

3.7

TIPI DI FORMULAZIONI

3.7

Nella pratica operativa l'agricoltore non distribuisce alle piante da proteggere soltanto la sostanza (sostanza attiva) biologicamente efficace contro il patogeno ma il prodotto formulato a livello industriale, nel quale la sostanza attiva è opportunamente integrata da altri composti detti coformulanti.

Ad esempio, alcuni erbicidi possono contenere un "safener" cioè un antidoto salvavita a protezione dei mammiferi (fauna selvatica).

I prodotti per la difesa delle piante (PF) sono commercializzati in diversi tipi di formulazioni: per trattamenti a secco, per trattamenti liquidi, per trattamenti gassosi, per esche, per iniezioni al tronco, oppure, in formulazioni contenenti sostanze antideriva per eseguire trattamenti con mezzi aerei (limitatamente ad alcuni anticrittogamici appositamente autorizzati).

Formulazioni per trattamenti a secco

I trattamenti a secco vengono effettuati con PF che non hanno bisogno di acqua, come mezzo disperdente, per la loro distribuzione. In questo caso i formulati si distinguono in:

- **granulari**: si presentano in granuli di varie dimensioni (da pochi mm a qualche cm), sono di facile manipolazione, caratterizzati dall'assenza di fenomeni di deriva e da lenta cessione della sostanza attiva, servono a effettuare trattamenti al terreno per disinfezione (contro organismi di origine vegetale) o disinfestazione (contro organismi di origine animale);
- **polveri secche**: sono polverulenti e vengono impiegati come concianti delle sementi (es. fungicidi) o per trattamenti alla chioma (zolfo in polvere). Hanno scarsa aderenza alle matrici vegetali (elevato rischio di deriva); creano difficoltà di manipolazione e nel calcolo della dose; la loro tossicità è legata ai rischi di inalazione. Per la loro distribuzione sulle colture sono necessarie apposite attrezzature, ad esempio, impolveratrici per la distribuzione di zolfo o recipienti rotanti se le polveri vengono utilizzate per conciare le sementi.

Queste formulazioni che prevedono la loro distribuzione in forma solida (granuli e polveri) sono ad alto rischio di inalazione al momento del trattamento e anche nei giorni successivi. Durante i lavori svolti nelle colture trattate è bene indossare idonei DPI per evitare fenomeni tossici alle vie respiratorie.

Formulazioni per trattamenti liquidi

I trattamenti liquidi vengono effettuati con PF che vengono diluiti in acqua al momento dell'applicazione in campo.

Le formulazioni ancora oggi molto diffuse sono due:

- **Polvere bagnabile** (PB; WP - Wettable Powder, polvere bagnabile; WS - polvere bagnabile) per la concia del seme: formulazione solida ottenuta, in genere, miscelando la sostanza attiva (che è finemente macinata) in presenza di bagnanti, disperdenti, inerti, ecc., fino a ottenere un prodotto che mescolato in acqua forma una sospensione; si caratterizza per la stabilità della sospensione, la bagnabilità adeguata o solubilità completa e l'ottimizzazione della dimensione delle particelle.
- **Polvere solubile** (SP - Soluble Powder, polveri solubili): formulazione polverulenta come la precedente che, mescolata in acqua, forma una sospensione diluita stabile, in presenza di bagnanti e disperdenti, spesso utilizzata per la concia del seme; deve essere una sospensione stabile, con bagnabilità adeguata o solubilità completa e la dimensione delle particelle deve essere ottimale.

Queste formulazioni in polvere presentano inconvenienti per l'operatore legati alla difficoltà di calcolare esattamente il dosaggio e al rischio di una loro inalazione, durante le operazioni di preparazione della miscela e a questo proposito va ricordato l'obbligo dell'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI). Infine vi sono difficoltà nella pulizia dei contenitori.



- I trattamenti a secco vengono effettuati con prodotti fitosanitari che non hanno bisogno di acqua per la loro distribuzione e per coprire le parti da proteggere.
- Nei trattamenti a secco il PF viene distribuito tal quale senz'acqua. La formulazione può essere in granuli, quando è costituita da materiale inerte sul quale si fissa la sostanza attiva da impiegare tal quale, oppure in polvere secca, se la formulazione è polverulenta per trattamenti a secco.

Sono disponibili sul mercato formulazioni più innovative che cercano di superare alcuni degli inconvenienti prima ricordati.

- **Concentrati emulsionabili** (EC - Emulsifiable Concentrate, liquido emulsionabile): formulazione liquida (emulsione concentrata) in cui la sostanza attiva viene disciolta in un solvente (oleoso) o in una miscela di solventi organici (emulsionanti), in presenza di uno o più tensioattivi, che permettono la formazione di una emulsione stabile dopo la sua diluizione in acqua. Tra i principali svantaggi e rischi di questo tipo di formulazione ricordiamo: per l'operatore, la pericolosità intrinseca di alcuni solventi, a volte infiammabili; per l'ambiente, la possibile emissione in atmosfera di composti organici volatili. I concentrati emulsionabili si caratterizzano per la stabilità dell'emulsione e l'assenza di fenomeni di cristallizzazione.
- **Microemulsione** (ME - Micro Emulsione): formulazione liquida (trasparente) in cui la sostanza attiva e un solvente adatto vengono spontaneamente emulsionati in acqua in presenza di tensioattivi; è fondamentale l'assenza di fenomeni di cristallizzazione e di separazione di fase.
- **Emulsioni in acqua** (EW - Emulsion oil in Water, emulsione olio/acqua): formulazione liquida (tipo latte) in cui la sostanza attiva e un solvente adatto vengono emulsionati in acqua, in presenza di tensioattivi, disperdenti o altri stabilizzanti, in modo da formare un'emulsione stabile per almeno due anni; completano la formulazione addensanti, antischiama e antibatterici. Contengono, generalmente, meno composti organici volatili rispetto ai concentrati emulsionabili (EC) e sono meno pericolosi per l'operatore e per l'ambiente. Si caratterizzano per l'assenza di fenomeni di cristallizzazione e di separazione di fase rendendo ottimale la granulometria del PF.
- **Sospensioni concentrate** (SC/OD – Suspension Concentrate/Oil Dispersion, sospensione concentrata/dispersione in olio), **pasta fluida, flowable** (FL, FLOW): si tratta di una formulazione liquida in cui la sostanza attiva, in polvere, viene finemente macinata e dispersa in veicolo acquoso (principalmente acqua), in presenza di agenti bagnanti, disperdenti, antigelo, addensanti e altri stabilizzanti, così da formare una sospensione stabile. Migliore dal punto di vista tossicologico rispetto al concentrato emulsionabile (EC) perché realizzata su base acquosa, questa formulazione presenta lo svantaggio che i solidi dispersi tendono a sedimentare nel tempo; i PF sono spesso viscosi e rendono difficili le operazioni di lavaggio del serbatoio dell'irroratrice e la bonifica dei contenitori; si caratterizza per la notevole stabilità della sospensione e l'ottimizzazione della granulometria.
- **Suspoemulsioni** (SE), è una combinazione tra le formulazioni SC (solida) e EW (liquida); difficile da sviluppare tecnologicamente per la difficoltà ad ottenere un prodotto stabile nel tempo.
- **Sospensione di microcapsule** (CS – Capsule Suspension, sospensione di microcapsule): formulazione liquida in cui la sostanza attiva ed eventualmente una piccola porzione di un solvente adatto, viene emulsionata finemente in acqua (sospesa nel solvente) e ricoperta di un sottile film polimerico (microcapsule) biodegradabile che la libera gradualmente (rilascio in maniera controllata). Questa formulazione possiede ottima stabilità, buona persistenza d'azione e consente di ottenere una notevole diminuzione della tossicità acuta (è adatta per le sostanze attive con un profilo tossicologico sfavorevole). È disponibile per alcuni insetticidi (es. clorpirifos); si caratterizza per la stabilità della sospensione, assenza di fenomeni di cristallizzazione, ottimizzazione della granulometria.
- **Granuli disperdibili** (WG, WDG - Water Dispersible Granule, granuli disperdibili in acqua o DF - Dry Flowable) e **granuli solubili** (SG - Soluble Granule, granuli solubili): formulazione solida in cui i componenti, sostanza attiva, disperdenti e inerti opportunamente scelti, vengono finemente macinati insieme ottenendo una pre-miscela omogenea che può essere poi granulata mediante diverse tecnologie (estrusione, agglomerazione, ...). I microgranuli così ottenuti si disperdono o si sciolgono in acqua. Queste formulazioni, molto stabili nel tempo, hanno il vantaggio, rispetto alle polveri, di essere misurate in base al volume (facilità di preparazione della miscela), di non originare polveri (meno pericolose per l'operatore) e rendere semplice la bonifica dei contenitori. Sono caratterizzate da disperdibilità o solubilità completa, stabilità della sospensione, ottimizzazione della dimensione delle particelle.

- **Sacchetti idrosolubili (SI):** sono una tipologia di confezionamento di formulati in polvere bagnabile. I sacchetti sono contenuti in un imballaggio secondario che deve essere conservato in un luogo asciutto. Vanno manipolati con guanti asciutti e immessi direttamente nel serbatoio, non producono polvere, non esistono contenitori da bonificare. I sacchetti hanno dosaggi fissi.

Queste due ultime formulazioni offrono il vantaggio di essere meno pericolose per l'operatore e di agevolare l'utilizzatore nella preparazione della miscela.

Ad esempio i PF in granuli disperdibili si versano direttamente nel serbatoio dell'irroratrice dopo averla riempita per circa un quarto del quantitativo di acqua necessaria, messo in funzione gli agitatori e sollevato il filtro a cestello. Reinserito il filtro, si aggiunge la restante parte di acqua necessaria alla corretta bagnatura della vegetazione.

Nell'ambito dei PF da utilizzare per trattamenti liquidi, sono da considerare, con particolare interesse, le formulazioni confezionate in sacchetti idrosolubili. Queste confezioni sono caratterizzate da contenitori che si sciolgono a contatto con l'acqua e che tutelano maggiormente l'operatore durante la preparazione della sospensione, poiché non producono polvere durante tale operazione; essi eliminano, inoltre, il problema rappresentato dall'utilizzo parziale di confezioni (che sono richiudibili) nonché quello dei rifiuti costituiti dai contenitori vuoti (vanno smaltiti solo gli imballaggi secondari) dei PF utilizzati.

I formulati in microgranuli possono essere contenuti in astucci richiudibili ermeticamente in caso di uso parziale; per i PF liquidi vi sono contenitori in plastica a bocca larga che consentono una migliore manipolazione e dosaggio nonché un perfetto risciacquo.

Formulazioni per esche

Sono caratterizzate dal fatto che la sostanza attiva è mescolata a una sostanza appetita dalla specie da combattere. Le esche possono essere commercializzate pronte all'uso, e in questo caso il PF viene compresso in cilindretti (pellets) di piccole dimensioni, oppure possono essere preparate in campo utilizzando materiale alimentare (crusca, risina, melasso, zucchero). Questi prodotti rappresentano un efficace mezzo di lotta contro insetti terricoli masticatori (grillotalpa, lepidotteri notturni, limacce e lumache, ecc.).

Formulazioni per iniezioni ai tronchi

Per la difesa fitosanitaria possono anche essere impiegati PF (fungicidi e insetticidi) e coadiuvanti appositamente formulati per diffondersi agevolmente lungo i vasi in cui scorre la linfa e da lì diffondersi in tutte le parti della pianta (endoterapia).

I trattamenti endoterapici si suddividono, in base alla tecnica di introduzione del PF all'interno della pianta, in due categorie:

- **iniezioni ad assorbimento naturale**, quando il PF viene assorbito attivamente dalla pianta, tramite infusione o perfusione;
- **iniezioni a pressione o a micropressione**, quando il PF viene introdotto forzatamente nell'albero.

I trattamenti endoterapici non possono essere effettuati con gli stessi preparati utilizzati per i trattamenti alla chioma, in quanto occorrono formulazioni appositamente sviluppate e registrate per questo specifico campo d'impiego.

I principali vantaggi offerti da questa metodologia di applicazione consistono in:

- una maggiore efficacia rispetto ai tradizionali trattamenti per irrorazione, legata anche al fatto che il PF non subisce l'azione dilavante degli agenti atmosferici (piogge in particolare);
- una prolungata persistenza d'azione, che in molti casi permette di effettuare i trattamenti ad anni alterni;
- una riduzione del numero degli interventi e delle dosi di applicazione;
- una minore dispersione nell'ambiente, quindi un minore impatto ambientale.

Va rilevato che l'endoterapia ha, spesso, costi superiori ai trattamenti tradizionali e la necessità di praticare dei buchi sulla pianta può determinare effetti indesiderati difficilmente prevedibili.

- Le formulazioni più recenti (granuli disperdibili, fluidi micro incapsulati, ecc.) offrono il vantaggio di essere meno pericolose per l'operatore e di agevolare l'utilizzatore nella preparazione della miscela da irrorare.

- Le confezioni dei PF sono state innovate per meglio adattarsi alle esigenze poste dallo smaltimento dei contenitori vuoti.

Formulazioni per trattamenti gassosi

I PF per i trattamenti gassosi, detti anche **fumiganti**, agiscono sui parassiti delle piante con sostanze attive (solide, liquide o gassose) che al momento della distribuzione sviluppano gas o vapore.

Sono utilizzati, prevalentemente, per disinfettare o disinfestare i terreni, le derrate alimentari nei magazzini e nelle operazioni di quarantena.

I trattamenti fumiganti al terreno vengono effettuati mediante iniezione diretta, allo stato di gas o di vapore, e agiscono nei confronti di insetti, nematodi, funghi, batteri e semi di piante infestanti.

Sono generalmente prodotti tossici, alcuni ad attività anticrittogamica (metham-sodium, metham potassio, ecc.), il dazomet con azione prevalentemente fungicida ed erbicida e altri ad ampio spettro d'azione, con azione nematocida ed erbicida (cloropicrina, ecc.).

Le modalità di applicazione dipendono dalle caratteristiche di volatilità delle sostanze: si possono impiegare pali iniettori, tubi assolcatori, soluzioni acquose, ed eventuale copertura del terreno con di fogli di polietilene.

I trattamenti fumiganti di locali e di derrate alimentari conservate in magazzini sono generalmente realizzati con idrogeno fosforato o fosfina.

Le fumigazioni possono essere effettuate solo se autorizzate. La disciplina per il rilascio e il rinnovo dell'abilitazione all'impiego di gas tossici, prevede che siano le Aziende ULSS aventi sede nel capoluogo di provincia a "disciplinare l'esercizio delle funzioni amministrative concernenti il rilascio ed il rinnovo della patente di abilitazione all'impiego di gas tossici". La domanda va presentata al comune di residenza del richiedente, comune che provvede alla trasmissione della richiesta all'Azienda sanitaria con sede nel capoluogo di provincia. La patente di abilitazione all'impiego di gas tossici ha validità 5 anni, trascorsi i quali va rinnovata. Il titolare dell'autorizzazione ogni qual volta intenda utilizzare gas tossici deve preventivamente presentare all'Azienda ULSS territorialmente competente, domanda di licenza d'uso con l'anticipo temporale dovuto (tre giorni se il luogo previsto per l'utilizzo è l'aperta campagna) e le dichiarazioni di cui al Regio Decreto n. 147 del 9.1.1927.

Formulazioni per trattamenti con mezzi aerei

I trattamenti con mezzi aerei sono realizzabili solo con PF anticrittogamici appositamente autorizzati, con specifico provvedimento e per periodo massimo di 120 giorni, per essere distribuiti solo per le colture riportate in etichetta. Si tratta, infatti, di formulazioni particolari che limitano al massimo i problemi di deriva. Questi PF contengono, oltre alla sostanza attiva, dei coadiuvanti "antideriva", che hanno lo scopo di impedire che la soluzione distribuita dal mezzo aereo si disperda nell'ambiente circostante a quello interessato dal trattamento.

I trattamenti con il mezzo aereo possono essere eseguiti solamente sulle colture di grano, vite, olivo e pioppo e devono essere autorizzati dal Servizio Fitosanitario Regionale. Tale autorizzazione è subordinata al parere positivo espresso dalla competente Azienda ULSS e può essere concessa solo in casi straordinari e di dimostrata necessità. In Veneto i trattamenti con il mezzo aereo sono realizzati con l'elicottero o altro mezzo aereo, purché autorizzato dal Ministero dei trasporti e aviazione civile.

- I trattamenti con mezzo aereo sono realizzabili con specifico provvedimento, per periodo massimo di 120 giorni, solo con PF appositamente autorizzati.