struků, dvojnažek) případně skupiny plodů (klubíčka, klásky).

Růst populací plevelných druhů je podmíněn vstupem jejich semen do půdy. Ten se uskutečňuje vysemeňováním plevelů na daném stanovišti, semeny ze statkových hnojiv, osivem a nekontrolovatelnými přísunými (větrem, divoce žijícími zvířaty aj.). Produkce semen na rostlině, která je kvantitativním znakem generativního rozmnožování, je druhovou (resp. rodovou) vlastností. Kromě toho je ale ovlivněna podmínkami prostředí vhodnými pro růst a vývoj mateřské rostliny. Většinou existuje nepřímá úměrná závislost mezi hmotností tisíce semen (HTS) a počtem vyprodukovaných semen na jedné rostlině (menší hmotnost, větší množství). Dalším faktorem, který ovlivňuje populační změny, je délka života semen, čímž označujeme dobu, po kterou jsou semena za příznivých podmínek schopna klíčit. Délka života semen je druhovou vlastností, která je velice ovlivňována vnějšími podmínkami.

Naopak redukce populací plevelů je podmíněna snižováním vysemeňování na stanovišti, což se děje zejména tlumením vývoje plevelů konkurencí plodiny a hubením plevelných rostlin přímými plevelohubnými zásahy. Významně spolupůsobí samočisticí schopnost půdy, tj. mikrobiální rozklad plevelných semen. Zde mají velký vliv kvalita posklizňových zbytků plodin, hnojení statkovými hnojivy a fyzikální vlastnosti ornice. Důležitá je rovněž minimalizace obsahu semen ve statkových hnojivech a čištění osiv. Pouze tehdy, když správným hospodařením na orné půdě v určitém časovém období docílíme, že redukce semen v ornici převyšuje jejich vstup, dochází k poklesu zaplevelení. Živá semena v půdní zásobě jsou základním předpokladem zaplevelení pěstovaných plodin.

Mimořádnou pozornost zasluhují vztahy mezi potenciálním (živými semeny v ornici) a akutním zaplevelením (rostliny v porostu). Mezi potenciálním a akutním zaplevelením nebývá adekvátní vztah. Procentické zastoupení semen určitého druhu na potenciálním zaplevelení stanoviště nebývá v relaci se zastoupením téhož druhu v akutním zaplevelení (DVOŘÁK a KREJČÍŘ, 1973). WESTERMANN et al. (2003) se zabývali studiem predace semen různými druhy hmyzu. Ponechání posklizňových zbytků na pozemku vytváří předpoklady pro rozvoj predátorů a vyšší redukci zásoby semen plevelů v půdě (CHAUHAN et al., 2010).

Vztah potenciálního a akutního zaplevelení ovlivňuje také dormance, což je období snížené metabolické aktivity organismu. U semen je to období klidu, odpočinku, kdy neklíčí.

Je to termín pro komplex příčin dočasné neklíčivosti, který je způsoben strukturálními, fyziologickými a biochemickými vlivy v určitém časovém úseku (KOHOUT, 1996). Mechanismus dormance umožňuje semenům vyklíčení až za podmínek, při kterých může rostlina růst a vyvíjet se až do zralosti.

Potenciální zaplevelení neboli zásoba živých orgánů generativního a vegetativního rozmnožování podmiňuje výskyt plevelů v porostech pěstovaných plodin (akutní zaplevelení). K nejdůležitějším zásadám uplatňovaných při regulaci zaplevelení náleží proto taková opatření, která vedou ke snižování zásoby semen plevelů v půdě a k omezování možností jejího doplňování (BUHLER, 1999; GRUNDY a MEAD, 2000 aj). Počet semen plevelů v půdě je odrazem rozšíření plevelných rostlin na pozemku. Vezmeme-li v úvahu reprodukční schopnost většiny plevelných druhů a zároveň fakt, že i po uspokoivém plevelohubném zásahu jsou mnohé rostliny schopny tvorby semen, pak lze velký počet semen plevelů v půdě předpokládat. Ne všechna vytvořená semena se dostanou do půdy. Jejich část je sklizena společně s plodinami, část jich odnese vítr nebo živočichové. Na pozemky se však zase dostanou semena plevelů vyprodukovaná na jiných lokalitách, a to nekvalitním osivem, statkovými hnojivy, větrem apod.

Potenciální zaplevelení bývá často v zemědělské praxi používáno jako ukazatel kvality agrotechnických opatření (vlivů různého střídání plodin, systémů zpracování půdy nebo metod regulace plevelů; DVOŘÁK a KREJČÍŘ, 1980a, 1980b).

4.5 Vztahy plodin a plevelů v agrofytocenóze

Plevele, stejně jako živočišní škůdci a patogeny, patří mezi biotické škodlivé organismy. Jejich přítomnost v porostech pěstovaných plodin je příčinou snížení výnosů a v řadě případů zhoršení kvality (až úplné znehodnocení) produkce. Obecně lze také říci, že polní plevele snižují úrodnost orných půd, tj. snižují jejich schopnost poskytovat pěstovaným plodinám vodu, světlo, živiny a dostatečný prostor pro růst a vývoj.

V agroekosystémech dochází mezi jednotlivými rostlinnými populacemi a mezi jedinci jedné populace k vzájemným vztahům - interakcím. V přírodě rozlišujeme několik základních způsobů interakcí, které mohou vlivem změn vnějšího prostředí plynule přecházet v jiný nebo se mohou různým způsobem kombinovat. Mezi tyto vztahy patří konkurence (syn. kompetice) a alelopatie rostlin (ZIMDAHL, 2004).

Mezi plevele a plodinami, rostoucími společně na orných půdách často po staletí, se vytvořily určité antagonistické vztahy. Obě složky agrofytocenózy čerpají své potřeby ze

stejných zdrojů na stanovišti (tj. vodu, živiny, prostor). Vzniká konkurence (kompetice), která je zcela převládajícím vztahem.

Konkurenční vztahy jsou dány druhovými vlastnostmi a jsou značně ovlivňované stavem rostlin a vnějšími podmínkami. Konkurenčním tlakům plevelů odolávají jednotlivé plodiny různě. Jejich odolnost proti plevelům je dána rychlostí růstu a vývoje, postavením listů a velikostí jejich plochy, hustotou rostlin (sponem pěstování) atd. Stupeň škodlivosti plevelů se zvyšuje se sladěností životního rytmu plodin a plevelů, které rostou na společném stanovišti.

Hlavní vlastnosti rostlin, které ovlivňují výsledek konkurence, jsou: rychlé klíčení a růst v počátečních fázích vývoje, délka vegetačního období, délka života, výška rostliny, fixace oxidu uhličitého, způsob reprodukce, regenerační schopnost, růst a aktivita kořenového systému, schopnost adaptace na nepříznivé podmínky (GRIME, 2001). Z toho vyplývá že, rostliny, které rychle obsazují nadzemní i podzemní prostor, rostliny s větším absorpčním povrchem kořenů, rostliny produkčně výkonnější, rostliny s dobrou regenerační schopností mechanicky porušených nadzemních orgánů, se konkurenčně velmi dobře uplatňují. V posledním desetiletí jsou konkurenční vztahy plodin a plevelů pečlivě zkoumány, neboť právě plevel, kde řada druhů je silně konkurenčních, jsou hlavními překážkami pro dosažení optimálních výnosů plodin (MIKULKA, KNEIFELOVÁ et al., 2005).

Alelopatii obecně je označován specifický vliv jednoho druhu rostlin (donora) na klíčení, růst a vývoj druhého rostlinného druhu (recipienta). Ve většině případů se alelopatické působení projevuje inhibičně. Vliv alelopatie se projevuje jednak zpomalením až inhibicí klíčení semen ostatních druhů plevelů nebo zpomalením až zastavením růstu a vývoje již vyklíčených rostlin. U vyšších rostlin byla alelopatie prokázána u mnoha rodů, kam se řadí kulturní rostliny i plevelné druhy (ZIMDAHL, 2004).

V současné době se do popředí zájmu výzkumu dostávají otázky, jak plevel postihují příslušnou plodinu. V porostech plodin a plevelů působí několik mechanismů současně a těžko lze rozlišit, do jaké míry se mezi populacemi uplatňuje kompetice a na kolik působí alelopatická inhibice. Alelopatie se významně podílí na snížení druhové bohatosti plevelů. Vlivem alelopatie dochází ke změnám v dominanci druhů plevelů nebo k jejich vymizení (ZIMDAHL, 2004).

Plevelná společenstva procházejí složitým vývojovým cyklem, doprovázejí kulturní rostliny od počátku zemědělství a patří mezi nejproblematičtější škodlivé činitele, na jejichž hubení bylo vždy vynakládáno obrovské množství úsilí a energie. Jednotlivé plevelné druhy se postupně přizpůsobovaly měnícím se přírodním podmínkám, později technologiím pěstování. V dávných dobách byla plevelná společenstva co do druhového spektra velmi

bohatá. Na polích v jednotlivých kulturních rostlinách bylo zastoupeno mnoho desítek plevelných druhů, které konkurovaly kulturním rostlinám i samy sobě navzájem. Hubení bylo vždy obtížné, v minulosti převládal mechanický způsob hubení (ruční práce). Druhá rozmanitost a poměrná stabilita plevelných společenstev znamenala, že se v dlouhých časových obdobích druhové spektrum plevelů a jejich poměr výrazně neměnil (MIKULKA, KNEIFELOVÁ et al., 2005).

Druhé spektrum plevelů je ovlivňováno celou řadou faktorů. Vedle vlivu stanovištních (půdních a klimatických) podmínek mezi ně patří faktory, které vyplývají z činností člověka, a které zároveň patří mezi významná preventivní opatření (viz část regulace plevelů). Jde o vliv samotné plodiny, ale i strukturu pěstovaných plodin, zpracování půdy, výživu a hnojení či použití herbicidů, které většinou nepůsobí samostatně, ale vzájemné interakci.

Do této kategorie patří faktory, které mají dlouhodobější až dlouhodobou účinnost a které nejsou, nebo jsou omezeně, ovlivňovány zemědělcem. Jsou to klima, hydrologické poměry, reakce půdy (pH), půdní druh a půdní typ. Podle KÜHNA a UHRECKÉHO (1959) má každý **půdní typ** charakteristické složení vegetace polních plevelů (zejména u půd zasolených a podzolovaných).

Vztahy nejrozšířenějších a nejfrekventovanějších polních plevelů k uvedeným podmínkám jsou málo zřetelné. Vztahům plevelů k **půdní reakci** a k **obsahu vody v půdě** se věnoval ELLENBERG (1950). Lze říci, že naše nejběžnější a nejvýznamnější polní plevele patří mezi rostliny se středními nároky na obsah vody v půdě, vyhovuje jim spíše nižší hodnota pH a mají značnou toleranci na půdní typ a druh.

Výskyt plevelů může být významně ovlivněný i **změnou klimatu**. Všechny scénáře počítají s nárůstem koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. V souvislosti s tím je možné říci, že C3 plevele (pro ně je charakteristické, že prvním produktem při fotosyntéze je glycerinaldehyd, který má tři atomy uhlíku) reagují na zvýšení obsahu oxidu uhličitého zvýšenou produkcí biomasy. Prakticky to znamená, že plevele typu C3 mohou být konkurenceschopnější (intenzivnější růst a mohutnější) než dnes.

Další důsledek skleníkového efektu by mohl vést ke zvyšování výskytu C4 plevelů (jako první produkt vzniká oxalacetát, který má 4 atomy uhlíku). Změny v anatomických vlastnostech povrchu listů a zvýšená akumulace škrobu v listech C3 plevelů mohou způsobit komplikace při regulaci plevelů. Vytrvalé druhy plevelů se mohou stát obtížně hubitelnými vzhledem k tomu, že zvýšená fotosyntéza stimuluje vyšší produkci rhizomů a dalších zásobních orgánů. V důsledku oteplování se mnohé plevelné druhy objevují v chladnějších polohách, zejména jednoděložné C4 a invazní teplomilné druhy. Hlavním faktorem, který

ovlivňuje geografické rozšíření plevelů a jejich sezónní růst, je teplota. Pro fotosyntézu C3 rostlin je optimální teplota přibližně 15–25 °C, pro C4 rostliny 25–40 °C. Šíření teplomilných plevelných druhů jako *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Datura stramonium* aj. pozorujeme i na našem území, v okolních státech i v celé Evropě již delší dobu. Všeobecně se předpokládá, že při globální změně klimatu se zvýší počet invazních druhů plevelů, tj. nepůvodních rostlin, které jsou k nám soustavně a opětovně zavlékány a mají schopnost trvalé reprodukce. Invazní druhy se vyznačují úspěšnou strategií v obsazování teritorií, mají vysokou vitalitu, schopnost odolávat stresům, vytvářejí velký počet semen, mnohé z nich jsou schopné se úspěšně rozmnožovat i vegetativně, mají silnou konkurenční schopnost (způsobují zastínění, odebírání vody a živin). K nejnebezpečnějším invazním druhům patří ty, jejichž konkurenční vlastnosti brání rozvoji domácích druhů. Nejznámější z nich jsou *Fallopia japonica*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Solidago gigantea*, *Heracleum mantegazzianum* a další. Postupným rozšiřováním a osídlováním stále větších ploch způsobují rozsáhlé změny v druhovém složení celých ekosystémů (SMUTNÝ a WINKLER, 2009; in ŽALUD et al., 2009)

Za jeden z projevů změny klimatu, pozorovatelný v posledních letech, odborníci považují změny průběhu meteorologických prvků ve vegetačním období. Ty lze charakterizovat kumulací srážek a jejich nerovnoměrným rozložením v průběhu roku, dále jsou velmi časté teplé a suché periody, přičemž vyšší teploty jsou pozorovány i v podzimních měsících. Tyto změny mají vliv na růst a reprodukci plevelných druhů v našich podmínkách. Vzhledem k vyšším teplotám v průběhu vegetace se k nám šíří plevele teplomilné, dříve se nevyskytující na našem území. Hranice jejich výskytu se stále posunuje severněji (např. *Echinochloa crus-galli*, *Kochia scoparia*, *Sorghum halapense* aj.). Na druhé straně vzhledem k poměrně velké členitosti našeho území, dochází k šíření teplomilných plevelných druhů uvnitř našeho státu z nížin do vyšších poloh. Zde je možné uvést rychlé rozšíření *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum* a *Datura stramonium* a celé řady dalších plevelných druhů (MIKULKA, KNEIFELOVÁ et al., 2005).

4.6 Vývoj a změny plevelných společenstev

Změny v plevelných společenstvech jsou úzce spojeny s vývojem zemědělských systémů (soustav). V přílohovém systému zaplevelovaly zorané plochy zejména původní plevelné druhy. Na víceletých přílozích nalézaly vhodné podmínky plevele, které dnes bývají častější v trvalých travních porostech.

Pro rozvoj polních plevelů byla významná soustava úhorová. Na dvouletých, event. dlouhodobějších úhorech, se rozmnožily víceleté druhy (zejména pýr plazivý) a na jednoletých úhorech druhy jednoleté (např. koukol polní).

Ve čtyřhonném systému bylo velmi dobré, biologicky vyvážené, střídání plodin v osevních postupech. V této době byl dostatek pracovních sil pro ruční práce v zemědělství, nářadí potřebné pro pěstování plodin mělo již dobrou kvalitu. Pozornost byla věnována čistotě osiv, zintenzivňovalo se hnojení. Za těchto podmínek významně kleslo, v porovnání s úhorovou soustavou, celkové zaplevelení. Spektrum plevelných druhů bylo ale velmi široké.

Po druhé světové válce došlo k významným sociálním změnám, v důsledku kterých nastal nedostatek pracovních sil v zemědělství. To se projevilo v menší úrovni pěstování plodin, zejména těch, které vyžadovaly mnoho ruční práce (např. se nezvládalo zaplevelení okopanin). S ohledem na danou situaci bylo třeba výrobu specializovat. Tím dochází ke zjednodušení osevních sledů. Mění se technologie pěstování plodin; obecně se rozšiřují sklízecí mlátičky, hledají se nové způsoby pěstování plodin, např. řepy. V pozdějším období se zvyšuje chemizace zemědělství (minerální hnojiva, pesticidy). V důsledku těchto změn klesá počet druhů tvořící zaplevelení polí, ale celkové zaplevelení vzrůstá.

V nemalé míře se uplatnily vlivy aplikací herbicidů. V období 1960-1970 se velmi výrazně projevily důsledky herbicidů na bázi MCPA a 2,4-D, v osmdesátých letech minulého století na bázi sulfonylmočovín. Dlouhodobé používání účinných herbicidů mělo za následek vznik druhově velmi chudých plevelných společenstev (MIKULKA, 1999).

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 principů a zásad 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.

Pokles biodiverzity je světovým problémem. Termín biodiverzita udává počet a rozmanitost druhů, nebo jiných systematických jednotek v ekosystému (CALOW, 1998). Vysoká diverzita zvyšuje odolnost společenstev i organismů vůči různým stresům (rezistence) a napomáhá návratu společenstev k původnímu stavu po následcích změněných podmínek (resilience). Existují informace, že v důsledku změn životních podmínek na Zemi se v současnosti počet rostlinných druhů snižuje velmi rychle. Ty mizí jednak přirozeným vývojem, ale tisíckrát rychleji zanikají v důsledku lidské činnosti, včetně změn klimatu.

Podle KROPÁČE (1966) bude docházet k dalšímu poklesu druhové pestrosti plevelných společenstev a významné zůstanou jen druhy, které se dokážou nejlépe přizpůsobit vznikajícím agroekologickým podmínkám. Asi za 50 let klesl výskyt některých plevelů tak, že je třeba hovořit o jejich ochraně. Tyto druhy jsou uvedeny v „Červeném seznamu cévnatých rostlin ČR“ (HOLUB, PROCHÁZKA, 2000).

5 REGULACE PLEVELŮ

Odstraňování nežádoucích rostlin ze stanoviště plodin bylo vždy jednou z nejdůležitějších prací zemědělců. V principu jde o stabilizaci iniciálního stadia fytoocenózy, zabránění sukcesí nežádoucích rostlinných druhů a tím změně společenství rostlin. Stanoviště, která vyhovují základním nárokům druhů patřících k polním plevelům, se v panenské přírodě vyskytovala zřídka a měla krátkodobé trvání. Byly to např. vysychající náplavy vodních toků, lokality po sesuvech půdy, okolí zvířecích doupat, stanoviště devastovaná hraboši apod. Na výše zmíněných, tj. vegetace prostých (nebo s méně souvislými porosty), osluněných stanovištích s poměrně nakypřenou půdou vzniklo výchozí, tj. iniciální stadium fytoocenózy. Bylo to na malých plochách po krátkou dobu. Vznikem polního hospodaření se na velkých plochách vytvořily podmínky pro vznik fytoocenózy charakterizující iniciální stadium.

Hubení plevelů má své počátky v době vzniku zemědělství a první údaje o této problematice jsou již z období starověku. V syrských pramenech (2 600-2 400 př. n. l.) je zdůrazňováno používat proti plevelům běžná agrotechnická opatření, tj. kypření půdy, čištění osiva, odstraňování plevelů z porostů a ničení jejich zbytků ohněm (HRON, 1972).

V historickém období našeho státu (nástup feudalizmu, rozvoj zemědělství, 10.–11. století n. l.) je problematika hubení plevelů spjata s rozvojem výroby v úhorové soustavě (HRON, 1972). V úhorové soustavě byly proto výhodné podmínky pro rozvoj druhů iniciálního stadia. Na dvouletých, event. dlouhodobějších úhorech, se rozmnožily víceleté druhy (zejména pýr plazivý) a na jednoletých úhorech druhy jednoleté (např. koukol polní). Existují práce dokumentující snahu jejich omezování. Např. se zdůrazňovalo čištění osiva (doklady z r. 1670), roku 1738 hrabě Sweerts–Sporck na svém panství nařizuje, aby se po každém orání vláčelo, pýr shrabával a spálil. Roku 1837 je zdůrazňována včasnost vykonání podmítky a přeorání proti plevelům. Velmi významné jsou práce F. Horského z roku 1861, který proti plevelům zdůrazňoval vliv střídání plodin, podmítku a hlubokou orbu před zimou.

Po druhé světové válce došlo k významným sociálním změnám, v důsledku kterých nastal nedostatek pracovních sil v zemědělství. To se projevilo v menší úrovni pěstování plodin, zejména těch, které vyžadovaly mnoho ruční práce (např. se nezvládalo zaplevelení okopanin). S ohledem na danou situaci bylo třeba výrobu specializovat. Tím dochází ke zjednodušení osevních sledů. Mění se technologie pěstování plodin; obecně se rozšiřují sklízecí mlátičky, hledají se nové způsoby pěstování plodin, např. řepy. V pozdějším období

se zvyšuje chemizace zemědělství (minerální hnojiva, pesticidy). V důsledku těchto změn klesá počet druhů tvořících zaplevelení polí, ale celkové zaplevelení vzrůstá.

Hubení plevelů dosáhlo u nás plného rozvoje teprve v soustavě střídavého plodin, tj. ve 2. polovině 19. století. Zavedení nových plodin do pěstitelské praxe umožnilo hospodaření při jejich vhodném zastoupení na orné půdě. Střídání plodin rozdílných biologických vlastností zabraňovalo přemnožení jednotlivých skupin plevelů. Ve zpracování půdy se uplatnily nové poznatky z půdoznalství, agrochemie, agrotechniky, mechanizace, a s tím je spjato zlepšení kvality obdělávání polí. Zpracování půdy se tak stalo významným preventivním i přímým plevelohubným opatřením. Změny nastaly na úseku šlechtění rostlin. Vznikaly výkonnější odrůdy, čímž se zvýšila konkurenční schopnost plodin proti plevelům. Dostatek pracovních sil pro ruční práce zajišťoval dobré odplevelování pěstovaných plodin.

Důsledným zaváděním osvědčených agrotechnických opatření a péčí o kulturní rostliny zaplevelení klesalo v porovnání s hospodařením v úhorové soustavě. Od roku 1920 do 1950 nebyla v našem zemědělském výzkumu věnována hlubší pozornost studiu problematiky plevelů. Do této doby zapadají souborné práce Eduarda Baudyše, Ctibora Blatného a Antonína Klečky (HRON, 1972). Z uvedeného vyplývá, že k problematice plevelů se nepřístupovalo s dostatečnou vážností. Nedocení tohoto nebezpečí se projevilo v kritickém zaplevelení v letech po druhé světové válce. V této době se začíná rozvíjet domácí plevelářský výzkum. Na tomto má velké zásluhy prof. Hron. Herbologii jakožto vědní obor v pozdější době rozvíjeli prof. Kohout v Praze a doc. Dvořák a prof. Krejčíř na brněnské škole.

Ze zhodnocení domácích a zahraničních poznatků na tomto úseku brzy vyplynulo, že problematiku polních plevelů lze úspěšně řešit pouze s využitím komplexu opatření a znalostí o biologických vlastnostech a ekologii plevelných druhů.

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, asi od roku 1970, 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 doposud 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.

5.1 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. Sem patří 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.

5.1.1 Vliv struktury plodin a jejich střídání

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 vzejití 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 *Apera spica-venti* a *Avena fatua*, z dvouděložných plevelů se často vyskytují *Veronica* sp., *Viola* sp., *Matricaria* sp., *Lamium* sp., *Galium aparine* a další. 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 plevele i mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy.

Konkrétní údaje o vlivu střídání plodin na půdní zásobu plevelných semen uvádějí DVOŘÁK a KREJČÍŘ (1980a). Na základě výsledků čtyřletého sledování zjistili, že při střídání stébelnatých plodin se širokolistými, u varianty bez aplikace herbicidů, došlo ke snížení zásoby semen v půdě o 11–28 %, přičemž současně v monokultuře pšenice ozimé se zaplevelení ornice průkazně zvýšilo o 17 %.

BÁRBERI a LO CASCIO (2001) konstatují, že zásoba semen plevelů v půdě je více ovlivněna systémem zpracování než osevními postupy. Podle BALLA (1992) je sled plodin významný především z důvodu vazby na herbicidy použité v jednotlivých plodinách.

5.1.2 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.

Různá intenzita zpracování půdy mění především vertikální rozmístění semen v půdě (COLBACH et al., 2000). To výsledně ovlivňuje podíl vyklíčených semen. Na půdách obdělávaných tradičními technologiemi 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.

NAKAMOTO et al. (2006) v podmínkách minimalizačního zpracování půdy zaznamenali vyšší respirační aktivitu mikroorganismů ve zpracovávané vrstvě. Odlišné rozmístění posklizňových zbytků případně zaorávané slámy při minimalizačním zpracování půdy patrně ovlivňuje i půdní mikroorganismy. Ty jsou podle DVOŘÁKA a SMUTNÉHO (2003) důležité

při tzv. samočištění půdy a způsobují odumírání semen a plodů plevelů v půdě. Právě vztah a působení těchto mikroorganismů na semena a plody jednotlivých druhů plevelů v půdě nebylo zatím zcela uspokojivě objasněno.

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).

V podmínkách půd obdělávaných tradičním způsobem, tedy s využitím orby, se více mění teplota a vlhkost půdy. Kromě toho je vyšší provzdušněnost, čímž jsou vytvořeny předpoklady pro vyšší mikrobiální aktivitu. V takových podmínkách ztrácejí semena plevelů životnost (klíčivost) mnohem rychleji než na půdách obhospodařovaných minimalizačním způsobem. Kromě toho může zemědělec této ztrátě klíčivosti napomáhat dalšími agrotechnickými zásahy. Například správným hnojením statkovými a minerálními hnojivy (úprava půdní reakce, zásoba hlavních živin, zvyšování obsahu humusu) se vytvářejí nejen vhodné podmínky pro růst plodin, ale i příznivé podmínky pro činnost a rozvoj půdních mikroorganismů. Tyto mikroorganismy rozkládají organické látky v půdě a tedy i semena plevelů. Ve vhodných podmínkách semena intenzivněji dýchají, čímž jsou oslabována (úbytek zásobních látek) a mikroorganismy snadněji rozrušována. Uvádí se, že samočisticí schopnost správně obhospodařovaných půd černozemního typu je vysoká a představuje snížení v průměru o 7 % z půdní zásoby plevelných semen ročně.

Způsob zpracování půdy ovlivňuje nejen distribuci semen plevelů v půdě, ale má také výrazný vliv na klíčení plevelů a jejich životnost v půdě. U tradičních technologií zpracování půdy dochází k promíchání orničního profilu a tím k mísení nově vytvořených semen se „starou“ půdní zásobou. Část semen se dostává do vrstvy, ze které není schopna vzejít, proto upadá do druhotné dormance. V dormantním stavu se nacházejí po dobu, než jsou vynesena zpět do vrstvy, z níž vzejdou. U většiny plevelných druhů se jedná o vrstvu 0–0,5 m. Pokud se tak nestane, mohou semena nebo plody odumřít.

Počet druhů plevelů klesá při používání minimalizačních technologií, ale celková početnost jedinců má rostoucí charakter (MIKULKA et al., 1999).

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 (*Cirsium arvense*, *Elytrigia repens*, *Artemisia vulgaris*, *Stachys palustris*, *Rorippa sylvestris*, *Sonchus arvensis*, *Bolboschoenus planiculmis* a *Bolboschoenus laticarpus*).

5.1.3 Vliv používání herbicidů

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 plevele, 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 (1980a).

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

5.1.4 Vliv interakce více faktorů

Výsledky více prací ukázaly, že potenciální zaplevelení není většinou ovlivněno jen jedním faktorem, ale vlivem spolupůsobení (interakcí) více faktorů současně. Z praktického hlediska lze hovořit o vlivu pěstební technologie, v níž se prolínají různé agrotechnické zásahy. MENALLED et al. (2001) zjistili, že pěstební technologie ovlivňují pokryvnost, početnost a druhovou pestrost plevelů a tím mají vliv na potenciální zaplevelení. Z jejich výsledků vyplývá, že nadzemní biomasa, druhová pestrost a počet plevelů byly nejvyšší u tradičního systému zpracování půdy (s orbou a vysokou intenzitou vstupů), nižší v bezorebném systému s vysokou intenzitou vstupů a nejnižší s nízkými vstupy a při

ekologickém způsobu hospodaření. CARDINA et al. (2002) uvádějí, že vliv osevního postupu na změnu počtu semen je významnější než způsob zpracování půdy, přičemž počet semen v půdě byl nejvyšší v systému bez orby. Kromě toho však byl zjištěn průkazný vliv interakce zpracování půdy a osevního postupu. Nejvíce semen bylo zjištěno v systému bez orby v monokultuře kukuřice. Naopak FLEIX a OWEN (1999) neprokázali vliv ani jednoho z předchozích faktorů. Zjistili však, že počet semen a druhová pestrost je vyšší u varianty bez aplikace herbicidů.

Interakci vlivů střídání plodin a chemické regulace plevelů sledovali v osmiletém pokusu FORCELLA a LINDSTROM (1988). Zjistili, že úroveň potenciálního zaplevelení byla při střídání kukuřice a sóji o 25 % nižší než v monokultuře kukuřice, ačkoliv herbicidy byly používány stejně na obou variantách. DVOŘÁK a KREJČÍŘ (1980b) během čtyř let sledovali vliv střídání plodin a aplikací herbicidů na narušení semen plevelů v ornici. Sledování vlivu střídání plodin na zaplevelení půdy byla realizována také v rámci dlouhodobého pokusu s rozdílnou koncentrací jarního ječmene v Žabčicích (DVOŘÁK, 1988b).

Regulační účinek osevního postupu na jednoleté plevele plně nenahrazuje chemická regulace (DVOŘÁK a KREJČÍŘ, 1981). V pokusu, kde na části honu ozimé pšenice byly aplikovány herbicidy a na druhé části nikoliv, bylo zjištěno, že střídání plodin v osevním postupu se zastoupením do 60-ti % obilnin bylo účinné při potlačování jednoletých plevelů. Herbicidy odplevelující účinek střídání plodin podpořily. I při vysoké intenzitě chemické regulace plevelů nebyl ale vliv střídání plodin eliminován.

Rovněž TYŠER (2002b) uvádí, že intenzita herbicidní ochrany může sice modifikovat změny v zaplevelení způsobené střídáním plodin, základní trend však zůstává zachován.

5.2 Přímé plevelohubné zásahy

Do skupiny přímých metod regulace patří zásahy mechanické, fyzikální, biologické a chemické způsoby regulace plevelů.

5.2.1 Mechanické metody

Do mechanických způsobů regulace patří obecně problematika technologie zpracování půdy. Působení systémů základního zpracování půdy lišících se principy a intenzitou již byla popsána v předchozím textu. Jde o vliv různého zpracování půdy na půdní prostředí, což má vliv na vzcházení a další růst plevelů a plodiny. Kromě toho jde však i o efekty patřící do problematiky přímé regulace. V tomto smyslu jde o význam **podmítky** ve vztahu ke klíčení a

vycházení plevelů, ale i při regulaci vytrvalých, vegetativně se rozmnožujících plevelů. Z hlediska regulace vytrvalých plevelů je velmi významná podmínka, kterou dochází k poškození orgánů vegetativního rozmnožování, v kombinaci s kvalitně provedenou orbou. Hluboko kořenicí vytrvalé plevele (např. *Cirsium arvense*, *Elytrigia repens* či *Egisetum arvense*) bývají pravidelnou hlubokou orbou poškozovány, ale pouze samotné hluboké zpracování půdy není schopné jejich výskyt na stanovišti výrazně omezit. **Orba** v návaznosti na podmínku je považována za základní plevelohubné opatření používané v ekologickém zemědělství. Dalším plevelohubným opatřením mechanického charakteru je příprava půdy před setím a sázením, kde je prostor k likvidaci přítomných plevelů. Poslední možností z hlediska chronologického jsou mechanické zásahy v průběhu vegetace, kdy je třeba zohlednit přítomnost plodiny. Příkladem je vláčení prutovými branami v obilninách či plečkování širokořádkových plodin. **Vláčení porostů** je velmi radikální způsob boje s mělkokořenicími, zejména jarními pleveli, nejlépe ve stádiu děložních listů až malé listové růžice. Za předpokladu vhodně voleného termínu jarního vláčení, nejlépe lehkými síťovými branami, je možné účinně spojit agrotechnicky účelné ošetření obilnin (podpořit rozvoj odnožování) a současně hubit plevele. Vláčí se po vytvoření 3. listu obilniny. Běžně je možno snížit zaplevelení obilnin uvláčením o 40-65 %. Uplatní se vytržení a zahrnutí klíčících plevelných rostlin (malé růžice); u drobnosemenných druhů stačí zahrnutí vrstvou 0,005 m, u velkosemenných 0,02 m. Po vláčení vyrostle často na témže místě až několikanásobek původního počtu plevelů. Tyto rostliny lze následovně ničit chemicky.

Podobně je možné využít bran i pro ničení plevelů v okopaninách (např. u brambor až do výšky 0,10 m, v kukuřici, kde se velmi dobře uplatňuje i opakované vláčení až do výšky porostu 0,15-0,20 m). Vláčení je též možno využít i před vzejitím hlouběji setých plodin.

U širokořádkových porostů se uplatňuje **plečkování**, které je důležitým opatřením zvláště v počátečním období vývinu plodin. Opakuje se v porostu vždy, jakmile se vytvoří škraloup, případně se objeví nové listové růžice plevelů, až do zapojení porostu. Meziřádková kultivace se v souvislosti s novými technologiemi a chemickým hubením plevelů u mnohých plodin omezuje.

Patří sem **vytrhávání plevelů** neboli pletí, které se používá např. při ošetřování semenářských ploch. Z ručních zásahů je třeba vzpomenout **vypichování listových růžic**, které bylo dříve používáno zejména proti pcháči (nutno provést do hloubky 0,08-0,12 m s částí vertikálních výběžků).

5.2.2 Fyzikální metody

Ze skupiny fyzikálních metod můžeme uvést využití elektromagnetického záření, vysoké a nízké teploty. Většinou se jedná o způsoby, které jsou předmětem výzkumu. Příkladem praktického uplatnění je využití tzv. plamenové plečky, kdy je využita vysoká teplota ke zničení rostlinných pletiv. Rozšíření tohoto postupu je limitováno vysokými náklady. Specifickým postupem je také propařování půdy nebo využití tzv. solarizace, při níž se půda pokrývá černou fólií, což vede k jejímu zahřátí a ničení semen plevelů, ale i houbových patogenů v půdě či škůdců. Do této skupiny metod můžeme zařadit **mulčování**, jehož princip spočívá v nastýlání povrchu půdy kompostem, rašelinou, slámou i jinými organickými hmotami. V dnešní době je rozšířeno použití černé netkané textilie, která je propustná pro vodu, ale ne pro světlo. Mulčování má své uplatnění při pěstování některých druhů zeleniny či okrasných rostlin.

5.2.3 Biologické metody

Biologická regulace je založena na použití biopesticidů, jež lze definovat jako biologické přípravky založené buď na bázi mikroorganismů a virů, tzv. mikrobiální přípravky, nebo se jedná o bioagens, tzn. přípravky na bázi makroorganismů s obsahem živých predátorů, parazitů nebo parazitoidů.

5.2.4 Chemické metody

Chemická regulace je založená na použití herbicidů, což jsou látky s fytotoxickým účinkem. **Herbicidy** jsou chemické látky určené k regulaci plevelů a nežádoucí vegetace. Herbicidy patří mezi pesticidy, tj. chemické prostředky sloužící v zemědělství k hubení živých (biotických) škodlivých činitelů pěstovaných rostlin. Používány a distribuovány mohou být na území našeho státu pouze herbicidní přípravky, které jsou registrovány v ČR, jsou uvedeny v „*Seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin*“ vydávaném každoročně Ústředním kontrolním a zkušební ústav zemědělský (ÚKZUZ). Na webových stránkách Ministerstva zemědělství (www.eagri.cz) v sekci „Přípravky na ochranu rostlin“ je tento dokument ke stažení. V sekci „Registr přípravků na ochranu rostlin“ je možné on-line získávat informace v aktuální databázi.

Hlavní výhodou používání herbicidů je zjednodušení pěstitelské technologie a umožnění velkoplošného pěstování plodin a kultur bez použití ruční práce a mechanických zásahů, s čímž souvisí i úspora pracovních sil a nákladů na pěstování. Dále dochází ke zvýšení výnosů

a může dojít i ke zvýšení kvality produkce. Důležitým přínosem je také ulehčení práce strojů, omezení sklizňových ztrát, jednodušší dozrávání porostů atd. (TÓTH, 2002).

Na druhé straně je však používání těchto látek spojeno s možným vznikem rezistence a problémy spojenými s kontaminací půdy, vody a potravin rezidui herbicidů. Poměrně široká nabídka herbicidů umožňuje zemědělcům zvolit si v požadované době vhodný herbicid na konkrétní plevel v dané plodině. V současné zemědělské praxi převažuje celoplošná aplikace herbicidů, kdy výběr herbicidu je proveden na základě zhodnocení výskytu plevelů na pozemku, v dávce, která je registrována a samozřejmě za dodržení vhodných aplikačních podmínek a dalších pravidel odpovídajících zásadám pro bezpečné zacházení s pesticidy.

V dosavadním hospodaření se přistupovalo diferencovaně pouze k jednotlivým pozemkům jako nejmenším částem systému. Precizní zemědělství svou podstatou, naproti tomu, vychází z prostorové heterogenity uvnitř pozemků a časové dynamiky procesů tvorby výnosu polních plodin. Vývoj aplikační techniky, možnost využití signálu GPS k navigaci a rychlý pokrok v elektronice otevírají možnosti pro lokální aplikaci pesticidů v závislosti na konkrétních podmínkách a výskytu škodlivých organismů. To umožňuje snížit náklady na produkci a také omezit riziko znečištění životního prostředí agrochemikáliemi (HAMOUZ a SOUKUP, 2005).

Z řady vědeckých prací vyplývá, že výskyt plevelů je i v rámci jednoho pozemku velmi nerovnoměrný (např. NORDMEYER a HÄUSLER, 2000). Lokálně-specifická regulace zaplevelení založená na principu precizního zemědělství předpokládá, že v místech s nulovým nebo podprahovým výskytem plevelů bude aplikace přípravku vynechána a na ošetřovaných částech bude dávka přizpůsobena stupni zaplevelení (SÖKEFELD et al., 2000; GERHARDS et al., 2000).

5.2.4.1 Charakteristika herbicidů

Herbicide jsou sloučeniny s fytotoxickými účinky, které se využívají při omezování nežádoucí vegetace. V užším slova smyslu je herbicidem sloučenina, která je nositelem fytotoxických účinků, a která je proto považována za **účinnou látku**. Tyto látky mají často velmi složité chemické označení. Příslušné chemické označení zjednodušeně nahrazuje „název účinné látky“, tj. common name, který je shodný v různých zemích, na rozdíl od obchodního názvu přípravku, který může být v různých zemích odlišný. Každá účinná látka je charakterizována určitým mechanismem účinku. Účinné látky se stejným mechanismem účinku jsou řazeny do skupin (www.hracglobal.com). Tyto informace jsou důležité pro střídání účinných látek s odlišným mechanismem účinku, což je základní princip

tzv. antirezistentní strategie, tzn. přístup agronomické kázně, který eliminuje vznik rezistentních populací plevelů. Vyskytnou-li se rezistentní populace plevelů k určité účinné látce, či skupině účinných látek, znamená to, že tyto účinné látky vykazují nulovou herbicidní účinnost. V takovém případě musíme hledat jiné herbicidní řešení s jiným mechanismem účinku. Účinek herbicidů je způsoben poškozením pletiv nebo blokadí některých životně důležitých biochemických pochodů v rostlině. Projevy účinků herbicidů na plevelných rostlinách označujeme jako biologickou (herbicidní) účinnost, poškození plodin herbicidem zpravidla označujeme jako **fytotoxicitu**.

V širším slova smyslu považujeme za herbicid **přípravek**, ve kterém je kromě **účinné látky** (nebo několika účinných látek) zabudována řada dalších složek. Jsou to **plnidla**, **emulgátory**, **ředidla** a případně **barviva**. Tyto látky zajišťují stabilitu, skladovatelnost a ředitelnost přípravku. Barvivo někdy signalizuje nebezpečné vlastnosti přípravku. Pro účinnost přípravků jsou velmi důležité **adjuvanty** (z lat. adjuvans, adjutor = pomocník, podporovatel). Jsou to všechny ingredience, které zesilují a zlepšují (např. činí bezpečnější) působení účinných látek a zkvalitňují manipulaci s herbicidy. Bývají buď součástí přípravku, nebo se před aplikací s přípravkem mísí v nádrži postřikovače (tzv., „tank – mix“, TM). K adjuvantům patří předně látky, které pozměňují **biologickou aktivitu** ošetřovaných rostlin. Uvnitř cílových organismů, tj. plevelů, aktivují některé životní projevy (pohyb plazmy v buňkách, růst apod.). Zvyšuje se tím příjem a působení účinné látky. Početnou skupinu adjuvantů dále tvoří **surfaktanty** (surface active ingredients), které zvyšují biologickou účinnost pesticidních přípravků tím, že např. zlepší smáčitelnost ošetřeného povrchu, adhezi kapek pesticidů, prodlouží dobu vysychání kapének postřikové kapaliny (jíchy), zvýší odolnost proti smytí deštěm aj. Aplikační dávku pesticidu lze při použití vhodných adjuvantů i snížit. Některé přípravky obsahují tzv. **safenery**, tj. látky, které zvyšují selektivitu účinné látky vůči ošetřované plodině. Kombinace s vhodným safenerem umožňuje rozšířit použitelnost určité účinné látky ve více plodinách. Látku, která snižuje nebo ruší škodlivý účinek herbicidu (fytotoxicitu na plodiny), označujeme také jako **antidot** (antidotum, látka používaná k zrušení jedovatého účinku).

Herbicidní přípravky jsou ve formě kapaliny, prášků nebo granulí. Předností kapalných forem jsou snadnější ředění, dávkování a zpravidla výhodnější výroba. Nevýhodou je vysoká náročnost na obaly, na skladování (nepromrzající sklady), větší nebezpečí akutních orálních otrav. Vlastnosti práškových forem jsou prakticky v opačném poměru, tj. menší náročnost na obaly, zpravidla nevýhodnější výroba atd. Práškové formulace herbicidů jsou nyní méně používané. Často jsou používány granule dispergovatelné ve vodě.

5.2.4.2 Rozdělení herbicidů

Z hlediska praktického lze herbicidy rozdělit na selektivní a neselektivní.

- **Selektivní herbicidy** jsou takové sloučeniny, jimiž jsou při vhodném použití ničeny určité druhy plevelů nebo jejich biologické skupiny (např. dvouděložné rostliny), aniž je poškozena kulturní rostlina, v jejímž porostu byl herbicid aplikován. Selektivní působení nastává při správném použití určitého herbicidu a je výslednicí spolupůsobení souboru faktorů, u nichž hlavní jsou typ, případně druh, vývojový stav a specifické vlastnosti jak pěstované plodiny, tak i plevelů. Dále se uplatňují v rozhodující míře dávka použité látky, způsob aplikace a počasí.
- **Neselektivní (totální) herbicidy** ničí všechny rostliny bez rozdílu a proto se jich zpravidla používá k hubení veškeré vegetace.

Podle převažujícího způsobu účinku můžeme herbicidy rozdělit na:

1. **Kontaktní (dotykové) herbicidy** - působí dotykem s rostlinným pletivem. Zasažené pletivo odumře, takže herbicid nemůže být dále rozváděn v rostlině. Zničeny jsou jen ty části, které byly skutečně zasaženy. Mimo uvedené účinky každý současný herbicid tohoto typu ovlivňuje také částečně fyziologické pochody v zasažené rostlině a je v omezené míře rozváděn vodivými pletivy.

Mechanismus herbicidního efektu kontaktních herbicidů spočívá zejména ve srážení bílkovin (působí jako plazmatické jedy) a v dehydrataci pletiv.

2. **Systémové (translokační) herbicidy** jsou rostlinou absorbovány a v rostlinném těle dále rozváděny i do těch částí, které nebyly látkou přímo zasaženy. Translokace se může dít **floémem** (z listů do podzemních částí) nebo **xylémem** (z kořenů do nadzemních částí rostliny). Tyto herbicidy mohou ničit i vytrvalé plevele.

Mechanismus účinku translokačních herbicidů spočívá ve stimulaci růstu a vytváření neuspořádaných partií pletiv, nebo v inhibici fotosyntézy, v inhibici nebo stimulaci dýchání, v inhibici růstu aj.

Podle toho, na které orgány rostlin se herbicid použije, se rozeznává:

1. **Listová aplikace** - ošetření rostlin se děje během jejich vegetace. Patří sem kontaktní a systémové herbicidy rozváděné floémem (lýková část cévního svazku).
2. **Kořenová aplikace** přípravku se aplikuje na půdu a herbicidní látka je přijímána kořeny (látka se šíří xylémem, tj. dřevní částí cévního svazku). V literatuře bývají herbicidy ke kořenové aplikaci někdy označovány jako půdní sterilizátory.

Podle **doby aplikace** herbicidů se rozeznává:

1. **Předset'ová aplikace** - herbicidem se ošetří připravená nebo i nepřípravená půda před setím nebo sázením plodin. Důležité je následné zapravení herbicidu do půdy předset'ovou přípravou půdy.
2. **Preemergentní aplikace** - herbicid se použije po zasetí, ale před vzejitím plodin a plevelů.
3. **Postemergentní aplikace** - herbicid se použije po vzejití plodiny v různé růstové fázi.

5.2.5 Principy regulace plevelů v hlavních polních plodinách

Níže uvedená kapitola je zpracována s využitím informací Rostlinolékařského portálu (dostupný na www.eagri.cz). Uvedeny jsou pouze vybrané (hlavní) polní plodiny. Regulace plevelů v ostatních polních plodinách, ale i zelenině a trvalých kulturách je náplní předmětu „Regulace plevelů“.

Využití herbicidů k regulaci plevelů je v současné době standardní součástí pěstitelských technologií v souladu s principy integrované ochrany rostlin. Proto je třeba chemickou regulaci plevelů chápat jako **součást komplexní regulace plevelů**, a nelze je v žádném případě považovat za „všelék“, který sám vyřeší problém zaplevelení na orné půdě. Úspěšné řešení výskytu plevelů spočívá v kombinaci preventivních opatření a využití všech dostupných přímých metod. Přímá návratnost nákladů vynaložených na aplikaci herbicidů (náklad spojený s ošetřením je kompenzován zvýšením výnosu) bezprostředně souvisí se stanovením tzv. „**prahového zaplevelení**“. Přes četné snahy stanovit stupeň zaplevelení, při kterém je aplikace herbicidů rentabilní, není tento problém uspokojivě vyřešen. Důvodem je skutečnost, že v porostu se většinou vyskytuje více druhů plevelů s různým početním výskytem, jejichž výslednou škodlivost je obtížné kvantifikovat. Nutno také brát v úvahu, že aplikace herbicidů není odplevelujícím opatřením jen z hlediska momentálního efektu v roce použití, ale i z hlediska snížení zaplevelení následných plodin (potenciálního a následně i akutního).

I přes výše uvedené skutečnosti, na základě znalostí biologie jednotlivých plevelných druhů, jsou snahy o stanovení prahu škodlivosti, který je např. pro obilniny charakterizován u vybraných plevelů následujícími počty na 1 m²: svízel přítula 0,1–0,5 rostlin.m⁻², ostatní dvouděložné plevele 10–30 rostlin.m⁻², jednoděložné druhy 10–20 rostlin.m⁻². Vytrvalé plevele pcháč rolní a pýr plazivý svým konkurenčním působením i několikanásobně převyšují jednoleté plevele a práh škodlivosti se pohybuje v rozsahu 0,1–0,2 rostlin.m⁻². V jarních obilninách patří k nejvýznamnějším konkurentům oves hluchý, opletka obecná,

konopice polní, merlík bílý a zvrhlý a pcháč rolní. Významným konkurentem se mohou stát i ozimé plevely, jako heřmánkovec nevonný či svízel, pokud se jedná o rostliny vzešlé v průběhu podzimu či zimy a tyto nebyly zničeny jarní přípravou půdy.

U každé plodiny bychom měli zajistit tzv. „kritické bezplevelné období“. Jedná se o časově vymezenou dobu, kdy přítomnost plevelů v porostu vytváří silný konkurenční tlak vůči plodině a má tak negativní vliv na její výnos (JURSÍK et al., 2011). Ke konkurenci dochází většinou až v průběhu postupného růstu jak plodin, tak plevelů, kdy se projeví nedostatek některého ze základních faktorů. Jako příklad můžeme uvést ozimé obilniny, u kterých nastává kritická perioda na počátku odnožování. Je ukončena v okamžiku, kdy jsou plodiny natolik vzrostlé, že právě vzcházející plevely nejsou schopné kompetitivního působení. Odplevelovací zásah by měl být prováděn ještě před tím, než nastává kritická období, aby nedošlo k poškození plodin.

U každé plodiny můžeme z hlediska uplatnění herbicidů a jejich účinnosti rozdělit plevely na citlivé, méně citlivé a odolné. Vhodný herbicid volíme na základě druhového spektra plevelů, vyskytujících se v konkrétní plodině. Jednotlivé druhy plevelů je zapotřebí správně určit, a to nejlépe v počátečních fázích jejich růstu, případně znát historii daného pozemku a plevely, které se na něm vyskytují. Výsledkem je pak jedno nebo více ošetření, kdy aplikujeme jeden herbicid nebo jde o kombinaci dvou různých herbicidů (výjimečně více). Existují tři možné termíny aplikace herbicidů (preemergentní, časně postemergentní a postemergentní), při nichž je nutné brát ohled na půdně-klimatické podmínky a zejména počasí daného roku. Za určitých podmínek (např.: dešťové srážky, vzdušná vlhkost, teplota vzduchu, sluneční svit, vítr) totiž některé herbicidy vykazují odlišnou účinnost na plevely, a proto je třeba i tímto se řídit. Další faktor, který je zapotřebí zohlednit při výběru herbicidu, je co nejméně nepříznivý dopad přípravku na plodinu (bez projevu fytotoxicity), dále na člověka, ostatní živé organismy a životní prostředí. Nejlépe tak můžeme učinit při výběru využitím tzv. semaforu na internetových stránkách rostlinolékařského portálu. V neposlední řadě vybíráme herbicidy dle příznivé ceny a velikosti balení přípravků. Abychom postupovali v souladu s legislativou, je třeba nepřekročit doporučenou dávku přípravku na hektar, v některých případech se můžeme rozhodnout v rámci doporučeného rozpětí. Je také třeba dodržovat principy antirezistentní strategie, kdy při opakovaném používání stejných přípravků je riziko vzniku rezistence, proto je třeba střídát přípravky s různým mechanismem působení.

Použití herbicidů v hustě setých obilninách

Druhové spektrum plevelů v ozimých i jarních hustě setých obilninách bývá velmi různorodé. Z praktického hlediska je třeba zaměřit pozornost na níže uvedené plevele či skupiny:

- a) chundelka metlice,
- b) svízel přítula,
- c) citlivé dvouděložné plevele,
- d) odolné dvouděložné plevele,
- e) pcháč rolní,
- f) oves hluchý,
- g) pýr plazivý.

Chundelka metlice - prakticky je možno volit od preemergentních aplikací přes časné postemergentní, podzimní postemergentní a jarní postemergentní aplikace. U preemergentních aplikací se jedná o přípravky na bázi pendimethalinu, kombinace diflufenican + isoproturon a chlortoluronu, flufenacet, flumioxazin, prosulfocarb. Časné postemergentní aplikace využívají stejných účinných látek. Postemergentní aplikace na podzim a na jaře jsou reprezentovány v převážné míře herbicidy na bázi sulfonylmočovín, přičemž jen část sulfonylmočovín dosahuje spolehlivého účinku na chundelku v pokročilé fázi odnožování a sloupkování (iodosulfuron, sulfosulfuron, mesosulfuron-methyl). Pro postemergentní aplikace jsou rovněž využívány specifické přípravky určené téměř výhradně pro řešení trávovitých plevelů nebo přípravky na bázi chlorotoluronu a isoproturonu.

Svízel přítula - proti svízeli účinkuje celá řada přípravků používaných na podzim preemergentně i postemergentně. Problémem podzimních aplikací je etapovitě vzcházení svízele z větších hloubek, přičemž tato skutečnost výrazně omezuje reziduální působení herbicidů přes půdu. Pro jarní aplikace jsou pak využívány přípravky s širším spektrem účinnosti nebo přípravky speciální využívané do kombinací nebo pro opravná opatření po podzimních ošetřeních. Jedná se o přípravky na bázi fluroxypyru nebo MCPP.

Citlivé dvouděložné plevele - jedná se především o skupinu brukvovitých plevelů, ptačinec, mák vlčí a heřmánkovité druhy. Obecně velmi dobrou účinností proti většině těchto druhů se vyznačují přípravky na bázi sulfonylmočovín a triazolpyrimidinů. Rozhodující část plevelů

této skupiny je významně omezována působením růstových látek, jako je např. MCPA, 2,4 D, dicamba apod.

Odolné dvouděložné plevely - do této skupiny řadíme především violky, rozrazil, částečně také hluchavky. Tato skupina se v posledních letech rozšiřuje o některé druhy, které se v porostech obilnin rozšiřují, jako jsou zemědým, kakost maličká apod. Spolehlivých účinků je ve většině případů proti těmto druhům dosahováno pouze v časných růstových fázích. Ke spolehlivým variantám patří preemergentní a především časně postemergentní aplikace přípravků na bázi pendimethalinu nebo diflufenicanu. Velmi dobré účinnosti je obvykle dosahováno použitím kontaktních herbicidů (např. carfentrazone-ethyl) v časných růstových fázích (do 2–4 listů). V pokročilejších růstových fázích se proti některým odolným druhům dobře uplatňují růstové látky typu MCPP apod. v kombinacích s kontaktními herbicidy. Sulfonylmočoviny obecně vykazují nižší účinnost proti těmto druhům, avšak i zde se vyskytují výjimky, přičemž velmi dobrých výsledků je dosahováno s přípravky na bázi iodosulfuronu nebo metsulfuronu.

Pcháč oset - vzhledem k nutnosti dosažení hloubkového účinku na kořenové výběžky je nutné postupovat v ochraně systémově a ošetření provádět v době nejvyšší citlivosti, kterou je první polovina prodlužovacího růstu pcháče. Pro ochranu proti pcháči proto využíváme obvykle dvou zásahů, přičemž první je prováděn v době odnožování a řeší omezení konkurence časně vzcházejících rostlin pcháče. Druhý zásah je prováděn v době citlivé růstové fáze, která pak obvykle spadá do druhé poloviny sloupkování obilniny. Pro první termín ošetření se obvykle používají širokospektrální přípravky, které mimo jiné zajišťují účinnost i proti pcháči. Pro druhé speciální ošetření je vhodné využívat přípravky s vysokým hloubkovým účinkem na kořenové výběžky, přičemž nejlepších výsledků je dosahováno s růstovými látkami na bázi MCPA, 2,4 D, clopyralid a některými sulfonylmočoviny (např. metsulfuron-methyl).

Oves hluchý - vysoké škodlivosti i rozšíření dosahuje oves hluchý především v jarních obilninách. V ochraně proti ovsu se v těchto případech využívají účinné látky fenoxaprop-ethyl, tralkoxydim a pinoxaden. V ozimých obilninách je výskyt obvykle nižší a nižší je také konkurenční schopnost ovsa. V takovém případě může být dobrých výsledků dosaženo i s použitím plných dávek přípravků na bázi iodosulfuronu nebo mesosulfuron-methylu.

Pýr plazivý - hloubkového účinku na vegetativní rozmnožovací orgány pýru je možné dosáhnout pouze aplikacemi neselektivních herbicidů (glyfosát, sulfosát) v meziorostním období nebo jejich předsklizňovými aplikacemi. Předsklizňové aplikace se provádějí 10–14 dní před očekávaným termínem sklizně, přičemž zrno by mělo mít vlhkost pod 30 %. Omezení konkurenčního působení pýru ještě v dané sezoně je pak možné u ozimé pšenice s použitím speciálních přípravků.

Použití herbicidů v kukuřici

Kukuřice je při současné technologii pěstování zpravidla širokořádkovou plodinou, proto je velmi náchylná k zaplevelení. Jako teplomilná plodina byla dříve při klasickém způsobu přípravy půdy a tradičně poněkud pozdějším setí zaplevelována hlavně tzv. pozdními jarními plevely (laskavce, merlíky, lebedy, ježatka apod.). Jsou velmi často doprovázeny vytrvalými, přezimujícími nebo stále vzcházejícími druhy. Na řadě pozemků jsou nejvýznamnějšími plevely vytrvalé druhy s velmi vysokou konkurenční schopností a odolností, na které se při rozhodování o způsobu regulace musíme zaměřit v první řadě. Jedná se hlavně o pýr plazivý a pcháč oset, ale někde i svlačec apod., které je při velmi silném výskytu často vhodné regulovat preventivně již před založením porostu.

V současné době je snaha vysévat kukuřici dříve pro dosažení lepšího zakořenění a startu porostu - jednak kvůli tendenci oteplování, a také snaze o lepší využití jarní vláhy a příhodných půdních podmínek. Na druhé je převaha ozimých plodin (s nimi ozimých plevelů) a velmi rozsáhlé uplatňování minimalizačních, případně tzv. půdoochranných technologií, u kterých dochází k redukci zpracování půdy, případně až setí do nezpracované půdy, což často vede k vyššímu výskytu vytrvalých plevelů. Plevelné spektrum se tak stává variabilnějším a zahrnuje více možností vývoje. Často se situace díky těmto novým technologiím a jejich výhodnosti pouze pro určité plevelné druhy může relativně zjednodušit, když dochází k přemnožení pouze u několika málo druhů. Celkově je však třeba mít pro kukuřici připraveny různé variabilní strategie integrované regulace podle výskytu určitých skupin plevelů, které je třeba jednak uplatňovat preventivně a následně pomocí kultivace v porostu a řady různých možností herbicidní ochrany.

Hlavní otázkou strategie regulace plevelů v kukuřici je posouzení výskytu a intenzity aktuálního zaplevelení vytrvalými plevely, nejčastěji pýrem plazivým a pcháčem rolním (ošetem) a dále je třeba předběžně v rámci předplodin vyhledat z evidence zaplevelení nebo si

vzpomenout také na výskyt dalších druhů, které mají velmi vysokou konkurenční schopnost (např. ježatka, oves hluchý, laskavce, merlíky, rdesna, svízel, heřmánkovité, durman apod.). Při volbě herbicidu bychom měli zohlednit výskyt a růstovou fázi ježatky kuří nohy, ale i přítomnost dvouděložných druhů. Z hlediska termínu můžeme zvolit aplikaci preemergentní či postemergentní (do růstové fáze 4.-6. listu).

Použití herbicidů v olejninách

a) řepce ozimé

Většina herbicidních aplikací se provádí preemergentně po zasetí řepky. Hlavním důvodem je to, že většina v řepce herbicidně účinných látek působí přes půdu. Používají se kombinace účinných látek, a to formou tank-mixu nebo směsných přípravků (s více účinnými látkami). Preemergentní aplikace může být doplněna časně postemergentní aplikací na podzim. Možnosti jarního ošetření ozimé řepky proti dvouděložným plevelům jsou velmi omezené a mají charakter spíše opravného zásahu. K ošetření ozimé řepky proti jednoděložným druhům (výdrolu a pýru) je k dispozici řada přípravků. Ošetření je nutné udělat co nejdříve na podzim, aby nedošlo k projevu konkurence.

b) máku setém

Mák je na zaplevelení velmi citlivý a některé problematické druhy prakticky nejde v máku vyhubit (mák vlčí). Základním ošetřením je preemergentní aplikace, v současné době převažuje použití účinné látky mesotrione. Za suchého počasí může být jejich účinnost snížena. Aplikace preemergentních herbicidů může být pro mák fytotoxická, pokud dojde k jejich splavení do kořenové zóny máku vlivem nadbytku srážek. Toto riziko se výrazně zvyšuje na extrémně lehkých půdách. Aplikace preemergentních herbicidů potlačí problematické druhy plevelů (brukvovité a heřmánkovité druhy, svízel, merlíky) a pokud jsou podmínky pro účinek preemergentních herbicidů příznivé, lze postemergentní herbicidy v případě nutnosti (deštivé počasí) aplikovat i o něco později. Nelze-li preemergentní herbicidy z nějakého důvodu použít, je nutno aplikovat postemergentní herbicidy ihned, jakmile mák dosáhne potřebné růstové fáze a bude mít dostatečnou voskovou vrstvu. Aplikace musí být provedena co nejdříve, protože plevele, hlavně merlíky, mají v této době rychlý růst a velmi rychle dorostou do velikosti, kdy už na ně herbicidy nedostatečně účinkují.

Použití herbicidů v luskovinách (hrách setý)

V systémech regulace plevelů hrachu se používají nejvhodnější specifické herbicidy podle očekávaného či převažujícího výskytu určitých druhů plevelů. Pro herbicidní ochranu proti dvouděložným plevelům v hrachu se nabízí možnost použití herbicidů jak pro prešet'ové, tak především pro preemergentní a postemergentní ošetření. Předšet'ové nebo preemergentní ošetření by mělo být aplikováno hlavně tam, kde očekáváme intenzivnější zaplevelení. V případě vynechání předchozího zásahu, popř. jako opravu lze využít časně postemergentní ošetření, tj. v době kdy většina plevelů je již vzešlá nebo vzchází a hrách je vysoký 3–5 cm. Při této aplikaci je zaznamenávána velmi dobrá biologická účinnost na plevele při vysoké selektivitě použitých herbicidů vůči rostlinám hrachu.

Použití herbicidů v okopaninách

a) cukrové řepě

Cukrová řepa je plodina, která se z pohledu konkurenční schopnosti vůči plevelům jeví jako málo konkurenceschopná. To platí po poměrně dlouhou dobu od zasetí po uzavření řádků (asi 2 měsíce). V této době je nutné ošetřovat cukrovku proti plevelům, což se dnes děje, téměř výhradně s pomocí herbicidů nebo kombinací plečkování a páskových aplikací herbicidů.

Ochrana cukrovky proti dvouděložným plevelům je dnes založena na sledu aplikací herbicidů. Ochrana proti jednoděložným plevelům je většinou prováděna v jiných termínech než aplikace proti dvouděložným plevelům.

Podle druhového spektra plevelů volíme vhodný herbicid, který zpravidla obsahuje více účinných látek. Další možností je míchání dvou nebo více herbicidů s jednou účinnou látkou v tzv. tank-mixu. Aplikace herbicidů je prováděna v několika termínech, zpravidla s cca 10-14-ti denním odstupem. Tímto pokryjeme vzcházející vlny plevelů tak, abychom je zachytili v rané růstové fázi (děložní až pravé listy). Dávka herbicidu se zpravidla navyšuje s narůstající fází cukrovky. Cukrovka je ke většině herbicidů dosti citlivá. Ke snížení fytotoxicity je u většiny herbicidů doporučována aplikace v podvečerních hodinách, při teplotě nepřekračující 25 °C. Důvodem je skutečnost, že cukrovka dokáže herbicidy odbourávat především v nočních hodinách. Proti jednoděložným plevelům se v cukrovce používají především graminicidy. Aplikace se provádí podle aktuální situace při dosažení vývojových stadií trav i výdrolu. Specifickým problémem je zaplevelení cukrovky plevelnou řepou. Jde o geneticky jednoletý druh řepy vzniklý samovolným křížením *Beta vulgaris* x *Beta maritima*.

Kromě ruční likvidace těchto rostlin je možné aplikovat neselektivní herbicid s účinnou látkou glyfosát tzv. knotovým aplikátorem.

b) bramborách

V současné době je u nás při pěstování brambor používaná tzv. technologie odkameňování. Tato technologie podstatně změnila přímé regulační opatření proti plevelům. Po zasazení není totiž možný žádný kultivační zásah (vláčení, proorávka naslepo, nahrnování) a regulace plevelů se tak koncentruje pouze po aplikaci herbicidního přípravku. Intenzita zaplevelení bývá na odkameněných pozemcích vysoká a je třeba k aplikaci herbicidů přistoupit dříve, a to do 10 dní po zasazení, resp. řídit se intenzitou zaplevelení podle druhů plevelů a zejména růstovou fází obtížně hubitelných plevelů. Porost na odkameněném pozemku je vždy nutné sledovat i po vzejití a v případě potřeby použít herbicid i postemergentně do doby, kdy rostliny bramboru mají cca 15 cm.

POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- ANKENY M.D., KASPAR T.C., HORTON R. (1990): Charakterization of tillage and traffic effect on unconfined infiltration measurements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54: 837-840.
- ARSHAD M.A. (1999): Tillage practices for sustainable agriculture and environmental quality in different agroecosystems. *Soil & Tillage Research*, 53: 1-3.
- ARSHAD M.A., FRANZLUEBBERS A.J., AZOOZ R.H. (1997): Long-term tillage effects on soil structure, hydraulic properties and organic matter in Northwestern Canada. In *Proc. 14th ISTRO Conf.*, Pulawy: 43-46.
- AZOOZ R.H., ARSHAD M.A. (1996): Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. *Can. J. Soil Sci.*, 76: 143-152.
- BALL D., A. (1992). Weed seedbank response to tillage, herbicides, and crop rotation sequence. *Weed Science* 40: 654-659.
- BARBERI P., LO CASCIO B. (2001). Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Research* 41 (4): 325-340.
- BERANOVÁ M., KUBAČÁK A. (2010): Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě. 1. vyd., Praha, Libri: 430 s.
- BLEVINS R.L., THOMAS G.W., SMITH M.S., FRYE W.W., CORNELIUS P.L. (1983): Changes in soil properties after ten years continuous non-tilled and conventionally tilled corn. *Soil & Tillage Research*, 3(2): 135-146.
- BRUNOTTE, J., HOLLMANN, P., SOMMER, C., ROTH, CH. (1996): Nutzen-Kosten-Vergleich zum Erosionsschutz mit Mulchsaatverfahren. *Landtechnik*, 51 (1), 1996 :12-13.
- BUHLER, D., D. (1999). Expanding the context of weed management. *Journal of Crop Production* 2: 1-7.
- CAETANO R., S., X., CHRISTOFFOLETI P., J., VICTORIA-FILHO R. (2001). „Banco“ de sementes de plantas daninhas em pomar de laranja „Pera“. *Scientia Agricola* 58 (3): 509-517.
- CANNEL R.Q., HAWES J.D. (1994): Trend in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research*, 30(2-4): 245-282.
- CARDINA J., HERMS C., P., DOOHAN D., J. (2002). Crop rotation and tillage systems effects on weed seedbanks. *Weed Science* 50: 448-460.
- 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.
- COX S. (2002): Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36: 93-111.
- DEMO, M. et al. (1995): Obrábanie pôdy. VŠP Nitra, Nitra: 315 s.
- DVOŘÁK J. (1988). Vliv základní agrotechniky na zaplevelení ječmene jarního. *Acta Universitatis Agriculturae - Facultas Agronomica XXXVI*: 171-176.
- DVOŘÁK J., KREJČÍŘ J. (1973). Příspěvek ke zjištění vztahu akutního zaplevelení k množství semen a plodů některých plevelů v ornici. *Rostlinná výroba* 19 (XLVI): 975-982.

- DVOŘÁK J., KREJČÍŘ J. (1980a). 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., KREJČÍŘ J. (1980b). Vliv střídání plodin a herbicidů na narušení semen plevelů a jejich rozmístění v ornici. *Acta universitatis agriculturae brunensis* 28 (2): 25-33.
- DVOŘÁK J., KREJČÍŘ J. (1981). Změny zaplevelení pšenice ozimé v důsledku střídání plodin a aplikace herbicidů. *Sborník UVTIZ Ochrana rostlin* 17 (LIV): 135-143.
- DVOŘÁK J., SMUTNÝ V. (2003). *Herbologie: integrovaná ochrana proti polním plevelům*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 184 s.
- ELLENBERG H. (1950). *Unkraut gemeinschaften als Zeiger für klima und Boden*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 141 s.
- FLEIX J., OWEN M., D., K. (1999). Weed population dynamics in lands removed from the conservation reserve program. *Weed Science* 47: 511-517.
- FORCELLA F., LINDSTROM M., J. (1988). Weeds seed population in ridge and conventional tillage. *Weed Science* 36: 500-503.
- FROUD-WILLIAMS R., J., CHANCELLOR R., J., DRENNAN D., S., H. (1984). The effects of seedburial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal disturbance. *Journal of Applied Ecology* 21 (2): 629-641.
- GERHARDS R., SÖKEFELD M., TIMMERMANN C. (2000). Precision weed control - more than just saving herbicides. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Journal of plant diseases and protection. Special Issue* 17: 179-186.
- GRIME J. (2001). *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. 2nd ed. Chichester, West sussex: Wiley: 417 s.
- GRUNDY A., C., MEAD A. (2000). Modelling weed emergence as a function of meteorological records. *Weed Science* 48: 594-603.
- HORÁČEK J., LEDVINA R., STACH J., ŠABATKA J., RAUS A. (1999): Posouzení fyzikálních vlastností půdy při klasické a bezorebné technologii pěstování brambor. *Zem. Tech.*, 45: 81-86.
- HOUŠŤ M., NEUDERT L., PROCHÁZKOVÁ B. (2011): Vliv různé intenzity zpracování půdy na její fyzikální vlastnosti. *Úroda*, 59(12): 351-354.
- HROUN F. (1972): Problematika polních plevelů - součást základní agrotechniky. In: "Sborník referátů k 20. Výročí založení katedry základní agrotechniky VŠZ v Praze": 129 - 151.
- HROUN F., VODÁK A. (1959): *Polní plevele a boj proti nim*. 1. vyd. SZN, Praha: 379 s.
- HŮLA J. (2000): Možnosti zohlednění stanovištních podmínek při výběru a využívání strojů na zpracování půdy a setí. *Farmář*, 6 (2): 35-38.
- HŮLA J., a kol. (2010): *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Uplatněná certifikovaná metodika*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky: 58 s.
- HŮLA J., ABRHÁM Z., BAUER F. (1997): *Zpracování půdy*. Praha: Brázda s.r.o.: 144 s.
- HŮLA J., MAYER V. (1999): *Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: IVV MZe ČR: 35 s.

- HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B., a kol. (2002): Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. *Zemědělské informace*, č. 3/2002. Praha: ÚZPI: 103 s.
- HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B., a kol. (2008): Minimalizace zpracování půdy. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o.: 248 s.
- CHANCELLOR R., J. (1979). The long term effects of herbicides on weed populations. *Annual Applied Biology* 91: 141-144.
- CHAUHAN B., S., SINGH R., G., MAHAJAN G. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection* 38: 57-65.
- JAVŮREK M. (2001): Půdoochranné a produkční aspekty způsobů zakládání porostů polních plodin. *Agromagazín*, 8: 22-25.
- JAVŮREK M., VACH M. (2003): Long term effect of soil protection technology of field crops stand establishment on their production and on soil profile compaction. In Proc. of Int. Conf. „Sustainable Agriculture and Rural Development“. SPU Nitra, Slovakia: 48-51.
- JURSÍK M., HOLEC J., HAMOUZ P., SOUKUP J. (2011). Plevelé: biologie a regulace. Vyd. 1. České Budějovice: Kurent: 232 s.
- KAZDA J., MIKULKA J., PROKINOVÁ E. (2010): Encyklopedie ochrany rostlin. 1. Vyd. Profi Press, Praha: 399 s.
- KOHOUT V. (1996). Kulturní rostliny jako plevelé následných plodin. *Stud. Inf. ÚZPI*, Praha, Rostlinná výroba, č. 1, 30 s.
- KOLLÁR, J. (1992): Zemědělské systavy. Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska, 96 s.
- KÖLLER, K., LINKE, CH. (2006): Úspěch bez pluhu. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ZT: 190 s.
- KOSTELANSKÝ F., a kol. (2001): Obecná produkce rostlinná. Brno: MZLU v Brně: 212 s.
- KOVÁČ K., NOZDROVICKÝ L., MACÁK M., a kol. (2010): Minimalizačné a pôdoochranné technológie. CVRV Piešťany: 142 s.
- KOVÁČ, K. a kol. (2003): Všeobecná rastlinná výroba. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra: 335 s.
- KREJČÍŘ, J. (1990): Obecná produkce rostlinná. Skriptum, VŠZ Brno: 218 s.
- KROPÁČ Z. (1966). Estimation of weed seeds in arable soil. *Pedobiologia* 6: 105-128.
- KUDRNA, K., 1979: Zemědělské soustavy. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 708 s.
- KÜHN F., UHRECKÝ I. (1959). Výskyt polních plevelů na různých půdních typech. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae* (3): 379-387.
- KUTÍLEK M. (2001): Půda a bilance CO₂ v ovzduší. *Vesmír*, 80(3): 153-155.
- 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.
- LAL R. (1995): Global soil erosion by water and carbon dynamics. In Reicosky D.C., lindstrom m.j., schumacher t.e., lobb d.e., malo d.d, 2005: Tillage-induced CO₂ loss across an eroded landscape. *Soil & Tillage Research*, 81: 183-194.

- LAL R., MAHBOUBI A.A., FAUSEY N.R. (1994): Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58: 517-522.
- 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.
- LHOTSKÝ J. (2000): Zhutňování půd a opatření proti němu. *Studijní informace*. Praha: ÚZPI: 61 s.
- MAŠEK J. (2006): Zakládání porostů při soudobých technologiích zpracování půdy. *Farmář*, 12(7): 49-51.
- MENALLED F., D., GROSS K., L., HAMMOND M. (2001). Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. *Ecological Applications* 11 (6): 1586-1601.
- MIKULKA J., CHODOVÁ D., MARTINKOVÁ Z., KOHOUT V., SOUKUP J., UHLÍK J. (1999). *Plevelné rostliny polí, luk a zahrad*. Praha: 160s.
- MIKULKA J., KNEIFELOVÁ M. et al. (2005). *Plevelné rostliny*. 2., kompletně přepracované vyd. Praha: Profi Press, 148 s.
- MIŠTINA T., KOVÁČ K., a kol. (1993): *Ochranné obrábání pôdy*. Piešťany: VÚRV Piešťany: 167 s.
- MONSANTO (2000): *Systémy zpracování půdy*.
http://www.eamos.cz/amos/kor/externi/kor_076/03.pdf
- 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.
- NAKAMOTO T., YAMAGISHI J., MIURA F. (2006). Effect of reduced tillage on weeds and soil organisms in winter wheat and summer maize cropping on Humic Andosols in Central Japan. *Soil & Tillage Research* 85: 94-106.
- NESVADBA, R. (1987) : *Zemědělské soustavy- Kultivace půdy*. Skriptum, VŠZ Brno, 1987: 141 s.
- NEUBAUER, K. (1963): *Zemědělské stroje: Učebnice pro střední zemědělské technické školy oboru mechanizačního*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963: 600 s.
- NEUDERT, L., PROCHÁZKOVÁ, B. (2009): *Zpracování půdy a zakládání porostů*. *Zemědělec - týdeník moderního hospodáře*. 2009. sv. XVII, č. 26: 11-14.
- NORDMEYER H., HÄUSLER A. (2000). Experiences on site specific weed control in agricultural practice. In: *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue* 17: 195-205.
- PETR, J. (1989): *Rukověť agronoma*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989: 688 s.
- PLASTER, EDWARD J. (2014): *Soil science & management*. 6th ed. Clifton Park, NY: Delmar Cengage Learning, 2014: 520 s.
- PROCHÁZKOVÁ B. a kol. (2011): *Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě*. Uplatněná certifikovaná metodika. Brno: Mendelova univerzita v Brně: 46 s.

- PROCHÁZKOVÁ B. a kol. (2011): Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny. Uplatněná certifikovaná metodika. Brno: Mendelova univerzita v Brně: 39 s.
- PROCHÁZKOVÁ B., DOVRTĚL J. (2000): Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice. Rostl. Vým., 46: 437-442.
- PROCHÁZKOVÁ B., HRUBÝ J., SUŠKEVIČ M. (2000): Volba způsobů zpracování půdy podle stanovištních podmínek. Farmář, 6(2): 39-41.
- PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. (1994): Vliv agrotechnických postupů na plodiny a půdu. Závěrečná zpráva, VUZA Hrušovany u Brna: 1994, 40 s.
- ROBERTS H. A. (1981). Seed bank in soils. *Advances in Applied Biology* (6): 1-55.
- ROTREKL J., KŇÁKAL Z., BADALÍKOVÁ B., HRUBÝ J. (2001): Nové systémy zakládání a ochrany vybraných plodin. Metodika ÚZPI Praha: 17, 32 s.
- RŮŽEK P., HŮLA J. (2000): Zpracování půdy v různých agroekologických podmínkách. Farmář, 6 (2): 26-27.
- SÖKEFELD M., GERHARDS R., KÜHBAUCH W. (2000). Teilschlagspezifische Unkrautkontrolle von der Unkrauterfassung bis zur Herbizidapplikation. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft XVII*: 217-229.
- SUŠKEVIČ M. (1994): Dlouhodobé působení minimálního zpracování půdy k jarnímu ječmeni a ozimé pšenici na výnosy a výrobnost osevního postupu. Rostl. Vým., 40. 9: 817-823.
- SUŠKEVIČ M. (1995): Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. Rostl. Vým. 41. 2: 55-58.
- SUŠKEVIČ M. (2000): Minimalizační technologie zpracování půdy k obilninám. Úroda, 3: 28-29.
- ŠIMON J., ŠKODA V., HŮLA J. (1999): Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi. Praha: Agrospoj: 78 s.
- ŠIMON, J., LHOTSKÝ, J. a kol. (1989): Zpracování a zúrodnování půd, SZN Praha, Praha, 1989: 317 s.
- ŠKODA, V., CHOLENSKÝ, J. (2002): Konvenční a perspektivní způsoby zpracování a kultivace půdy. 2. vyd. / . Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002: 64 s.
- ŠPIČKA, A. (1961): Kniha o půdě. 1. vyd. Praha: SZN, 1961: 231 s.
- TEBRÜGGE, R.A., DÜRING R.A. (1999): Reducing tillage intensity - a review of results from a long-term study in Germany. *Soil & Tillage Research*, 53: 15-28.
- TÓTH Š. (2002). Herbicidy verus buriny. Victoria Prešov: 102 s.
- TYŠER L. (2002b): Koloběh semen plevelů na orné půdě. *Agro* 7 (3): 28–30.
- WESTERMAN P., R., HOFMAN A., VET L., E., M., VAN DER WERF W. (2003). Relative importance of vertebrates and invertebrates in epigeic weed seed predation in organic cereal fields. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 95: 417-425.
- ZIMDAHL R., L. (2004). Weed-crop competition: a review. 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Pub.: 220 s.
- ZRUBEC F. (1984): Pedologické aspekty spracovania pôdy. Úroda, 9: 413-415.

ŽALUD Z. et al. (2009). Změna klimatu a české zemědělství - dopady a adaptace: Climate change and Czech agriculture - impacts and adaptations: monografie. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita: 154 s.

Autor	prof. Ing. Jan Křen, CSc. Ing. Lubomír Neudert, Ph.D. Ing. Blanka Procházková, CSc. doc. Ing. Vladimír Smutný, Ph.D. prof. Ing. Josef Hůla, CSc.
Název titulu	OBEČNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 2. ČÁST Zpracování půdy, Herbologie
Vydavatel	Mendelova univerzita v Brně Zemědělská 1, 613 00 Brno
Vydání	První, 2015
Náklad	200 ks
Počet stran	152
Tisk	ASTRON studio CZ, a.s.; Veselská 699, 199 00 Praha 9 Neprošlo jazykovou úpravou.
ISBN	978-80-7509-327-1

Tato publikace je spolufinancována z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Byla vydána za podpory projektu OP VK CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ