

## Přípravky na ochranu rostlin

Přípravky na ochranu rostlin jsou neodmyslitelně spjaty s hospodařením na zemědělské půdě. Používají se k ochraně rostlin proti škodlivým činitelům v případech, kdy všechna ostatní opatření selžou nebo vykazují nedostatečnou účinnost. Obsah tohoto článku se zaměřuje na popis základních charakteristik a termínů, které bychom měli znát a které s přípravky úzce souvisí.

### Dělení přípravků na ochranu rostlin

Přípravky na ochranu rostlin jsou jednou z podskupin pesticidů, pod kterou se ještě zařazují biocidní přípravky. Pesticidy jsou tedy jakýsi nadřazený pojem a mohou být obecně považovány za přípravky sloužící k ochraně před škodlivými organizmy.

#### *Biocidní přípravky*

Biocidní přípravky jsou definované v nařízení EP a Rady o uvádění na trh a používání biocidních přípravků 2012/528/EU a v zákonu č. 120/2002 Sb., o uvádění biocidních přípravků a biocidních látek na trh. Jsou určeny k ochraně před škodlivými činiteli v komunální sféře. Nemohou být tedy využívány v zemědělství k ochraně rostlin nebo rostlinných produktů, i když mnohé z nich mají stejné účinné látky jako přípravky na ochranu rostlin.

#### *Přípravky na ochranu rostlin (POR)*

POR jsou definované v nařízení EP a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh. Jsou určeny k ochraně rostlin a rostlinných produktů před škodlivými činiteli a nemohou být používány v komunální sféře.

Rozdíl mezi POR a biocidními přípravky bývá v některých případech opravdu minimální. Jeden příklad za všechny: Zemědělský podnik má sklad, který je využíván výhradně ke skladování zemědělských produktů (obilí, brambory apod.). K ochraně skladovaných produktů během skladování samotného nebo po vyskladnění mohou být používány pouze přípravky na ochranu rostlin. Pokud bude stejný sklad využíván k uskladnění krmiv nebo hnojiv nemohou být již použity POR, ale pouze biocidní přípravky.

#### **Obrázek 1: Schématické znázornění dělení pesticidů.**

Přípravky na ochranu rostlin se mohou dále dělit podle různých kritérií. Nejčastěji se setkáváme s dělením podle biologické účinnosti. V zásadě rozlišujeme čtyři základní skupiny POR:

#### 1. Fungicidy

Slouží k likvidaci nebo potlačení původců houbových onemocnění rostlin. V současnosti převládají při používání fungicidů látky organického původu. Nicméně stále jsou v sortimentu přípravků také anorganické fungicidy na bázi síry a mědi, které mají v ochraně rostlin dlouhou tradici.

Fungicidy se dále dělí z hlediska účinnosti na kontaktní a systémové. Zatímco kontaktní fungicidy působí preventivně a pouze na místě, které jimi bylo zasaženo, systémové fungicidy jsou rozváděny po celé rostlině a působí i v místech, která nebyla fungicidem přímo zasažena. Kontaktní fungicidy působí na více cílových místech škodlivého organismu, a tudíž nejsou náchylné ke vzniku rezistence. Zpravidla mají také kratší ochrannou lhůtu. Příkladem fungicidního přípravku působícího kontaktně mohou být všechny formulace obsahující síru jako účinnou látku. Systémové fungicidy působí zpravidla na jedno cílové místo škodlivého organismu, a proto jsou mnohem náchylnější ke vzniku rezistence. Jejich výhodou je, že

jejich použití může být úspěšné i poté, co byla zjištěna infekce rostliny. Mohou tedy působit nejenom preventivně, ale také kurativně (ničí patogeny po dobu latence, tj. od počátku infekce po projev onemocnění) a eradikativně (ničí patogeny i v období po projevu příznaků onemocnění). Typickým příkladem systémového účinku s velkým rizikem vzniku rezistence mohou být přípravky obsahující látky z chemické skupiny acylalaninů (metalaxyl, benalaxyl). Na pomezí mezi kontaktními a systémovými látkami stojí mesosystemické (translaminární) přípravky, které sice nejsou rozváděny po celé rostlině, nicméně pronikají do okolních pletiv, například mezibuněčnými prostory, na neošetřenou stranu listu rostliny, kde mohou účinně zasáhnout škodlivý organizmus. Příkladem může být účinná látka azoxystrobin, která vykazuje částečně systemické a translaminární účinky.

**Obrázek 2: Plíseň bramborová – houbové onemocnění brambor, jehož původce *Phytophthora infestans* si dokáže vytvořit rezistenci vůči systémově působícím přípravkům ze skupiny acylalaninů.**

## 2. Zoocidy

Slouží k hubení živočišných škůdců a podle účinku na jednotlivé skupiny živočichů se dělí na:

- Insekticidy – účinkující proti hmyzu,
- Rodenticidy – účinkující proti hlodavcům,
- Akaricidy – účinkující proti roztočům,
- Nematocidy – účinkující proti hád'átkům,
- Moluskocidy – účinkující proti plžům, mlžům.

Nejvíce používanou skupinou zoocidů jsou insekticidy. Podle působení se insekticidy dělí na systémové, které jsou rozváděny po celé rostlině; hloubkově působící (translaminární), které mohou částečně pronikat do okolních pletiv (například na neošetřenou stranu listu); kontaktní, které působí pouze po přímém kontaktu se škůdcem; dýchací, které zasahují škůdce vdechnutím prchavé látky; požerové, které působí po požití potravy kontaminované účinnou látkou přípravku. Podle účinků na jednotlivá vývojová stádia škůdce se rozeznávají ovicidy (vejčička), larvicidy (larvy) a adulticidy (dospělci).

Jako insekticidy se používají rozličné molekuly. Mohou to být anorganické látky (arzen, rtuť – v EU již nepovolené), látky rostlinného původu (přírodní pyrethrum) a nejvíce zastoupené organické látky. Nejrozšířenějšími skupinami organických insekticidů jsou syntetické pyretroidy, organofosfáty, karbamáty a neonikotinoidy.

**Obrázek 3: Blýskáček řepkový – pyretroidy jsou často používány k ochraně řepky proti tomuto škůdci.**

## 3. Herbicidy

Slouží k potlačení nežádoucích rostlinných druhů na obhospodařované půdě. Herbicidy mohou působit selektivně, tedy pouze na některé druhy nebo skupiny plevelných rostlin, a neselektivně, kdy ničí všechnu rostlinnou vegetaci. I v rámci herbicidů existují látky působící kontaktně a látky působící systémově. Systémově působící látky mohou mít dále převahu účinku přes listy – listové; půdní s převahou účinku přes kořeny – kořenové a herbicidy s účinkem kombinujícím listový i kořenový účinek. Do látek působících systémově přes listy patří fluroxypyr, klopyralid, fenoxykyseliny a graminicidy (látky působící na lipnicovité plevele). K látkám působícím převážně prostřednictvím kořenového systému se řadí mnoho látek s reziduálními účinky, jako například sulfonylmočoviny. Typickými představiteli

kontaktně působících herbicidů jsou pendimethalin, desmedipham, bentazon, carfentrazon, pyridát a další.

Obrázek 4: Chundelka metlice – obtížný plevel v obilninách, k jehož potlačení se v praxi často používají systémově působící sulfonylmočoviny. Z kontaktně působících herbicidů je proti chundelce účinný například pendimethalin.

#### 4. Rostlinné regulátory

Rostlinné regulátory nepůsobí přímo na škodlivý organizmus, ale ovlivňují některé životní pochody rostlin, čehož je využíváno k různým účelům.

Mezi nejdůležitější patří:

*Regulátory růstu rostlin* – např. zkrácení stébel obilnin zvyšuje odolnost k poléhání; zkrácení a zesílení stonku u rostlin řepky zvyšuje jistotu prezimování plodiny.

*Regulace plodnosti* – zajišťuje vyrovnanost násady plodů u ovocných stromů.

*Regulace dozrávání a vyrovnanosti plodů* – usnadňuje sklizeň u zelenin.

*Regulace k usnadnění mechanizované sklizně* – u ovocných stromů nebo drobného ovoce.

#### Vznik přípravku na ochranu rostlin

Pokud je pod novým POR míněna zároveň nová účinná látka, tak na počátku takového vývoje stojí zpravidla selekce vhodné molekuly. Jiná situace nastává, pokud chceme vyvinout nový přípravek sestavený z nové kombinace již známých a používaných účinných látek. V prvním případě se molekula vybírá z databází obsahujících tisíce molekul, které jsou vystaveny různým selekčním kritériím od čistě elektronické selekce po selekci laboratorní, skleníkovou a polní. Účelem je vybrat z původních tisíců látek jednu nebo dvě, které budou dostatečně účinné a zároveň budou mít největší šanci projít náročným schvalovacím řízením. Povolovací procedury nejsou ovšem jediný úskalím, které stojí na cestě ve vývoji nového přípravku. Účinná látka nebo účinné látky musí být upraveny do podoby, která bude snadno použitelná v praxi. To znamená, že ji bude možno skladovat, transportovat a v konečné fázi také aplikovat.

Finální podoba, ve které je účinná látka nebo kombinace látek dodávána na trh se, nazývá formulace. Největší vliv na konečnou podobu formulace mají právě účinné látky a jejich vlastnosti. Mezi nejdůležitější vlastnosti účinných látek patří jejich rozpustnost ve vodě nebo v jiných rozpouštědlech, chemická stabilita, pH, viskozita, přilnavost, těkavost, perzistence a barva.

Různorodost látek je daná již jejich původem. Mohou pocházet z mnoha různých zdrojů. Mohou to být extrakty rostlin, jako přírodní pyrethrum, rotenon; další mohou být minerálního původu, jako je měď nebo síra; jiné jsou mikrobiálního původu, například *Bacillus thuringiensis*. Nicméně drtivá většina účinných látek pochází z laboratoří, ve kterých jsou chemicky syntetizovány.

Bez ohledu na zdroj, ze kterého účinné látky pochází, mohou vykazovat různou rozpustnost. Některé jsou rozpustné ve vodě, jiné pouze v oleji nebo jenom v některých organických rozpouštědlech. Právě rozpustnost je vlastnost, která je z pohledu budoucí formulace nejdůležitější a zpravidla určuje její výslednou podobu.

Aby bylo možné vytvořit vhodnou formulaci, je většinou nutné, aby výsledná směs obsahovala další ingredience, které zajistí aplikovatelnost, stabilitu, snadnou manipulaci a v neposlední řadě také bezpečnost finální formulace. Z toho důvodu obsahují formulace přípravků kromě účinných látek také různá rozpouštědla nebo nosiče, povrchově aktivní látky a další látky, jako stabilizátory, barviva, případně aditiva zlepšující aplikovatelnost, bezpečnost a pesticidní aktivitu celé směsi.

Kromě tzv. „formulačních přísad“, které zajišťují základní funkčnost přípravku, se do formulací přidávají synergenty (k podpoře aktivity účinné látky), safenery (zvyšují bezpečnost

přípravku – např. snížení fytotoxicity) a adjuvanty (zpravidla zlepšení fyzikálně chemických a biologických vlastností přípravku). Schéma základních složek obsažených v POR je znázorněno na **obrázku 5**.

### Formulace přípravku

Pokud je účinná látka rozpustná v kapalině, je zpravidla výsledkem formulace ve formě roztoku. Jednotlivé komponenty pravých roztoků nemohou být od sebe mechanicky separovány. Jakmile jsou jednotlivé komponenty takové formulace smíchány, není ji třeba před použitím intenzivně promíchávat nebo protřepávat. Nejsou náchylné ke tvorbě usazenin. Právě roztoky jsou zpravidla průhledné. Nejčastějšími zástupci této skupiny formulací jsou rozpustné koncentráty (SL).

Látky, které se nerozpouští v kapalině, mohou být formulovány jako suspenze. Suspenze je směs jemně rozemletých pevných částic rozptýlených v kapalině. Suspenze musejí být před použitím řádně promíchány nebo protřepány, aby rozptýlení částic v kapalině bylo rovnoměrné. Většina suspenzí je zakalená a neprůhledná.

Formulace typu emulzí se vyskytují v případech, kdy je jedna kapalina, ve formě kapek, rozptýlená v jiné kapalině. U emulzí bývá často potřeba promíchání, aby se udržela potřebná úroveň rozptýlu. Emulze mají často mléčný nebo krémový vzhled. Nejčastější jsou emulze, kdy účinná látka je rozpuštěná v olejovém rozpouštědle a smíchaná s vodou – tzv. emulze olej ve vodě. Pro udržení stability formulace a k zabránění separace obou tekutin (zajištění disperze) se do tohoto typu formulací přidává emulgátor.

Mezi nejpoužívanější kapalně formulace patří emulgovatelné koncentráty (EC), rozpustné koncentráty (SL), suspenzní koncentráty (SC) a formulace s řízeným uvolňování účinné látky (CS). K pevným formulacím patří například smáčitelné prášky (WP), ve vodě dispergovatelné granule (WG) a návnady (AB).

Emulgovatelné koncentráty (EC) obvykle obsahují kapalnou účinnou látku, jedno nebo více ropných rozpouštědel, která dávají výsledné formulaci charakteristický zápach, a emulgátor zajišťující, že směs tvoří emulzi.

Suspenzní koncentráty (SC) obsahují pevnou účinnou látku o velikosti 0,5 – 5 mikronů a pevný inertní nosič, kterým bývá nejčastěji kaolin nebo hlinka.

Ve formulacích s řízeným uvolňování účinné látky (CS) je pesticidní látka potažena granulí, ke které ji pojí fyzikální nebo chemická vazba. Účinná látka se uvolňuje z částic přípravku pozvolna a po určitou dobu zůstává na ošetřeném povrchu v požadované koncentraci.

Na **obrázku 6** jsou vidět některé příklady kapalných formulací POR.

Smáčitelné prášky (WP) jsou tvořeny jemně rozemletou ve vodě nerozpustnou účinnou látkou smíchanou s inertním nosičem (talek, hlinka). K vytvoření stabilní suspenze při míchání s vodou je třeba do formulace přidávat smáčedlo nebo dispergátor.

Ve vodě dispergovatelné granule (WG) jsou velice podobné smáčitelným práškům, ale na rozdíl od nich tvoří granule různých rozměrů a tvarů. Po rozpuštění ve vodě se rozpadnou na malé částičky podobné částičkám u smáčitelných prášků. Také vyžadují přítomnost dispergátoru a smáčedla pro vytvoření stálé disperze.

Návnady obsahují účinnou látku smíchanou s potravinou nebo jinou atraktivní látkou, která je vyhledávána škodlivým organismem.

**Obrázek 7** ukazuje příklady pevných formulací POR.

### Aditiva přimíchávaná k POR do nádrže postřikovače

Pro zlepšení vlastností přípravku a následně aplikační kapaliny neslouží pouze složky, které jsou pevně zformulovány do komerční podoby přípravku na ochranu rostlin, ale také rozličná aditiva, která jsou přimíchávána do aplikační kapaliny společně s přípravkem. Nejčastěji se jedná o různé typy adjuvantů nebo surfaktantů. Zvláště důležité je jejich použití při ošetřování rostlin s listy pokrytými silnou voskovou vrstvou nebo hustými trichomy, kdy je třeba zvýšit příjem účinné látky rostlinou.

Podle charakteru náboje molekuly, jsou rozeznávány tři typy těchto látek: anionické, kationické nebo neionické. Sloučeniny s negativním nábojem jsou anionické, s pozitivním kationické a neutrální náboj mají neionické sloučeniny. Pesticidní aktivita v přítomnosti neionického surfaktantu je značně rozdílná, než v přítomnosti kationického nebo anionického. Čili výběr adjuvantu nebo surfaktantu může značně ovlivnit účinnost pesticidu, a kromě toho, nevhodná volba může poškodit plodinu. Anionické sloučeniny jsou mnohem účinnější, když jsou používány společně s kontaktními pesticidy. U kationických je třeba zase pečlivě následovat pokyny k dávkování v etiketě, protože mohou způsobovat fytotoxicitu. Neionické sloučeniny, často používané společně se systémovými přípravky, pomáhají pesticidům pronikat kutikulou rostlin.

### Způsoby použití:

Přípravky zvyšující adhezi: Používají se především ke zvýšení schopnosti adheze pevných formulací přípravků k cílovému povrchu. Snižují množství pesticidu, které se může smýt během zavlažování nebo deště.

Penetranty: Molekulární konfigurace těchto přípravků zvyšuje příjem pesticidu rostlinou.

Modifikátory pH: Pesticidy jsou zpravidla stabilní, když se jejich pH pohybuje mezi 5,5 až 7,0. U přípravků s pH mimo toto rozmezí může docházet k degradaci účinné látky.

Modifikátory pH slouží k úpravě pH hodnot v prostředí aplikační kapaliny.

Přípravky omezující úlet postřikové kapaliny: Úlet je spojen s velikostí kapek postřikového spektra. Malé kapky s průměrem 100 mikronů a menší jsou více náchylné k úletu. Přípravky omezující úlet zvyšují průměr kapek obsažených v postřikové spektru a tím snižují úlet postřikové kapaliny.

Odpěňovače: Některé přípravky obsahují látky, které mohou při míchání v nádrži vyvolat zvýšené pění. Tato negativní vlastnost může být většinou snadno eliminována přimícháním malého množství odpěňovače.

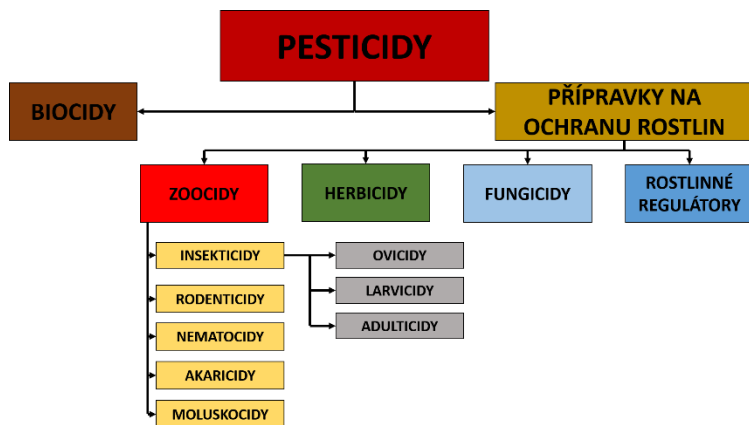
Při míchání přípravků na ochranu rostlin s adjuvanty, surfaktanty nebo s jinými přípravky na ochranu rostlin, případně s hnojivem je třeba dodržovat určitá pravidla, která zabezpečí důkladné a bezpečné promísení směsi a následně bezproblémovou aplikaci:

- Předně je třeba používat pouze takové kombinace přípravků a prostředků na ochranu rostlin, které jsou doporučeny na etiketě.
- Než začneme přimíchávat přípravky, je třeba naplnit nádrž alespoň do poloviny předpokládaného celkového objemu.
- Přípravky se přidávají do nádrže postupně a odděleně. Nikdy nemícháme koncentrované přípravky.
- První v pořadí by měly být do nádrže přimíchávány pevné formulace – prášky, granule (WG, WP), případně hnojiva ve formě solí
- Ve druhém sledu kapalné suspenze (SC, CS, OD, SE).
- Následovat mohou pravé roztoky (SL).
- Jako čtvrté v pořadí se přimíchávají adjuvanty a surfaktanty.
- Páté v pořadí jsou emulzní formulace (EC).
- Jako poslední se přimíchávají kapalná hnojiva (DAM).

### Závěrem

Byť jsou přípravky na ochranu rostlin používány ke stejnému účelu, tedy k ochraně kulturních plodin před škodlivými organizmy, představují rozmanitou škálu směsí, které mohou mít různé vlastnosti. Tato rozmanitost je dána nejenom škodlivým organizmem, proti kterému se používají, ale také formulací, do které jsou POR seskládány. Vlastnosti formulace jsou přitom dány jednotlivými komponentami, které formulaci tvoří, přičemž rozhodující roli hraje účinná látka.

Fyzikálně-chemické a bezpečnostní vlastnosti přípravku musí být následně vzaty do úvahy při jeho používání. Aby použití bylo bezpečné, je nezbytné věnovat pozornost návodu k použití, který zohledňuje všechny aspekty vyplývající z vlastností POR a jeho účelu použití. Použití POR v souladu s návodem znamená, že není ohroženo zdraví lidí, zvíř a životní prostředí, což je důležité také pro celkové vnímání POR širokou veřejností. Zvláště v dnešní době sílícího tlaku na zákaz různých POR je dvakrát žádoucí, aby jejich používání bylo správné a nebylo spojováno s bezpečnostními riziky.



Obrázek 1: Schématické znázornění dělení pesticidů.



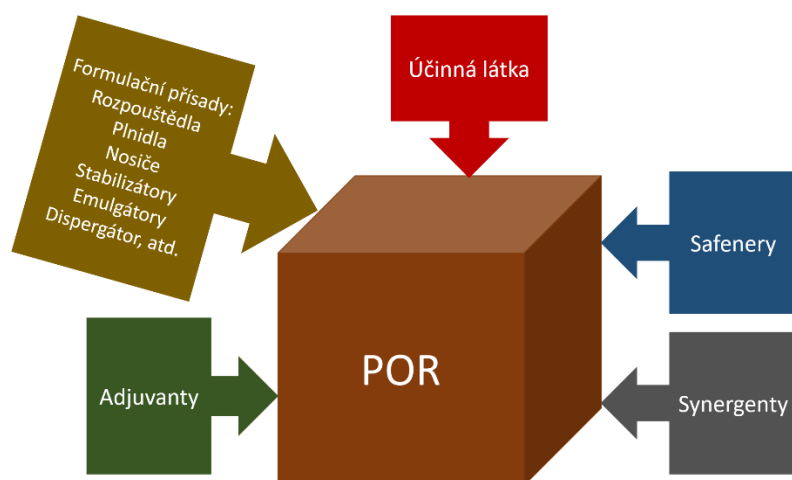
Obrázek 2: Plíseň bramborová - houbové onemocnění brambor, jehož původce *Phytophthora infestans* si dokáže vytvořit rezistenci vůči systémově působícím přípravkům ze skupiny acylalaninů.



Obrázek 3: Blýskáček řepkový - pyretroidy jsou často používány k ochraně řepky proti tomuto škůdci.



Obrázek 4: Chundelka metlice - častý plevel v obilninách, k jehož potlačení se v praxi často používají systémově působící sulfonylmočoviny. Z kontaktně působících herbicidů je proti chundelce účinný například pendimethalin.

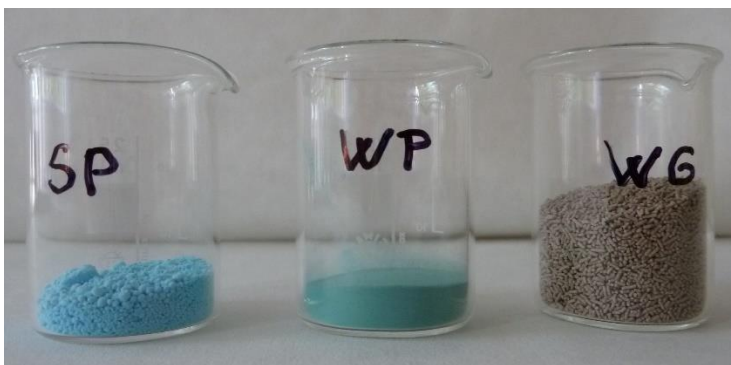


Obrázek 5: Schematické znázornění složení přípravku na ochranu rostlin.





Obrázek 6: Příklady kapalných formulací POR: SC - suspenzní koncentrát, OD - olejová disperze, CS – formulace s řízeným uvolňováním účinné látky.



Obrázek 7: Příklady pevných formulací POR: SP – ve vodě rozpustný prášek, WP – smáčitelný prášek, WG - ve vodě dispergovatelné granule.