



syngenta[®]

Sicurezza, disponibilità
e qualità degli alimenti

Il ruolo degli agrofarmaci
e il significato dei residui



Testi di Syngenta Product Safety – Jealott's Hill
Traduzione e adattamento di E. Volpi, Syngenta Italia S.p.A.

Prefazione

Che si tratti di un argomento controverso è evidente anche dai vari termini utilizzati per descriverli. Sono i prodotti chimici di sintesi, semisintetici o estratti di piante, utilizzati in agricoltura per difendere le colture da infestanti di vario tipo, permettendone così una migliore resa e la conservazione. Sono impiegati anche in sanità pubblica per il controllo degli insetti vettori di malattia, quali la zanzara anofele vettore della malaria, o degli insetti "noiosi", quali la "zanzara tigre", o per il controllo di erbe infestanti in parchi, strade e ferrovie.

Sono gli "agrofarmaci", così come denominati in questa chiara e agile pubblicazione, che affronta il problema del loro uso in agricoltura.

Per la legislazione italiana sono "prodotti fitosanitari"; per altri sono "antiparassitari". Nessuno di questi termini, come spesso accade nel nostro complesso mondo, li descrive accuratamente e il termine di uso più frequente è quello semanticamente meno corretto: tutti conoscono i "pesticidi", termine evocativo di antiche epidemie, con le quali invece questi composti nulla hanno a che fare, essendo questa l'italianizzazione della parola inglese "pesticide" che deriva da "pest" (flagello).

Comunque, al di là delle discussioni semantiche importanti per i risvolti sulla comunicazione e percezione, l'uso di queste sostanze ha permesso e permette, pur tra errori e abusi anche molto evidenti nel passato, la ricca e sicura produzione di alimenti di cui la popolazione mondiale ha avuto, ha e avrà sempre più necessità.

Questa pubblicazione tratta in modo accessibile anche ai non addetti ai lavori i complessi argomenti che riguardano questi composti. Perché e come si usano, per combattere quali problemi, quali sono le conseguenze, per gli alimenti e per i consumatori.

L'articolata legislazione europea e mondiale, che ne autorizza, regola, controlla e monitora l'uso è spiegata in modo semplice, nella sua complessità e severità. Di ben poche altre sostanze è richiesta una così corposa mole d'informazioni prima di autorizzarne l'uso. La pubblicazione tratta inoltre il concetto di agricoltura sostenibile e lotta integrata, sottolinea l'importanza della formazione degli agricoltori per ottimizzare l'uso degli agrofarmaci e per beneficiare di tutti gli strumenti disponibili per la lotta agli organismi dannosi: scelte agronomiche appropriate, controllo biologico, o con mezzi fisici e meccanici.

È questo quindi un documento che fornisce informazioni utili in un campo così complesso.

Ne è consigliata la lettura a chiunque è interessato al problema. I professionisti, non specialisti dell'argomento, troveranno anche utili dettagli tecnici.

Buona lettura



Prof. Angelo Moretto

Università degli Studi di Milano

Indice

Cosa sono gli agrofarmaci	<i>pag.</i>	6
Perché abbiamo bisogno degli agrofarmaci	<i>pag.</i>	8
Come vengono applicati gli agrofarmaci e perché possono lasciare residui nelle colture	<i>pag.</i>	10
Quantificazione dei residui di agrofarmaci negli alimenti	<i>pag.</i>	12
Come viene valutata la sicurezza alimentare	<i>pag.</i>	14
Modelli alimentari e dati sui consumi	<i>pag.</i>	16
Residui negli alimenti trasformati	<i>pag.</i>	18
Residui in latte, carne e uova	<i>pag.</i>	20
Cosa sono i Limiti Massimi di Residui (LMR)	<i>pag.</i>	22
Controllo dei residui di agrofarmaci negli alimenti	<i>pag.</i>	24
LMR armonizzati e tolleranze all'importazione	<i>pag.</i>	26
Requisiti secondari della filiera agroalimentare	<i>pag.</i>	28
Residui multipli negli alimenti	<i>pag.</i>	30
Riduzione dei residui di agrofarmaci nelle colture	<i>pag.</i>	32
Difesa integrata delle colture	<i>pag.</i>	34
Tossine naturali delle piante	<i>pag.</i>	36
Percezione del rischio e fattori comuni di rischio	<i>pag.</i>	38
Sicurezza dell'approvvigionamento alimentare e commercio globale degli alimenti	<i>pag.</i>	40
Agricoltura sostenibile e soluzioni integrate per le colture	<i>pag.</i>	42
Normativa di riferimento sugli agrofarmaci	<i>pag.</i>	45
Abbreviazioni e glossario	<i>pag.</i>	46

Cosa sono gli agrofarmaci



La FAO, l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura, ha definito gli agrofarmaci come

Qualunque sostanza o miscela di sostanze utilizzate per la prevenzione, l'eliminazione o il controllo degli organismi nocivi

La FAO ha stilato un lungo elenco di esempi, ma un organismo nocivo è sostanzialmente qualcosa che si trova nel posto sbagliato al momento sbagliato e che causa un effetto indesiderato. L'effetto indesiderato può variare da una lieve irritazione causata dalle pulci in un animale domestico alla completa distruzione di un campo di patate non trattato a causa della peronospora.

I nomi attribuiti alle diverse tipologie di agrofarmaci ne descrivono l'azione, seguita dal suffisso "cida", che significa "che elimina".

Le tipologie di agrofarmaci più comuni (e gli organismi bersaglio) sono:

- > erbicidi (piante infestanti)
- > insetticidi (insetti quali afidi e larve)
- > fungicidi (funghi dannosi quali ruggini e muffe)

Altre tipologie importanti ma meno note sono:

- > rodenticidi (roditori)
- > molluschicidi (lumache e chioccioline)
- > nematocidi (nematodi)

Gli agrofarmaci possono essere di origine naturale o di sintesi (fabbricati dall'uomo). Gli agrofarmaci di origine naturale possono essere di natura organica (prodotti da piante, funghi, batteri, ecc.) o inorganica, ossia a base di zolfo, rame e arsenico.

Storia degli agrofarmaci

L'uomo utilizza da moltissimo tempo gli agrofarmaci; la maggioranza delle sostanze utilizzate era di origine naturale.

La prima documentazione sull'uso di insetticidi risale a circa 4500 anni fa. I sumeri utilizzavano composti a base di zolfo per controllare insetti e acari. Circa 3200 anni fa i cinesi utilizzavano composti a base di mercurio e arsenico per difendersi dai pidocchi.

Muffe e marciumi erano combattute con il fumo: letame, corna di animali e residui vegetali venivano bruciati in modo che il fumo, acre, si diffondesse sull'intera coltura.

Il piretro, ricavato dai fiori essiccati di *Chrysanthemum cinerariaefolium*, è stato utilizzato come insetticida per oltre 2000 anni e viene impiegato ancora oggi.

Nel corso degli anni, la sperimentazione e la ricerca hanno permesso di scoprire, anche in modo casuale, altri agrofarmaci naturali.

Tra gli insetticidi derivanti dalle piante ricordiamo il veratro per il controllo dei pidocchi e la nicotina per il controllo degli afidi. Verso la fine del 1800 è aumentato l'utilizzo di sostanze chimiche inorganiche, tra le quali la poltiglia bordolese, un fungicida a base di solfato di rame e calce, e i composti dell'arsenico utilizzati come insetticidi per la lotta alla dorifora della patata.

I primi agrofarmaci di sintesi consistevano in trattamenti alle sementi a base di composti organici del mercurio. Negli anni '40,

la necessità di incrementare la produzione alimentare ha portato allo sviluppo di diverse nuove sostanze chimiche, quali i clororganici (DDT) e gli erbicidi selettivi.

Queste nuove sostanze chimiche erano molto più efficaci e affidabili e più semplici e sicure da usare rispetto alle alternative naturali, quali l'acido solforico e la nicotina.

A partire dagli anni '60 si è verificato un enorme cambiamento della normativa che ha determinato quali sostanze potessero essere impiegate come agrofarmaci e a che condizioni.

Gli agrofarmaci, grazie agli sviluppi della ricerca, sono progettati per essere utilizzati in modo specifico solo su alcuni organismi nocivi. Grazie alle moderne e precise attrezzature di distribuzione e all'impiego a dosi molto basse, comportano un minore impatto sulle specie non bersaglio e sull'ambiente.

Molti degli attuali agrofarmaci di sintesi sono derivati da sostanze chimiche presenti in natura, come ad esempio:

> lambda cialotrina dal piretro (margherite)

> azossistrobina dalle strobilurine (funghi)

> mesotrione dal callistemon (pianta scovolino)

Batteri e funghi sono inoltre conosciuti e impiegati come agenti di controllo biologico, tra i quali *Bacillus thuringiensis* e *Verticillium* spp, entrambi dotati di attività insetticida.

Agrofarmaci moderni

È sorprendente quanto le piante siano brave a difendersi e come siano in grado di produrre un'ampia gamma di agrofarmaci. In realtà, il 99,99% di tutti gli agrofarmaci ai quali siamo esposti viene prodotto dalle piante stesse.

"Solo lo 0,01% circa delle sostanze chimiche ad azione fungicida e insetticida è di sintesi"

Bruce Ames, University of California,
Dietary pesticides (99,99% all natural), Proc. Natl. Acad. Sci. USA,
Vol. 87, pp 7777-7781, October 1990, Medical Sciences

Le piante di patata attaccate dalla dorifora aumentano di oltre il 50% la produzione di alcaloidi tossici. Ciò risulta vantaggioso per la pianta, ma non per noi, poiché la caconina e la solanina sono tossiche per l'uomo.

In alcuni casi le piante sono in grado di difendersi efficacemente dagli attacchi di parassiti e malattie, ma, se non riescono a farlo, si rende necessario l'utilizzo di sostanze chimiche di sintesi, in particolare insetticidi e fungicidi.

Se una pianta è sotto stress a causa della competizione con le infestanti per acqua, luce o sostanze nutritive o per effetto di condizioni estreme di temperatura e umidità, potrebbe non avere

energie sufficienti per proteggersi da patogeni e parassiti.

Inoltre, l'energia utilizzata per l'autodifesa della pianta, potrebbe compromettere quantità e qualità della produzione.

Gli agrofarmaci svolgono un ruolo importante lungo l'intera filiera agroalimentare, dalla protezione delle sementi e delle coltivazioni alla prevenzione delle perdite durante le operazioni di confezionamento, lavorazione e trasporto.

Gli agrofarmaci tutelano:

> la resa delle colture

> la qualità dei prodotti

> l'aspetto dei prodotti

> la conservabilità degli alimenti

I moderni agrofarmaci sono studiati per essere:

> **sicuri** – non devono essere dannosi per l'uomo, le specie non bersaglio e l'ambiente

> **specifici** – devono essere efficaci contro gli organismi nocivi da combattere

> **poco persistenti** – dopo aver esplicato la loro azione, devono degradarsi in composti chimici innocui. Non devono residuare o accumularsi nelle parti eduli delle colture o nell'ambiente.

Perché abbiamo bisogno degli agrofarmaci

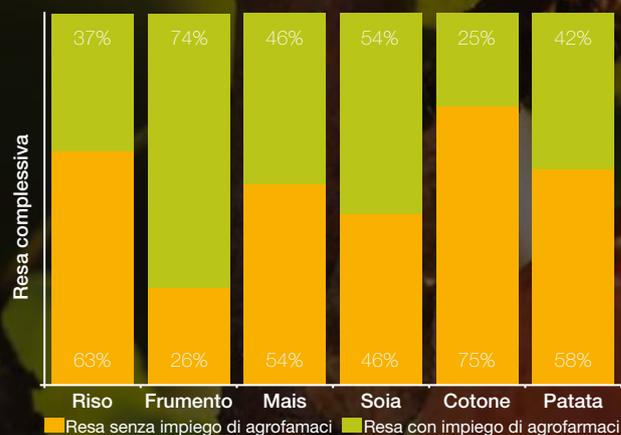


Gli agrofarmaci aumentano la resa delle colture e ne proteggono la qualità. È stato stimato che il 30-40% delle nostre derrate andrebbe perso senza una adeguata protezione delle colture.

I consumatori moderni apprezzano la disponibilità lungo tutto il corso dell'anno di un'ampia gamma di alimenti di qualità; senza l'impiego degli agrofarmaci non sarebbe possibile garantire tutto questo a prezzi accessibili. È essenziale trovare un equilibrio tra l'utilizzo delle minori quantità possibili di sostanze chimiche e la necessità di garantire salubrità e accessibilità degli alimenti.

Perché dobbiamo proteggere e migliorare la resa delle colture?

- > Aumento della popolazione mondiale
- > Diminuzione dei terreni coltivabili
- > Limitata disponibilità di acqua e combustibili fossili
- > Cambiamenti climatici e catastrofi naturali
- > Aumento delle coltivazioni per la produzione energetica
- > Maggiore richiesta di prodotti di origine animale



Fonte: Oerke, E-C. J.Agric. Sci. (2006) 144, 31-43.

Popolazione globale e terreno coltivabile

Secondo l'ONU il 31 ottobre 2011 la popolazione mondiale ha raggiunto i sette miliardi di persone; si prevede che possa raggiungere i nove miliardi entro il 2050 (UNPF 2005). È stato stimato che nei prossimi 50 anni gli agricoltori dovranno produrre tanto quanto è stato prodotto nei primi 10.000 anni di agricoltura. Tuttavia, la quantità di terreno disponibile per la coltivazione è in diminuzione a causa della costruzione di nuove strade, dell'urbanizzazione e della desertificazione causata dai cambiamenti climatici e della cattiva gestione del suolo. Per produrre una maggiore quantità di cibo abbiamo due alternative: aumentare la superficie di terreno coltivabile a spese di foreste e pascoli o riuscire a ottenere una maggiore quantità di cibo in modo sostenibile dal terreno disponibile. Quest'ultima alternativa è definita agricoltura intensiva sostenibile.

Ottenere una resa maggiore dal terreno coltivabile disponibile è importante anche per ottimizzare l'uso di risorse limitate, quali acqua e carburanti, e per ridurre le emissioni di anidride carbonica.

Modifica delle abitudini alimentari

Il regime alimentare nella maggior parte dei Paesi sviluppati contiene un'alta percentuale di proteine animali, mentre nei Paesi più poveri la dieta è basata essenzialmente su cereali e amidi. Con lo sviluppo e il miglioramento delle condizioni economiche, aumenta la domanda di carne e di prodotti di origine animale; tuttavia l'allevamento del bestiame richiede grandi quantità di proteine vegetali. È stato calcolato che per produrre 1 kg di carne di manzo occorrono circa 6 kg di grano.

Sicurezza dell'approvvigionamento alimentare

Senza l'impiego degli agrofarmaci, interi raccolti andrebbero perduti. Nel XIX secolo una malattia crittogamica chiamata peronospora determinò la distruzione dell'intero raccolto di patate in Irlanda; la conseguente carestia (1845-1847) causò la morte per fame di oltre un milione di persone. La peronospora rimane tutt'ora una delle principali avversità della patata. Varietà resistenti e buone pratiche di coltivazione aiutano a controllarla, ma i fungicidi sono indispensabili per evitare ingenti danni alla coltura.

Allo stesso modo, la septoria del grano, il verme rosso del cotone e la ruggine della soia possono distruggere completamente le colture. Grazie agli agrofarmaci, è improbabile che una coltura venga completamente distrutta da parassiti o malattie. Tuttavia, la continuità dell'approvvigionamento alimentare non deve essere data per scontata. Gli scarsi raccolti causati da eventi calamitosi naturali quali siccità (Australia), alluvioni (India) o incendi hanno contribuito all'aumento dei prezzi degli alimenti che a sua volta ha scatenato nel 2008 sommosse popolari in diverse parti del mondo.

Biocarburanti

Sono in aumento le superfici coltivate a mais, colza e canna da zucchero per la produzione di biocarburanti. Le colture oleaginose vengono trasformate in biodiesel, mentre le colture ricche di amido/zuccheri vengono avviate alla produzione di bioetanolo mediante fermentazione. È probabile che, grazie allo sviluppo della ricerca, queste alternative ai combustibili fossili diventino più efficienti ed economiche. I biocarburanti continueranno presumibilmente a svolgere un ruolo importante nella produzione di energia rinnovabile.

Altri impieghi e vantaggi degli agrofarmaci

In Africa, tradizionalmente, i piccoli agricoltori controllano le infestanti con il diserbo manuale, affidato soprattutto a donne e bambini che si servono di zappe corte. Fino al 70% della manodopera impiegata nelle operazioni agricole è dedicata al diserbo, poiché le infestanti possono causare perdite che variano dal 25% al 100% del raccolto. L'impiego di erbicidi contribuisce a migliorare la resa evitando ore di lavoro massacrante; consente inoltre ai bambini di frequentare la scuola e alle donne di piantare altre colture da reddito o di svolgere altre attività al di fuori dell'ambito agricolo.

"Le zappe corte rendono il diserbo più facile e veloce, ma fanno venire il mal di schiena. Ma non possiamo farci nulla, perché se ci limitassimo a lamentarci e non lavorassimo, moriremmo di fame!"

Gruppo di donne, Zambia

La malaria colpisce la metà della popolazione mondiale causando oltre 750.000 morti all'anno. È particolarmente devastante in Africa, dove si verificano il 90% delle morti per malaria, e un bambino muore ogni 45 secondi a causa di questa malattia. La malaria viene generalmente contratta in seguito alla puntura di una zanzara infetta durante il sonno. La prima difesa contro le zanzare consiste nell'utilizzare zanzariere da letto trattate con insetticidi persistenti. Questo tipo di zanzariere è risultato in grado di ridurre del 50% i casi di malaria nei bambini e del 20% le morti infantili. L'utilizzo di zanzariere trattate contribuisce anche a proteggere le persone che dormono nelle vicinanze. Si è stimato che l'intera comunità sarebbe protetta se l'80% delle persone dormisse sotto una zanzariere.

Parassiti e malattie causano ingenti perdite di derrate dopo la raccolta. Tali perdite peggiorano gli effetti delle crisi alimentari e vanificano le risorse, quali acqua e carburanti, utilizzate per la coltivazione. Quando acquistiamo prodotti alimentari, tendiamo a scartare gli articoli danneggiati o ammuffiti perché non hanno un bell'aspetto, non durerebbero a lungo e potrebbero avere sapore e consistenza alterati. L'impiego di agrofarmaci, prima e dopo la raccolta, aiuta a proteggere le colture durante il trasporto dal campo al luogo di vendita e durante il periodo di conservazione. Il ruolo degli agrofarmaci nell'igiene alimentare - ovvero nella prevenzione della contaminazione microbica dovuta a roditori, mosche ed altri insetti - è molto importante per la salute.

Come vengono applicati gli agrofarmaci e perché possono lasciare residui nelle colture



Gli agrofarmaci svolgono un ruolo importante nell'intero processo produttivo, dalla protezione del seme e della coltura alla prevenzione delle perdite dopo la raccolta.

Gli agrofarmaci devono essere utilizzati tempestivamente contro parassiti, malattie o erbe infestanti per evitare che le colture vengano danneggiate.

L'attacco di un parassita o di un patogeno non si verifica necessariamente una sola volta durante il ciclo vegetativo della coltura; è quindi importante che un agrofarmaco sia in grado di offrire una protezione prolungata, come mostrato nell'esempio riguardante melo e pero. Gli agricoltori hanno bisogno di un prodotto che assicuri una protezione duratura della coltura e che si degradi rapidamente una volta esplicito il suo effetto. Si tratta di un compromesso difficile da raggiungere ma comunque alla portata della maggior parte degli agricoltori.

Dopo l'applicazione, gli agrofarmaci sono soggetti a processi di degradazione nella pianta e ad opera della luce solare. Tuttavia, quantità minime, chiamate residui, possono rimanere fino al momento della raccolta. Questi residui possono essere costituiti dalla sostanza attiva originaria e/o dai suoi prodotti di degradazione, chiamati metaboliti. I residui degli agrofarmaci sono soggetti a regolamentazione e monitoraggio.

Negli alimenti si possono ritrovare anche i residui degli agrofarmaci naturali che la pianta produce per autodifesa, che non sono tuttavia regolamentati o monitorati.

Diverse modalità di impiego degli agrofarmaci

La modalità di applicazione è il modo in cui gli agrofarmaci vengono impiegati sulla coltura. Le principali modalità di applicazione impiegate per la protezione delle colture sono:

- > concia delle sementi (trattamento dei semi)
- > applicazioni al terreno (distribuzione di granuli o in soluzione)
- > irrorazioni fogliari
- > trattamenti post-raccolta mediante irrorazione o immersione

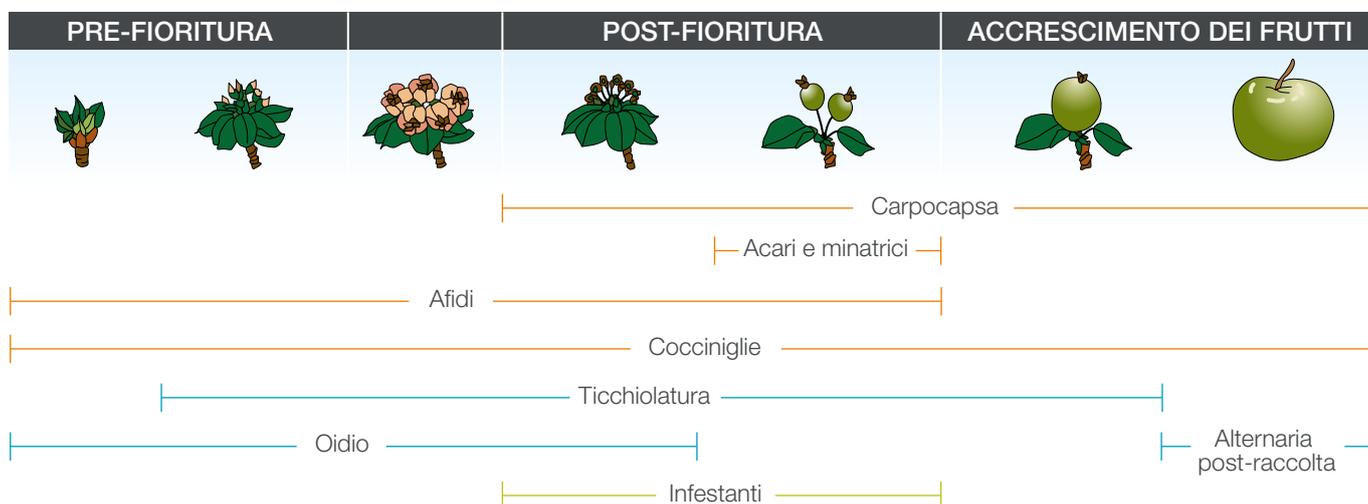
In ambito non agricolo, ad esempio in parchi pubblici o in aree edificate, ecc., è possibile utilizzare altri metodi di applicazione degli agrofarmaci quali l'iniezione nel tronco degli alberi, la spennellatura delle infestanti con erbicidi o il trattamento dei tessuti (es. zanzariere) per creare una barriera ai parassiti.

Il metodo di applicazione dipende dal tipo di parassita o di malattia da controllare e dalle proprietà intrinseche dell'agrofarmaco.

In generale, più lungo è il periodo tra il trattamento e la raccolta, noto come intervallo di sicurezza o tempo di carenza, minore sarà il livello di residui rimasti. Pertanto, i semi trattati origineranno di conseguenza residui minimi nella coltura, mentre i trattamenti post-raccolta utilizzati per le colture destinate ad essere trasportate o conservate per lungo tempo (come ad esempio ortaggi a radice o frutti tropicali) lasceranno residui più alti.

Numerose prove di campo vengono realizzate secondo linee guida europee per valutare come i livelli di residui possono variare in base alla coltura, alla varietà, alla zona di coltivazione e al tipo di agrofarmaco.

Parassiti e malattie di melo e pero



Quantificazione dei residui di agrofarmaci negli alimenti



Per “residui” di agrofarmaci si intendono le quantità minime di sostanze chimiche che possono rimanere nella coltura in seguito all’applicazione degli agrofarmaci. Il “residuo” può essere costituito dalla sostanza chimica applicata (sostanza attiva di partenza), dai prodotti di degradazione (chiamati metaboliti) oppure dalla combinazione di entrambi.

I residui di agrofarmaci negli alimenti sono normalmente espressi in mg/kg, ovvero milligrammi di sostanza in un chilogrammo di prodotto agricolo – questo ordine di grandezza può essere espresso anche come parti per milione (ppm).

La determinazione dei residui di agrofarmaci ha la sua base scientifica nella chimica analitica. Ogni analisi è volta a determinare due elementi, “che cosa c’è” e “in quale quantità”.

Le metodiche analitiche utilizzate per misurare i residui sono complesse e diversificate, ma basate sugli stessi principi:

- > campionamento e preparazione dei campioni
- > estrazione
- > purificazione
- > misurazione

I campioni per le analisi devono essere rappresentativi del lotto interessato; ad esempio, un paio di foglie di cavolo potrebbero essere sufficienti per effettuare un’analisi, ma non sarebbero rappresentative del livello di residui presente in un campo di cavoli.

Di solito la coltura viene preparata nella forma in cui viene commercializzata, ad esempio vengono rimosse le foglie esterne, la terra, le radici e così via. Il campione viene quindi sminuzzato fino ad ottenere un prodotto omogeneo. Una piccola quantità predeterminata (sub-campione) viene prelevata e sottoposta all’ estrazione dell’ agrofarmaco tramite un solvente quale acetonitrile o metanolo.

A seconda delle proprietà dell’ agrofarmaco, del tipo di coltura e della strumentazione utilizzata, può risultare necessario un passaggio di purificazione – poiché il solvente potrebbe estrarre dal campione di coltura anche altre sostanze chimiche che potrebbero interferire con l’ analisi. Infine la soluzione contenente l’ agrofarmaco estratto viene inserita nella strumentazione analitica per eseguire la misurazione.

I moderni strumenti di analisi, quali la spettrometria di massa ad alte prestazioni, sono così sensibili da consentire la misurazione di livelli sempre più bassi di agrofarmaci, rendendo la rilevazione di parti per miliardo una pratica comune. La strumentazione più recente ha inoltre semplificato l'analisi, rendendo sempre più rara la necessità di ricorrere a complesse procedure di purificazione e concentrazione dei campioni.

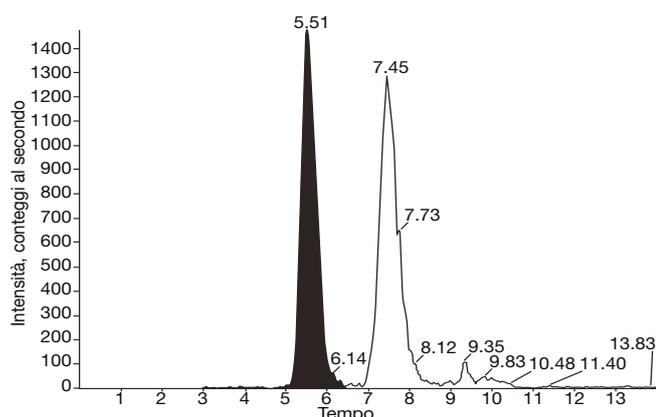
Il livello più basso di un residuo che può essere misurato in maniera affidabile rappresenta il Limite di Quantificazione (LQ) del metodo. Diverso è il Limite di Rilevazione (LR) che rappresenta il più basso livello di residuo rilevabile e che varia in funzione della strumentazione, dell'operatore, ecc.

Nell'Unione Europea il LQ predefinito è 0,01 mg/kg, ma può essere a volte superiore nel caso di colture difficili da analizzare (ad esempio il luppolo).

Un valore di 0,01 mg/kg è paragonabile a:

- > 1 secondo in 3 anni
- > la superficie di mezzo campo da calcio rispetto alla superficie dell'Italia
- > lo spessore di un foglio di carta rispetto all'altezza dell'Everest
- > un granello di sale in una piscina

Nella maggior parte della strumentazione analitica il "cosa" viene identificato in base al tempo che un picco impiega per apparire sul grafico, mentre il "quanto" corrisponde all'ampiezza del picco. Per verificare e confermare i risultati delle analisi si utilizzano standard costituiti dal composto chimico puro a diverse concentrazioni.



La chimica analitica insegna che i livelli di residui non dovrebbero mai essere indicati come zero, ma più correttamente come inferiori al Limite di Quantificazione del metodo di analisi.

Questo perché il limite di rilevabilità dipende da diversi fattori, quali la strumentazione, la natura chimica dell'agrofarmaco, la coltura, ecc. Anche se tutte le apparecchiature hanno un livello in

corrispondenza del quale un picco è troppo piccolo per essere rilevato, è possibile risolvere il problema aumentando la quantità del campione e concentrando e purificando l'estratto. Se ora misuriamo i mg/kg (10^{-6}), con l'utilizzo di queste nuove tecniche è possibile rilevare i $\mu\text{g}/\text{kg}$ (10^{-9}) o addirittura i ng/kg (10^{-12}). Questo comporta inevitabilmente un notevole aumento del costo dell'analisi, ma pone anche l'interrogativo sul significato pratico di questi livelli infinitesimi di residui.

Quando un nuovo agrofarmaco viene immesso sul mercato, viene normalmente richiesta la messa a punto di due metodi analitici:

- > un metodo singolo estremamente accurato e preciso per l'analisi dei campioni ottenuti dalle sperimentazioni in campo
- > un metodo (multiresiduo) per il monitoraggio degli agrofarmaci da parte delle autorità nazionali competenti e della filiera agroalimentare. Questi metodi vengono validati su diverse tipologie di colture (oleaginose, secche, ad alto contenuto di acqua, ad alto contenuto di acidità).

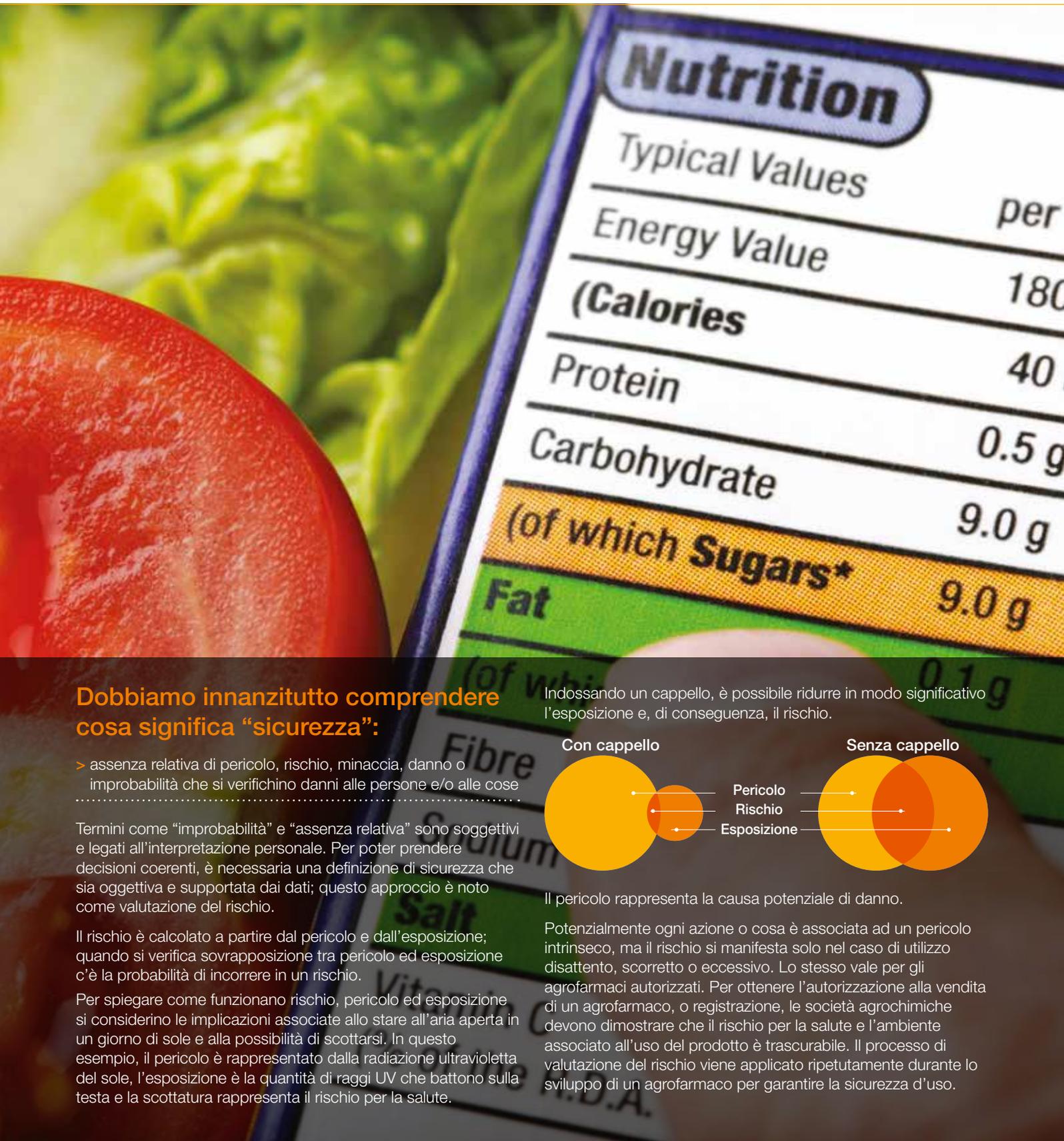
I metodi analitici singoli possono essere estremamente precisi ed accurati in quanto messi a punto in funzione delle caratteristiche chimiche di un solo agrofarmaco. I metodi multiresiduo sono meno accurati, perché le condizioni operative sono necessariamente un compromesso tra quelle ottimali per ciascun agrofarmaco da ricercare. I primi metodi multiresiduo erano in grado di determinare circa 60-80 sostanze diverse, mentre oggi possono analizzarne 300-400. I metodi multiresiduo sono generalmente adeguati per l'identificazione degli agrofarmaci, ma non per la determinazione precisa delle quantità presenti; in linea di principio ogni determinazione analitica di un agrofarmaco dovrebbe essere confermata attraverso l'impiego di un metodo singolo.

È sempre importante ricordare che il dato deve essere accompagnato da una corretta interpretazione e che il risultato analitico può trarre in inganno; ciò può essere dovuto a numerose cause:

- > campionamento non rappresentativo
- > errore nella preparazione del campione
- > contaminazione delle apparecchiature
- > reagenti di bassa qualità o metodo non adeguato

Una qualsiasi di queste situazioni può portare a una stima per eccesso o per difetto del livello di un agrofarmaco, oppure far ritenere un campione di coltura contaminato da un agrofarmaco che in realtà non è presente. Per ottenere elevati livelli di accuratezza e precisione è essenziale che il personale addetto alle analisi sia adeguatamente formato e che vengano adottate buone pratiche di laboratorio. Ci sono molti enti che certificano i laboratori di analisi, elencati nel sito web della International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Come viene valutata la sicurezza alimentare



Dobbiamo innanzitutto comprendere cosa significa “sicurezza”:

> assenza relativa di pericolo, rischio, minaccia, danno o improbabilità che si verifichino danni alle persone e/o alle cose

Termini come “improbabilità” e “assenza relativa” sono soggettivi e legati all’interpretazione personale. Per poter prendere decisioni coerenti, è necessaria una definizione di sicurezza che sia oggettiva e supportata dai dati; questo approccio è noto come valutazione del rischio.

Il rischio è calcolato a partire dal pericolo e dall’esposizione; quando si verifica sovrapposizione tra pericolo ed esposizione c’è la probabilità di incorrere in un rischio.

Per spiegare come funzionano rischio, pericolo ed esposizione si considerino le implicazioni associate allo stare all’aria aperta in un giorno di sole e alla possibilità di scottarsi. In questo esempio, il pericolo è rappresentato dalla radiazione ultravioletta del sole, l’esposizione è la quantità di raggi UV che battono sulla testa e la scottatura rappresenta il rischio per la salute.

Indossando un cappello, è possibile ridurre in modo significativo l’esposizione e, di conseguenza, il rischio.



Il pericolo rappresenta la causa potenziale di danno.

Potenzialmente ogni azione o cosa è associata ad un pericolo intrinseco, ma il rischio si manifesta solo nel caso di utilizzo disattento, scorretto o eccessivo. Lo stesso vale per gli agrofarmaci autorizzati. Per ottenere l’autorizzazione alla vendita di un agrofarmaco, o registrazione, le società agrochimiche devono dimostrare che il rischio per la salute e l’ambiente associato all’uso del prodotto è trascurabile. Il processo di valutazione del rischio viene applicato ripetutamente durante lo sviluppo di un agrofarmaco per garantire la sicurezza d’uso.

Calcolo dell'esposizione agli agrofarmaci

Il calcolo dell'esposizione agli agrofarmaci è semplice:

$$\frac{\text{residuo negli alimenti/bevande} \times \text{quantità di alimenti/bevande ingeriti}}{\text{peso corporeo}}$$

Il livello di residui utilizzato per il calcolo viene ricavato dalle prove residui di campo dove l'agrofarmaco viene applicato alle colture alle condizioni in grado di lasciare i residui più alti, identificate come Buona Pratica Agricola (BPA) critica.

Sono disponibili numerose tipologie di dieta, sia nazionali che globali, che forniscono dati sui consumi alimentari di diversi gruppi di consumatori quali vegetariani, bambini, donne in gravidanza, anziani ecc. Le diverse tipologie di dieta tengono conto anche delle differenze nei consumi a livello nazionale e regionale (esempio dieta mediterranea rispetto a quella dei Paesi del Nord Europa).

Questi calcoli tengono conto anche del consumo di prodotti trasformati e bevande, ricondotti ai prodotti grezzi di partenza. In alcuni Paesi il calcolo dell'esposizione comprende anche l'acqua potabile e gli eventuali residui derivanti da usi domestici, come l'impiego di prodotti contro le pulci che possono essere trasferiti, per contatto con gli animali, alle mani e quindi agli alimenti o direttamente alla bocca.

Definizione della pericolosità degli agrofarmaci

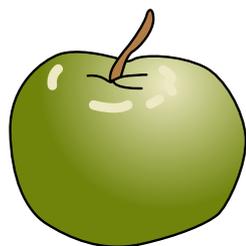
Nel processo di valutazione del rischio degli agrofarmaci, il pericolo viene quantificato identificando mediante calcolo una dose accettabile. Per stabilire questa dose, vengono effettuati diversi studi tossicologici in laboratorio, molti dei quali su topi, ratti e conigli.

Gli studi consentono di stabilire la quantità massima di sostanza che non causa la comparsa di effetti negativi nelle specie più sensibili la cui risposta biochimica è assimilabile a quella dell'uomo. Viene poi applicato un fattore di sicurezza 10 per tenere conto della possibile maggiore sensibilità dell'uomo rispetto agli animali utilizzati negli studi e un ulteriore fattore di sicurezza 10 per tenere conto della diversa sensibilità tra una persona e l'altra.

Se la dose che non causa effetti negativi negli animali da laboratorio è 5 mg/kg peso corporeo/giorno, la dose accettabile per l'uomo verrà fissata pari a 0,05 mg/kg peso corporeo/giorno.

5 mg/kg p.c./giorno : 10 = 0,5 mg/kg p.c./giorno

0,5 mg/kg p.c./giorno : 10 = 0,05 mg/kg p.c./giorno



**Dose senza effetti avversi
negli studi di laboratorio**



Quantità assumibile con la dieta

Possono essere calcolati due tipi di dose accettabile:

> riferita ad un consumo quotidiano - Dose Giornaliera Accettabile - ADI

> riferita ad un consumo elevato occasionale - Dosa Acuta di Riferimento - ARfD

Le dosi accettabili vengono fissate in modo da proteggere gli individui più sensibili.

Valutazione dei rischi degli agrofarmaci

Se l'esposizione all'agrofarmaco è inferiore alla dose accettabile, il suo impiego è considerato sicuro per i consumatori.

La valutazione del rischio è estremamente cautelativa:

> alla dose sicura per gli animali utilizzati nei test viene applicato un ampio fattore di sicurezza (minimo 100)

> si assume che tutti gli alimenti consumati siano ottenuti da colture trattate in campo con l'agrofarmaco in questione, mentre nella pratica agricola vengono normalmente impiegati numerosi prodotti diversi

> per calcolare l'esposizione dei consumatori, vengono utilizzati i Limiti Massimi di Residui (LMR) o i valori di residui ottenuti nelle prove sperimentali, mentre i dati di monitoraggio mostrano che i livelli di residui negli alimenti al consumo sono spesso molto più bassi

> i prodotti agricoli possono essere lavati, sbucciati, cotti o sottoposti a preparazioni di vario genere. Tutte queste operazioni possono ridurre ulteriormente il livello di residui

> nei modelli di calcolo dell'esposizione a breve termine vengono utilizzati livelli di consumo estremamente elevati

I rischi per i consumatori vengono valutati in modo indipendente dalle autorità, che decidono se concedere o meno l'autorizzazione all'impiego dei prodotti.

Modelli alimentari e dati sui consumi



Al fine di garantire che gli agrofarmaci siano sicuri per il consumatore, vengono condotte appropriate valutazioni del rischio dove i livelli stimati di esposizione agli agrofarmaci sono confrontati con le dosi giornaliere accettabili derivate dagli studi tossicologici.

Esposizione = consumo x livello di residui

Se l'esposizione, riferita al kg di peso corporeo, è < 100% della dose accettabile, l'impiego dell'agrofarmaco è sicuro per i consumatori. Nel caso di esposizione acuta, il livello accettabile è espresso dalla Dose Acuta di Riferimento (Acute Reference Dose = ARfD).

Nel caso di esposizione a lungo termine tale livello è rappresentato dalla Dose Giornaliera Accettabile (Acceptable Daily Intake = ADI). L'esposizione viene stimata inizialmente utilizzando lo scenario più critico. Se la prima stima dell'esposizione è > 100% della dose accettabile, viene rifatta la valutazione perfezionando il processo attraverso l'uso di dati più realistici.

Se la valutazione del rischio perfezionata evidenzia ancora un rischio potenziale per i consumatori, è necessario operare per ridurre i livelli dei residui, generalmente modificando le dosi di impiego e le modalità di applicazione degli agrofarmaci.

Sintesi della valutazione del rischio cronica e acuta

	Cronica	Acuta
Orizzonte temporale	Vita intera	1 giorno
Consumo alimentare	Medio, riferito ad un lungo periodo	Porzione abbondante in una giornata
Popolazione	Adulti, bambini, ecc.	
Livello di residui	LMR	HR x VF HR = residuo più alto VF = fattore di variabilità
Livello accettabile	Dose Giornaliera Accettabile (ADI)	Dose Acuta di Riferimento (ARfD)

Livelli di residui

Il livello di residui utilizzato nel calcolo dell'esposizione si basa su dati ottenuti da prove sperimentali condotte con ogni agrofarmaco per valutare il livello di residui.

Nel caso dell'esposizione a breve termine, il livello di residuo utilizzato corrisponde alla quantità più alta possibile ritrovabile su ogni singolo prodotto agricolo trattato, ad esempio una mela.

Nel caso dell'esposizione a lungo termine, viene considerato inizialmente lo scenario più critico, assumendo che i residui siano presenti in tutte le colture trattate al livello massimo ammesso (LMR). Se in queste condizioni l'esposizione non risulta accettabile, è possibile utilizzare stime più realistiche del livello di residui, ad esempio il livello di residuo mediano ottenuto nelle prove sperimentali di campo (Supervised Trial Median Residue = STMR).



Calcolo dei livelli massimi di residui derivanti da esposizione acuta

Normalmente l'analisi dei residui viene eseguita su un campione rappresentativo di una certa dimensione, ad esempio 2 kg di mele, costituito da almeno dodici frutti, ciascuno contenente un determinato livello di residui. Il residuo più alto (Highest Residue = HR) misurato in una prova di campo è costituito dalla media dei residui di tutte le mele del campione; ciò implica che una singola mela potrebbe contenere un residuo più alto del valore HR.

Per garantire la piena tutela dei consumatori in funzione della variabilità del livello di residui tra i singoli articoli, il livello massimo di residui viene calcolato moltiplicando il valore HR per un fattore di variabilità (Variability Factor = VF). I fattori di variabilità possono essere determinati sperimentalmente sia dall'industria che dal mondo della ricerca e sono stati definiti valori specifici per ogni coltura. I valori applicati nell'Unione Europea sono indicati nella tabella seguente.

Dimensione degli articoli dei prodotti alimentari	Esempi	Fattore di variabilità
Grande	Meloni, pompelmi, ananas	5
Medio	Arance, mele, patate	7
Piccolo	Lamponi, ciliege	1

Dati sui consumi alimentari

Diversi enti e organizzazioni internazionali mettono a disposizione dati sui consumi alimentari, ricavati da indagini condotte in diversi paesi e regioni. Una parte dei dati sui consumi si riferisce agli alimenti "grezzi", come ad esempio mele o cetrioli. Gli alimenti trasformati, costituiti da una miscela di ingredienti, vengono convertiti nei componenti grezzi utilizzando le informazioni sulla composizione degli alimenti e quindi inclusi nei consumi alimentari. Ad esempio, se una persona mangia una pizza, assumerà probabilmente farina di grano, zucchero, grasso, pomodoro e formaggio (latte). I regimi alimentari variano a seconda dei paesi e delle regioni e in base ai diversi gruppi della popolazione, quali adulti, bambini e donne in gravidanza.

La banca dati sul tipo e quantità di alimenti consumati con la migliore copertura a livello mondiale è il database GEMS/food dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). Viene utilizzato per la valutazione del rischio ai fini della fissazione degli LMR (globali) Codex. Per i dati sui consumi ai fini della valutazione dell'esposizione a lungo termine, il database GEMS/food ripartisce i Paesi in 13 gruppi in base alle similitudini tra i consumi alimentari.

Le autorità preposte devono garantire che le persone non subiscano danni alla salute a seguito dell'assunzione dei residui di agrofarmaci presenti negli alimenti. I metodi di valutazione del rischio utilizzati a livello globale sono molto cautelativi, con ampi margini di sicurezza applicati alla dose accettabile assunta con la dieta, ai livelli di residui e ai dati sui consumi alimentari. Per ottenere l'autorizzazione, gli agrofarmaci devono superare la valutazione del rischio sia acuto che a lungo termine.

Caso studio

Nell'UE, ad esempio, l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) utilizza un modello chiamato PRIMo. Per la valutazione del rischio acuto, ogni coltura viene considerata separatamente e il modello PRIMo utilizza il consumo più alto di quella coltura riscontrato in tutti gli stati membri.

Questo livello di consumo, unitamente al valore della Dose di Riferimento Acuta (ARfD), il residuo più alto ottenuto nelle prove (HR) e il fattore di variabilità (VF) vengono utilizzati per calcolare la % di ARfD per ciascuna coltura. Viene eseguita una valutazione separata per adulti e bambini e, generalmente, quella relativa ai bambini produce la più alta % di ARfD. Alcuni stati membri dispongono di dati sui consumi relativi a sottogruppi della popolazione quali adulti e bambini; altri includono ulteriori sottogruppi come neonati, bambini ai primi passi, vegetariani, ecc.

Per la valutazione del rischio a lungo termine PRIMo utilizza 27 diversi regimi alimentari, inclusi quelli OMS/GEMS relativi all'Unione Europea e i regimi alimentari nazionali di adulti e bambini delle nazioni UE. La valutazione a lungo termine, basata sui valori di LMR, consente di ottenere una assunzione massima giornaliera teorica (Theoretical Maximum Daily Intake = TMDI), riferita al chilogrammo di peso corporeo e relativa a ciascun regime alimentare (comprendente tutte le colture), che viene quindi confrontata con la Dose Giornaliera Accettabile (ADI).

Residui negli alimenti trasformati



La maggior parte degli alimenti che consumiamo viene sottoposta a qualche processo di trasformazione. La preparazione degli alimenti può essere semplice come la pelatura, la spremitura o la bollitura o può consistere in un processo complesso e articolato in varie fasi come quello per la produzione di pane, pizza o torte.

Per comprendere in modo appropriato cosa accade ai residui di agrofarmaci durante la trasformazione degli alimenti, è necessario condurre studi specifici.

Uno studio di idrolisi viene condotto per riprodurre le condizioni di temperatura e acidità che si verificano nei procedimenti di trasformazione quali inscatolamento, pastorizzazione, panificazione e produzione della birra. Ciò permette ai ricercatori di identificare se l'agrofarmaco dà origine, durante la

trasformazione, a prodotti di degradazione (metaboliti) diversi da quelli rilevati nelle colture trattate.

Lo studio di idrolisi viene condotto frequentemente in quanto è appropriato per molti tipi di colture. Altre colture possono richiedere studi di trasformazione più specifici, ad esempio le arance possono essere trasformate in succo o marmellata, i pomodori possono essere inscatolati o trasformati in succo, polpa o ketchup e l'uva può essere essiccata o trasformata in succo o vino.

I campioni di colture vengono ottenuti da prove di campo, dove gli agrofarmaci sono stati applicati a dosi elevate per essere sicuri di ottenere un livello di residuo misurabile. I campioni vengono sottoposti a trasformazione in laboratorio, riproducendo i processi utilizzati dall'industria alimentare o nella preparazione domestica.

I residui vengono determinati nella coltura di partenza, denominata prodotto agricolo grezzo (Raw Agricultural Commodity = RAC) e in tutte le frazioni originate dal processo di trasformazione, compresi gli scarti. Il valore del residuo nell'alimento trasformato è diviso per quello del RAC per ottenere il fattore di trasferimento (Transfer Factor = TF).

I fattori di trasferimento sono costanti per una particolare combinazione agrofarmaco/coltura/tipo di trasformazione, indipendentemente dalla dose o dalle modalità di impiego dell'agrofarmaco. Una volta stabiliti il fattore di trasferimento e il residuo di partenza nel prodotto agricolo grezzo (RAC), è possibile stimare il residuo nel prodotto trasformato.

Inoltre i fattori di trasferimento possono essere applicati in tutto il mondo qualora i metodi di trasformazione siano confrontabili.

Bisogna considerare che i fattori di trasferimento possono essere calcolati in modo appropriato solo se i residui risultano misurabili, cioè superiori al limite di quantificazione del metodo di analisi sia nel prodotto agricolo grezzo (RAC) sia che nel trasformato.

Se il residuo si concentra per effetto del processo di trasformazione, il fattore di trasferimento (TF) sarà superiore a 1; tuttavia, i residui possono essere anche inferiori negli alimenti trasformati rispetto al RAC e in tal caso il TF è inferiore a 1.

Generalmente il livello di residui si riduce, per esempio, nel vino, nei succhi e nella farina bianca, ma può aumentare nella crusca, nell'uva passa e in alcuni tipi di salse come il ketchup.

Fattori di trasferimento per il fungicida fludioxonil nell'uva

Alimento trasformato	Fattore medio di trasferimento	Numero di studi
Uva passa	1.04	15
Succo	0.82	18
Vino giovane	0.20	9
Vino invecchiato	0.04	11

I livelli di residui negli alimenti trasformati vengono utilizzati per il calcolo dell'esposizione dei consumatori.



Studi di trasformazione nell'Unione Europea

Attualmente nell'Unione Europea gli studi di trasformazione devono essere condotti per ottenere la registrazione dei prodotti se il livello di residui nel prodotto agricolo grezzo (RAC) supera la soglia di 0,1 mg/kg e/o l'assunzione massima giornaliera teorica (TMDI) è superiore al 10% della dose giornaliera accettabile (ADI). Le società agrochimiche, tuttavia, possono decidere di condurre uno studio di trasformazione, anche se non necessario per la registrazione, allo scopo di ottenere una migliore conoscenza del profilo di degradazione dei residui dei propri agrofarmaci, per rispondere alle esigenze della filiera agroalimentare.

L'Unione Europea non fissa LMR sui prodotti trasformati; utilizza invece gli LMR sulle colture e i fattori di trasferimento per verificare se la protezione dalle avversità è stata attuata utilizzando i prodotti secondo le indicazioni in etichetta.

Il regolamento europeo 396/2005 CE stabilisce una serie di regole armonizzate sui residui di agrofarmaci e prevede la definizione di un Allegato (VI), ad oggi ancora in fase di elaborazione, contenente i fattori di trasformazione degli LMR da utilizzare per i prodotti trasformati.

Il Codex Alimentarius, organismo internazionale che fissa gli LMR a livello globale, stabilisce dei LMR anche per alcuni prodotti trasformati quali succhi, melasse, ecc., disponibili sul proprio sito web.

Nell'Unione Europea, la direttiva "baby food" sugli alimenti per l'infanzia stabilisce che i residui in questo tipo di alimenti devono essere uguali o inferiori a 0,01 mg/kg, indipendentemente dal valore di LMR stabilito per il prodotto agricolo grezzo.

Residui in latte, carne e uova



I consumatori sono potenzialmente esposti ai residui di agrofarmaci attraverso diverse vie.

Esistono due vie principali di esposizione attraverso la dieta. **L'esposizione diretta si verifica attraverso il consumo di un alimento contenente residui derivanti dall'applicazione dell'agrofarmaco sulla coltura.**

Quando un animale si nutre con mangimi ottenuti da colture trattate, gli eventuali residui di agrofarmaci presenti nel mangime possono essere trasferiti nei prodotti di origine animale quali carne, latte e uova. Ciò può dare origine ad un'**esposizione indiretta** dell'uomo ai residui di agrofarmaci. Diverse colture trattate possono essere somministrate agli animali sotto forma dello stesso prodotto consumato dall'uomo, come ad esempio alcuni cereali, o come parti della coltura non edibili quali foglie di barbabietola da zucchero o paglia di cereali.

I mangimi per gli animali possono contenere sottoprodotti della trasformazione quali la polpa esausta di mela (che residua dall'estrazione del succo) o quelli derivanti dal processo di produzione del bioetanolo. Questi prodotti sono noti come derrate per l'alimentazione degli animali. La composizione della dieta è importante sia per gli animali che per l'uomo; per questo gli animali vengono normalmente alimentati con diverse derrate.

Gli studi condotti per verificare la presenza di residui nella carne, nel latte e nelle uova sono chiamati studi di trasferimento negli animali.



Esposizione degli animali da allevamento attraverso la dieta

Il primo passo per determinare l'esposizione degli animali da allevamento è il calcolo della quantità di agrofarmaci presenti nella dieta degli animali.

Ai fini della registrazione degli agrofarmaci nell'Unione Europea, sono state definite le diete tipiche di quattro gruppi di animali da allevamento: pollame, bovini da latte, bovini da carne e suini.

A livello mondiale, l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) ha definito le diete di 3 gruppi di animali (bovini da latte, bovini da carne e pollame) in 3 diverse aree geografiche: USA/ Canada, Unione Europea e Australia. Se un agrofarmaco non è destinato all'impiego su colture potenzialmente utilizzabili per l'alimentazione animale, non è necessario effettuare il calcolo dell'esposizione attraverso la dieta.

Se un agrofarmaco viene utilizzato su colture potenzialmente destinate all'alimentazione degli animali, l'assunzione dei residui attraverso quei mangimi viene calcolata in base alla composizione della dieta di ciascun animale. I componenti della dieta sono ripartiti in vari gruppi quali foraggi (insilati, parte verde di colture da radice, ecc.), radici e tuberi, cereali e colture da granella e sottoprodotti della trasformazione (quali la polpa di mela esausta).

Residui nell'acqua

A seguito dell'impiego in agricoltura o in ambito civile, gli agrofarmaci possono potenzialmente raggiungere i corsi d'acqua.

Diversi fattori sono coinvolti:

- > **tipo di terreno:** tessitura, permeabilità e contenuto di sostanza organica influenzano la percolazione degli agrofarmaci nel terreno.
- > **gestione dei campi:** se i campi sono vicini ai corsi d'acqua, è più facile che gli agrofarmaci possano raggiungerli per deriva durante l'applicazione; la presenza di una fascia di rispetto lungo il bordo del campo prossimo al corso d'acqua riduce la possibilità di deriva e ruscellamento.

Studi sull'alimentazione animale

In condizioni di laboratorio, agli animali viene somministrata con la dieta, generalmente per un periodo di 28 giorni, una quantità nota di agrofarmaco calcolata in base all'assunzione attraverso la dieta. Campioni di latte e uova vengono raccolti durante il periodo di trattamento degli animali e campioni di carne e tessuti prelevati alla fine di tale periodo. Viene determinato il livello di residui nei campioni prelevati e, se necessario, vengono stabiliti Limiti Massimi di Residui (LMR) per i vari prodotti di origine animale.

Sicurezza dei livelli di residui nei prodotti di origine animale

La valutazione del rischio in seguito ad esposizione acuta (a breve termine) e cronica (a lungo termine), a garanzia della sicurezza dei consumatori, tiene conto dei livelli di residui nei prodotti alimentari di origine animale.

Ciò comporta che i livelli di residui devono essere sicuri perché l'agrofarmaco possa essere autorizzato.

Carne, prodotti lattiero-caseari e uova sono tutti inclusi nei programmi nazionali di monitoraggio dei residui; il latte è stato anche monitorato nel programma di controllo dell'Unione Europea per l'anno 2010. Nei programmi di monitoraggio degli alimenti, raramente sono stati riscontrati residui nei prodotti di origine animale e in ogni caso talmente bassi da non avere effetti sulla salute. I residui rilevati erano generalmente di agrofarmaci liposolubili usati in passato, come DDT e dieldrin, il cui uso non è più consentito nell'Unione Europea ma che possono ancora ritrovarsi nell'ambiente.



- > **eventi meteorici:** gli agrofarmaci non vengono applicati in condizioni meteorologiche avverse (es. forte vento). Forti piogge dopo l'applicazione aumentano il rischio di percolazione e ruscellamento.
- > **lavorazioni:** le lavorazioni ridotte, evitando il compattamento del terreno, riducono il rischio di ruscellamento.

Qualità dell'acqua potabile

Perché un agrofarmaco possa essere autorizzato, occorre dimostrare che non presenta rischi per l'ambiente acquatico.

Devono inoltre essere rispettati i limiti di concentrazione previsti per le acque di falda, normalmente destinate ad uso potabile.

Cosa sono i Limiti Massimi di Residui (LMR)

Gli LMR rappresentano la quantità massima di agrofarmaci consentita per legge nelle colture destinate all'alimentazione umana e degli animali.

Gli LMR sono espressi in milligrammi (mg) di sostanza per chilogrammo (kg) di coltura o in parti per milione (ppm); ciascun agrofarmaco ha un LMR stabilito per ogni coltura.

Ogni agrofarmaco, nei Paesi in cui è registrato, è provvisto di un'etichetta che riporta le modalità di impiego (dose minima e massima, numero minimo e massimo di applicazioni ed epoca di applicazione) e le colture sui cui può essere utilizzato.

Le indicazioni di impiego riportate in etichetta hanno valore legale.

Un LMR è:

- > basato sulla dose massima e il numero massimo di applicazioni consentiti (BPA critica)
- > stabilito per ogni agrofarmaco su ogni coltura/prodotto agricolo
- > basato su campioni di coltura costituiti da un insieme di articoli (ad esempio mele) che vengono raggruppati e analizzati

Qualora parti diverse di una stessa coltura siano destinate all'alimentazione umana o animale, ad esempio granella e paglia di frumento, vengono fissati LMR diversi per ciascuna parte.

Negli Stati Uniti e in Canada gli LMR sono chiamati tolleranze.

Come viene stabilito un LMR

Prima di tutto vengono identificate le sostanze che compongono il residuo ("definizione del residuo"). Queste sostanze possono essere l'agrofarmaco applicato alla coltura (sostanza attiva), i prodotti di degradazione (metaboliti) o entrambi. In qualche caso l'agrofarmaco può essere degradato completamente per cui i metaboliti non sono distinguibili dalle sostanze naturalmente presenti nella pianta.

Una volta stabilita la definizione di residuo, vengono condotte prove di campo applicando il prodotto secondo la BPA critica per determinare i livelli di residuo. I residui rilevati seguendo la BPA critica corrispondono ai livelli più alti derivanti dal corretto impiego del prodotto.

Diverse prove vengono condotte nell'arco di almeno due anni, su diversi tipi di terreno e in diverse regioni geografiche, per tenere conto della variazione dei residui legata alle condizioni atmosferiche e alle modalità di coltivazione. Il numero di prove richieste varia in funzione della coltura - per le colture più diffuse è necessario un maggior numero di prove - e del Paese interessato dalla fissazione degli LMR.

Le prove residui condotte secondo la BPA critica danno origine generalmente ad un range di livelli di residui, per cui occorre adottare un approccio statistico per il calcolo degli LMR, che risultano sempre superiori al residuo più alto riscontrato nelle prove.

Il valore di LMR calcolato viene adottato, attraverso una specifica normativa, solo se la valutazione del rischio per il consumatore è favorevole. In caso contrario è necessario ridurre le quantità di residuo e di conseguenza l'LMR, per esempio diminuendo la dose o variando le modalità di impiego dell'agrofarmaco. Per ciascun LMR, i dati sui residui e la valutazione del rischio vengono esaminati in modo indipendente dalle autorità del Paese o della Regione interessati. Quando in una coltura viene ritrovato un residuo più alto del LMR si parla di superamento del LMR.

Il LMR costituisce uno strumento per valutare se gli agrofarmaci sono stati utilizzati in modo corretto. Un LMR non rappresenta di per sé una soglia di sicurezza dei prodotti alimentari in quanto il suo superamento raramente comporta un rischio per la salute del consumatore.

Gli LMR possono essere stabiliti a livello sovranazionale, ad esempio a livello UE, oppure a livello nazionale, come avviene in USA, Giappone e Australia. Gli LMR globali stabiliti dal Codex Alimentarius (Commissione congiunta dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura) non hanno valore legale, ma possono essere adottati per legge dalle autorità regolatorie nazionali o sovranazionali.

Come vengono utilizzati gli LMR

Gli LMR rappresentano limiti di legge per la commercializzazione e consentono alle autorità nazionali di verificare se gli agrofarmaci sono stati impiegati correttamente. La maggior parte dei Paesi è solita effettuare monitoraggi dei residui nell'ortofrutta per verificare il rispetto degli LMR. I risultati dei controlli sono generalmente disponibili su Internet.

Il ritrovamento di un residuo di agrofarmaco superiore al LMR indica che il prodotto potrebbe essere stato impiegato in modo non appropriato. Il superamento del LMR costituisce una violazione della legge che può comportare un'azione legale nei confronti dell'agricoltore con conseguente sanzione e distruzione della coltura interessata.

Poiché il LMR viene fissato con un determinato livello di probabilità statistica, vi sono cause sporadiche di superamento dell'LMR, ad esempio condizioni meteorologiche estreme in grado di influenzare significativamente lo sviluppo della coltura e/o la degradazione dell'agrofarmaco.

I risultati nazionali dei monitoraggi mostrano, nella maggior parte dei casi, residui molto più bassi degli LMR, indicando quindi che gli agrofarmaci sono stati impiegati in modo corretto.

Prima che una coltura trattata raggiunga il consumatore, il livello di residui può essere verificato in diversi punti della filiera.

I residui nei prodotti freschi e trasformati sono controllati non solo tramite i monitoraggi ufficiali delle autorità nazionali, ma anche in modo indipendente da distributori, industrie di trasformazione, importatori e produttori.

Quando le colture vengono esportate, i livelli di residui vengono controllati anche dal Paese importatore, per verificare il rispetto dei limiti stabiliti a livello internazionale. Idealmente gli LMR per i prodotti normalmente destinati all'esportazione dovrebbero essere armonizzati nei Paesi coinvolti. Tuttavia ciò non si verifica sempre e può accadere che una coltura possa essere commercializzata legalmente in un Paese, ma non possa essere esportata legalmente in un altro Paese a causa della differenza degli LMR.

Syngenta ha messo a punto, per i propri agrofarmaci, un database contenente gli LMR nazionali, comunitari e internazionali (OMS/FAO). Queste informazioni possono essere messe a disposizione degli attori della filiera agroalimentare attraverso il referente Syngenta di zona.

Controllo dei residui di agrofarmaci negli alimenti

La presenza di residui di agrofarmaci viene verificata in diversi punti della filiera agroalimentare:

- > molti agricoltori controllano le produzioni prima che lascino l'azienda agricola
- > i prodotti agricoli importati possono essere controllati al momento dell'ingresso nel Paese
- > confezionatori, industrie di trasformazione e distributori effettuano frequentemente il monitoraggio degli agrofarmaci nei prodotti agricoli
- > le autorità nazionali preposte verificano la presenza di residui di agrofarmaci negli alimenti presso i punti vendita

Sistemi di monitoraggio

L'affinamento delle tecniche analitiche (in particolare l'abbassamento del limite di quantificazione, LQ) e l'aumento del numero di agrofarmaci rilevabili rende poco significativo il confronto dei dati di monitoraggio di Paesi diversi e in anni diversi.

Nella valutazione dei dati di monitoraggio dei residui occorre considerare che:

- > i laboratori di analisi possono avere diversi livelli di competenza
- > i metodi multiresiduo sono generalmente validi per identificare tutte le sostanze presenti, ma non sono particolarmente accurati nella determinazione dei livelli di residui più bassi (l'Unione Europea applica un fattore di incertezza del 50% nella valutazione del superamento degli LMR)
- > la crescente sensibilità dei metodi analitici conduce alla determinazione di quantità sempre più basse di agrofarmaci. Possono essere rilevate anche quantità infinitesime derivanti dalla contaminazione degli imballaggi, deriva durante l'applicazione, uso indiretto ecc.



Interpretazione dei risultati

Il monitoraggio dei residui è un'attività importante in quanto ha consentito di identificare e risolvere problematiche all'interno della filiera accrescendo così la fiducia nella filiera stessa. Tuttavia, il ritrovamento occasionale di residui superiori agli LMR può, soprattutto se interpretato in modo non corretto, destare preoccupazione nei consumatori.

Bisogna tenere presente che gli LMR rappresentano uno standard per la commercializzazione e la loro principale funzione è quella di facilitare gli scambi commerciali tra i Paesi. Devono essere garanzia di sicurezza, ma non sono limiti tossicologici, in quanto il superamento di un LMR raramente comporta un rischio per la salute.

- > la causa più frequente di superamento degli LMR è dovuta alla mancata armonizzazione dei valori relativi ai prodotti importati. L'impiego di un prodotto in maniera non appropriata o su una coltura non autorizzata si verifica raramente e vengono messe in atto misure per prevenire o ridurre al minimo il ripetersi di queste circostanze
- > il superamento di un LMR non riguarda sempre lo stesso agrofarmaco sulla stessa coltura ed è improbabile che si verifichi un'esposizione ripetuta dei consumatori per un periodo prolungato
- > il superamento di un LMR raramente comporta un rischio per la salute
- > in caso di superamento ricorrente di un LMR, l'agrofarmaco può essere revocato, le modalità di impiego modificate o l'LMR adattato (se non viene compromessa la sicurezza per i consumatori)

Programmi di monitoraggio

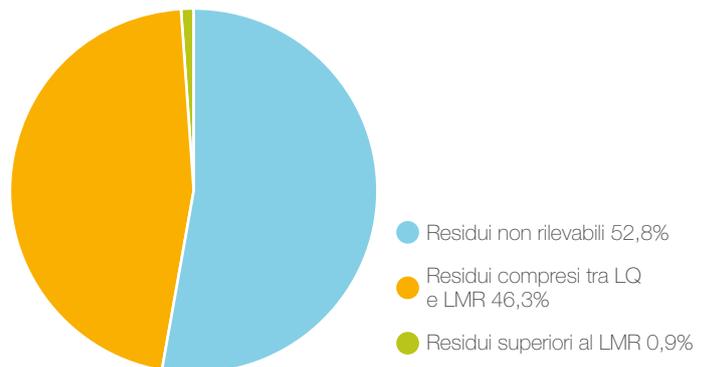
Normalmente i controlli dei livelli di residui non sono completamente casuali, ma in parte focalizzati su Paesi o colture che hanno avuto problemi in precedenza.

Alcuni generi di prima necessità come il grano, le patate e il latte vengono controllati regolarmente, mentre altre derrate sono prese in considerazione, in base alla frequenza dei consumi.

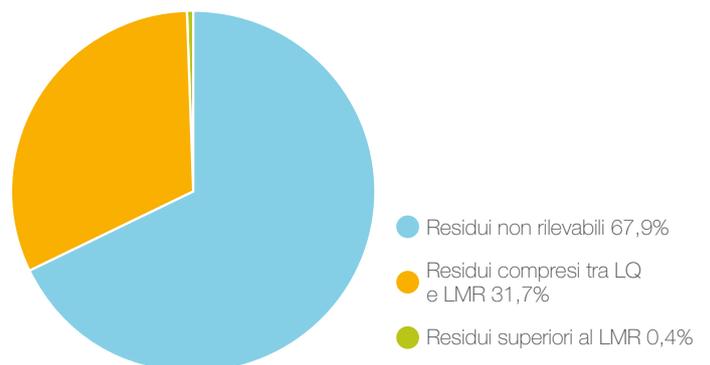
I programmi verificano anche il rispetto degli LMR e forniscono dati utilizzati nella valutazione dell'esposizione dei consumatori (ai fini della valutazione del rischio).

Prendendo in considerazione, ad esempio, i dati di monitoraggio del Regno Unito relativi al 2009, su 49 casi di superamento degli LMR, in 42 casi non è stata superata la Dose Acuta di Riferimento e in 5 casi non è stato identificato un rischio per il consumatore, a causa della riduzione dei residui dovuta a sbucciatura o cottura o per la natura altamente prudenziale della valutazione del rischio. Dei 2 casi rimanenti, riguardanti le pere, l'eventuale rischio (di aumentata salivazione) è stato ritenuto di scarsa rilevanza e transitorio, quindi senza conseguenze per i consumatori.

Monitoraggio residui UE coordinato 2013



Monitoraggio residui Italia 2013



L'Italia, a fronte di un elevato numero di controlli, risulta tra i Paesi UE con la più bassa percentuale di campioni irregolari.

Caso studio: riduzione dei residui nei peperoni

Il monitoraggio mirato delle colture ha dato buoni risultati, come dimostra il caso dei peperoni prodotti in Almeria.

Nei primi anni 2000 sono stati trovati residui elevati di agrofarmaci nei peperoni di origine spagnola. Il monitoraggio mirato aveva evidenziato anche la presenza di agrofarmaci non autorizzati; il laboratorio CVUA di Stoccarda aveva rilevato un superamento degli LMR nel 35% dei campioni (CVUA 2006, 2007). A questi risultati era stata data ampia rilevanza dai media, che aveva comportato un calo delle vendite e spinto gli agricoltori dell'Almeria a trovare soluzioni alternative.

È risultato che, utilizzando un programma di gestione integrata delle colture, con agrofarmaci e mezzi di controllo non chimici, è stato possibile ridurre drasticamente il livello di residui. Nel 2008 il laboratorio CVUA ha rilevato una riduzione del 94% dei residui di agrofarmaci nei peperoni provenienti dalla Spagna.

LMR armonizzati e tolleranze all'importazione



I Limiti Massimi di Residui (LMR) rappresentano le quantità massime di agrofarmaci consentite per legge nelle colture destinate all'alimentazione dell'uomo e degli animali. Per ogni agrofarmaco vengono stabiliti specifici LMR per ciascuna coltura su cui viene impiegato.

Gli LMR sono limiti legali per la commercializzazione e consentono alle autorità nazionali di verificare il corretto impiego degli agrofarmaci. Il ritrovamento di un residuo più alto del LMR – riferito come superamento dell'LMR – indica che l'agrofarmaco non è stato utilizzato in modo appropriato.

Il fatto costituisce una violazione della legge che può comportare un'azione legale nei confronti dell'agricoltore con conseguente sanzione e distruzione della coltura interessata.

La maggior parte degli LMR non viene stabilita in modo uniforme a livello globale, ma è stabilita a livello di singoli Paesi o unioni di Paesi (es. Unione Europea); poiché gli alimenti sono oggetto di scambi internazionali, questo può rappresentare un problema.

Perché gli LMR possono essere diversi?

Gli LMR sono fissati sulla base di valutazioni specifiche dei Paesi.

Si verifica frequentemente che, per la stessa combinazione coltura/agrofarmaco, siano fissati LMR diversi.

La pressione degli organismi nocivi può variare enormemente da un Paese all'altro, richiedendo l'impiego degli agrofarmaci con diverse modalità (indicate in etichetta) che possono generare maggiori o minori livelli di residui. Anche la normativa in vigore in un Paese può avere un certo impatto, in particolare sul numero di prove residui necessarie e sul metodo di calcolo degli LMR. Il numero di prove disponibili può influenzare significativamente il valore di LMR calcolato.

Inoltre, se un prodotto non è registrato in un Paese, non avrà LMR fissati.

Tutte queste circostanze possono giustificare l'esistenza di LMR diversi per lo stesso agrofarmaco sulla stessa coltura.

Caso studio: variazione degli LMR di tre agrofarmaci utilizzati per la protezione dei mele

Sostanza	LMR (mg/kg)				
	Codex	EU	USA	Giappone	Russia
Diazinone	0,5	0,3	0,01	0,1	-
Cyprodinil	0,1	0,05	1	5	0,4
Lambda-cialotrina	0,3	0,2	0,1	0,4	0,03

La tabella si riferisce a una sola coltura, le mele, e a tre sostanze – ciascuna con LMR diversi nei vari Paesi. In questo esempio, se gli Stati Uniti intendessero esportare nell'Unione Europea mele trattate con cyprodinil secondo le indicazioni dell'etichetta statunitense, potrebbe facilmente verificarsi il superamento del LMR europeo.

Effetti degli LMR non armonizzati sugli scambi commerciali

- > creazione di barriere commerciali
- > difficoltà di accesso a nuovi mercati in risposta ai cambiamenti nei consumi alimentari
- > effetti negativi sulla crescita del commercio mondiale di prodotti agricoli
- > il superamento degli LMR genera preoccupazione nei consumatori e sfiducia nella filiera agroalimentare - perché l'LMR viene erroneamente ritenuto uno standard di sicurezza

Tolleranze all'importazione e LMR globali

Le tolleranze all'importazione (IT) sono LMR fissati per i prodotti alimentari importati allo scopo di soddisfare le esigenze del commercio internazionale. Si basano sugli stessi principi degli LMR e devono soddisfare gli stessi criteri di sicurezza relativi al consumo delle derrate trattate. L' IT può essere richiesta se non esiste un LMR nel Paese importatore, qualora la coltura non sia oggetto di coltivazione, o se l'LMR fissato non è adeguato alle condizioni di impiego dell'agrofarmaco nel Paese esportatore.

Le parti interessate possono richiedere alle autorità nazionali la fissazione di una IT. Tuttavia, i dati residui disponibili potrebbero non essere sufficienti e il procedimento potrebbe quindi risultare lungo e costoso.

Un'alternativa interessante a supporto degli scambi internazionali è la fissazione di un LMR globale destinato a sostituire i numerosi LMR nazionali e le IT.

La Commissione Codex Alimentarius si occupa della fissazione di LMR globali. Il Codex è stato istituito nel 1963 ed è un organismo delle Nazioni Unite composto da membri dell' Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) e dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).

Analogamente a tutti gli altri LMR, gli LMR Codex vengono periodicamente sottoposti a revisione. Gli LMR Codex non hanno valore legale di per sé, ma alcuni Paesi li adottano ufficialmente trasponendoli nella normativa nazionale. Altri Paesi fissano propri LMR per determinati agrofarmaci e colture, ma utilizzano gli LMR Codex nelle situazioni non coperte dagli LMR nazionali.

L'Unione Europea ha iniziato a trasporre i recenti LMR Codex nella propria legislazione, a condizione che tali LMR soddisfino i requisiti di sicurezza stabiliti nell'Unione Europea.

Verso una più ampia armonizzazione

L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) si è adoperata per ottenere una maggiore armonizzazione nella registrazione degli agrofarmaci e nella fissazione degli LMR.

Poiché Paesi diversi utilizzavano metodi diversi per il calcolo degli LMR, con fissazione di valori diversi di LMR partendo dagli stessi dati sui residui, il primo passo è stato quello di armonizzare il calcolo degli LMR.



Requisiti secondari della filiera agroalimentare



Requisiti secondari vengono utilizzati per controllare i livelli di residui degli agrofarmaci negli alimenti. Introdotti inizialmente nell'Unione Europea, giocano ora un ruolo sempre più importante nel commercio internazionale.

Questi requisiti, che stanno diventando più numerosi e complessi, possono basarsi sui limiti stabiliti dalla normativa, ma vanno oltre i requisiti di legge.

Sulla scorta dei programmi di certificazione di filiera, quali GlobalGap, i requisiti secondari sono stati introdotti prevalentemente per rispondere a iniziative quali il *"naming and shaming"** dei distributori nei rapporti delle Agenzie Governative e delle ONG.

Strategie della grande distribuzione

I distributori europei adottano due tipi di strategie per fissare requisiti secondari sui residui nell'ortofrutta oltre i limiti stabiliti per legge:

> protocolli che elencano gli agrofarmaci il cui impiego è ammesso, limitato o proibito. Queste liste vengono definite

per evitare il superamento degli LMR stabiliti nell'Unione Europea e seguito dell'impiego di agrofarmaci secondo condizioni di autorizzazione diverse (colture e modalità di applicazione) nei Paesi extra-UE. Questo è l'approccio standard della Grande Distribuzione nel Regno Unito.

> requisiti secondari basati generalmente su una percentuale del Limite Massimo di Residuo (LMR) fissato per legge o una percentuale della Dose Acuta di Riferimento (ARfD - valore di riferimento per l'esposizione a breve termine del consumatore attraverso la dieta). Con l'aumentare del numero di requisiti aggiuntivi, aumenta anche la loro complessità. Per certe colture, alcune catene distributive affiancano alla percentuale del LMR e/o della ARfD, un numero massimo di residui rilevabili al Limite di Quantificazione (LQ) del metodo analitico. Questo approccio è frequentemente adottato dalle catene distributive dell' Europa continentale.

* *"naming and shaming"* è un termine inglese che indica una campagna di informazione e denuncia con identificazione dei trasgressori

Esempi di requisiti secondari nell'ortofrutta fresca:

Catena distributiva	Limitazioni sul numero di residui	Residui ammessi
A	No	33% LMR UE
B	No	50% LMR UE
C	3-5 (a seconda della coltura)	50% LMR UE oppure, in caso di residui multipli, 80% somma LMR e 80% somma ARfD

Industrie di trasformazione

Anche alcune industrie di trasformazione utilizzano requisiti secondari, per garantire livelli di residui di agrofarmaci nei propri prodotti inferiori al limite stabilito nell'Unione Europea per gli alimenti per l'infanzia (0,01 mg/kg) o inferiori al limite di quantificazione del metodo di analisi.

E' anche importante ricordare che la maggior parte dei processi di trasformazione degli alimenti riduce o non influenza i livelli di residui nei prodotti derivati ad esempio la produzione di succhi di frutta e la panificazione. Alcuni processi possono invece determinare una concentrazione dei residui di agrofarmaci, ad esempio la produzione di ketchup e salse.

Legalità dei requisiti secondari

Non esiste alcuna legge europea che impedisca la fissazione di requisiti secondari, in quanto frutto di accordi volontari tra le parti; un agricoltore non è obbligato a conferire la propria produzione ad una catena distributiva. Tuttavia, la Commissione Europea ha pubblicato, a dicembre 2010, una serie di linee guida comunitarie per l'applicazione della buona pratica ai programmi di certificazione volontaria per i prodotti agricoli e alimentari.

L'Organizzazione Mondiale per il Commercio (OMC), che si occupa di problemi commerciali globali, non impedisce l'adozione di requisiti secondari che vanno oltre i propri standard, a meno che sia possibile dimostrare che i requisiti secondari rappresentano oggettivamente una barriera commerciale discriminando uno specifico Paese o area geografica.

Riferimenti

Impatto dei requisiti privati sulla filiera alimentare globale
<http://www.standardsmap.org>

Impatto dei requisiti privati di sicurezza alimentare sulla filiera alimentare e sulla definizione di standard pubblici.
http://ec.europa.eu/food/international/organisations/sps/docs/private_standards_codex_en.pdf

Aspetti positivi e negativi degli standard secondari



Un buon requisito...

Attualmente la varietà dei requisiti secondari e dei controlli ad essi associati può risultare molto onerosa per gli agricoltori.

Nella maggior parte dei casi questi standard non sono resi noti all'esterno e sono privi di validità scientifica. Inoltre, lo sforzo richiesto per ottemperare agli standard secondari può compromettere il raggiungimento da parte dell'agricoltore di altri obiettivi relativi alla protezione dell'ambiente e alla sostenibilità della produzione agricola, in quanto induce ad un impiego anticipato degli agrofarmaci rispetto alla buona pratica per ridurre la presenza di residui alla raccolta.

Gli standard in campo agricolo per essere validi dovrebbero consentire l'incremento della produzione e tenere conto degli aspetti economici, sociali e di sostenibilità ambientale ad essa correlati. Dovrebbero essere comunicati all'esterno, definiti con il contributo dei vari portatori di interesse e soggetti a governance, accreditamento e certificazione. Il successo di GlobalGap è un buon esempio di fissazione di uno standard di qualità per la produzione agricola.

Programmi di certificazione per i prodotti agricoli e alimentari
http://ec.europa.eu/agriculture/quality/policy/quality-package-2010/certification-guidelines_en.pdf

Residui multipli negli alimenti



Il consumatore può assumere con la dieta residui di più agrofarmaci, perché presenti in uno stesso alimento o perché presenti nei diversi alimenti di cui si ciba nel corso di una giornata, di una settimana o di una vita intera.

Il consumatore può essere esposto a varie sostanze chimiche presenti negli alimenti e quindi esiste la possibilità che si possano verificare effetti avversi legati all'assunzione di più sostanze, contemporaneamente o nell'arco di breve tempo. Questo è comunemente detto "effetto miscela" o "effetto cocktail", la cui valutazione è stata introdotta nella più recente legislazione europea. Tecnicamente questa valutazione è detta "valutazione cumulativa" del rischio.

I criteri alla base della valutazione cumulativa

È noto dalla farmacologia che diversi effetti possono derivare dalla presenza di più sostanze, che i tossicologi hanno descritto e classificato: semplificando, ci possiamo attendere che:

- > le sostanze non interagiscano fra loro
- > le sostanze sommino i loro effetti (effetto additivo)
- > l'effetto risultante dalla presenza di più di una sostanza sia:
 - > di potenziamento dei singoli effetti (o sinergia)
 - > di riduzione dei singoli effetti (antagonismo)

È evidente che se le sostanze non interagiscono fra loro o causano una riduzione degli effetti l'una dell'altra, gli eventuali rischi possono essere valutati per ogni sostanza individualmente, e non è necessario condurre una valutazione cumulativa.

La possibilità, invece, che ci possa essere un effetto additivo o di potenziamento/sinergia è stata ed è studiata per valutare il rischio dell'esposizione a più sostanze.

L'evidenza sperimentale disponibile indica che quando tutti i composti della miscela sono presenti a dosi che, se somministrate da sole, non causano effetti tossici, non si osserva tossicità derivante da potenziamento o sinergia.

Tenuto conto che gli agrofarmaci possono essere utilizzati solo se i residui che derivano dal loro uso non pongono rischi per la salute, e che i livelli di residui misurati negli alimenti durante i controlli eseguiti dagli enti pubblici sono ampiamente inferiori ai limiti di legge, l'attenzione dei ricercatori e degli enti che eseguono le valutazioni del rischio è al momento indirizzata alla definizione di una metodologia per determinare la rilevanza dei possibili effetti additivi dei residui di agrofarmaci negli alimenti, cioè quando più composti che causano lo stesso effetto sono assunti da uno stesso soggetto.

I gruppi di sostanze

Il problema che si sta affrontando è innanzitutto quello di collocare i vari agrofarmaci, sulla base del loro profilo tossicologico, in gruppi omogenei (definiti Cumulative Assessment Groups, CAG) sui quali condurre una valutazione cumulativa del rischio. I CAG sono quei gruppi in cui sono inserite le sostanze che causano lo stesso effetto tossico, quando somministrate in dosi sufficientemente elevate. Nel caso degli agrofarmaci, sono disponibili molte informazioni che possono permettere di identificare l'effetto tossico nelle sue linee generali. Pertanto, se si conosce l'effetto tossico delle sostanze, si potrà decidere se e a quale CAG appartiene ogni sostanza e, quindi, se le loro esposizioni siano da considerare congiuntamente e sommate o se invece debbano essere considerate separatamente. In assenza di informazioni dettagliate saranno formati CAG con molti composti; più si conosceranno gli effetti tossici e il loro meccanismo, più precisi saranno i CAG e per esempio sarà possibile suddividere un CAG in due o più sotto-CAG.

La valutazione cumulativa presenta maggiori complessità, anche di calcolo, rispetto alla valutazione di un singolo composto, per cui lo sforzo in atto è di sviluppare un sistema che assicuri la protezione del consumatore e che sia allo stesso tempo di relativamente semplice applicazione e facilmente generalizzabile. Nell'Unione Europea, l'EFSA in collaborazione con la Commissione Europea, altri enti pubblici e istituti di ricerca, come le Università, sta attivamente affrontando il problema e si prevede che una prima versione della metodologia per la valutazione cumulativa dei residui degli agrofarmaci sia disponibile fra non molti mesi. Questa metodologia darà la definizione dei CAG, almeno nella forma che comprenda il maggior numero di composti in assenza di informazione più precise che permettano la formazione di sotto-CAG, e l'indicazione dei metodi di calcolo.

Esempi di valutazioni già eseguite

Alcune valutazioni cumulative sono state già fatte soprattutto negli USA e, in modo autonomo dalla Commissione Europea, in alcuni paesi dell'Unione Europea quali il Regno Unito, la Danimarca e l'Olanda. Negli USA, la legislazione ha richiesto fin dalla fine degli anni '90 del secolo scorso che l'Environmental Protection Agency (EPA) portasse a termine una valutazione cumulativa per alcuni gruppi ben identificati di agrofarmaci, e fra questi le seguenti valutazioni sono state pubblicate:

- > insetticidi organofosforici nel 2001, aggiornata nel 2006
- > erbicidi triazinici nel 2006
- > erbicidi cloroacetanilidi nel 2006
- > insetticidi N-metil carbamati nel 2007
- > insetticidi piretroidi nel 2011

Per tutti questi gruppi di composti la valutazione dell'esposizione cumulativa, sia per gli effetti acuti che per gli effetti cronici da esposizione ripetuta, è risultata essere rassicurante per il consumatore.

Allo stesso modo, anche le valutazioni condotte in Regno Unito, Danimarca e Olanda per gli insetticidi organofosforici e carbamati, considerati insieme, pur se condotte con metodi e criteri leggermente diversi, hanno dato risultati rassicuranti.

Riduzione dei residui di agrofarmaci nelle colture



La maggior parte degli agricoltori, per proteggere le colture, cerca di ottimizzare l'uso degli agrofamaci, in modo da ridurre i costi di produzione.

Quando la pressione degli organismi nocivi è alta – ad esempio quella dei funghi patogeni in condizioni di elevata temperatura e umidità o quella degli insetti in caso di clima caldo e secco – è necessario ricorrere agli agrofarmaci alle dosi massime autorizzate. Tuttavia, anche a queste dosi, i residui saranno inferiori ai Limiti Massimi di Residui (LMR).

Nelle stagioni caratterizzate da una bassa presenza degli organismi nocivi, si può ridurre al minimo l'impiego degli agrofarmaci, con conseguente riduzione dei residui.

L'industria agrochimica promuove l'utilizzo degli agrofarmaci nella quantità strettamente necessaria, frutto di una estesa sperimentazione in campo e di una accurata valutazione del rischio.

Anche se gli LMR sono garanzia di sicurezza e la maggior parte dei residui è presente a livelli inferiori agli LMR, molte catene distributive e industrie alimentari stanno richiedendo agli agricoltori di ridurre sempre di più il livello di residui.

La relazione tra le caratteristiche di un agrofarmaco e il modo in cui i residui diminuiscono (modalità di degradazione) è complessa. Dipende dalla natura chimica dell'agrofarmaco, dalla modalità di applicazione, dalle condizioni meteorologiche e dalla tipologia di coltura.

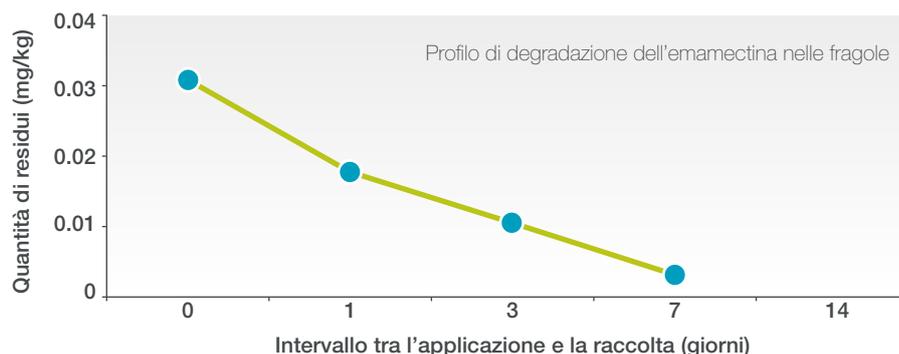
Attrezzature per l'irrorazione

L'ottimizzazione dell'irrorazione permette di ottenere risultati migliori con un ridotto impiego di agrofarmaci. Tutte le attrezzature devono essere periodicamente calibrate e sottoposte a regolare manutenzione per garantirne un efficiente funzionamento. Occorre impiegare ugelli adatti alla coltura da trattare e idonei a ridurre la deriva durante l'applicazione.

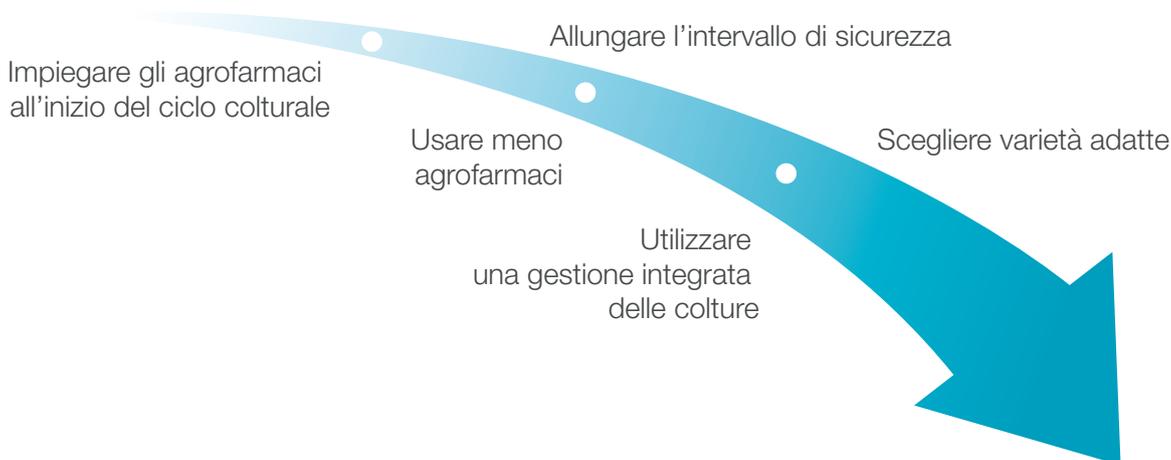
Fattori responsabili della diminuzione dei residui

Vi sono quattro processi principali responsabili della diminuzione dei residui nelle piante:

- > degradazione ad opera della luce del sole (fotolisi)
- > dilavamento per effetto della pioggia o dell'irrigazione
- > diluizione nella pianta dovuta all'accrescimento della coltura
- > degradazione ad opera della pianta (metabolismo)



Come ottenere livelli di residui più bassi



Perché?

- > Le applicazioni nelle prime fasi di crescita di una coltura determinano una maggiore diluizione dei residui dovuta alla maggiore crescita della pianta.
- > L'utilizzo di un intervallo di sicurezza più lungo prolunga il periodo di degradazione dell'agrofarmaco prima della raccolta.
- > Dosi di applicazione più basse comportano un minore apporto sulla coltura. Appropriate valutazioni agronomiche consentono di adattare la dose dell'agrofarmaco alla pressione degli organismi nocivi, nel rispetto delle indicazioni di impiego riportate in etichetta.
- > Alcune varietà sono meno suscettibili a malattie o parassiti e richiedono quindi l'impiego di quantità inferiori di agrofarmaci. Inoltre varietà che presentano un grande sviluppo vegetativo consentono una maggiore diluizione dei residui.
- > L'applicazione di tecniche di gestione integrata delle colture è in grado di ridurre l'apporto complessivo di agrofarmaci, ridimensionando quindi le problematiche potenziali legate ai residui.

Difesa integrata delle colture



La difesa integrata delle colture (IPM, Integrated Pest Management) è una strategia di controllo efficace e rispettosa dell'ambiente che utilizza tutti i mezzi e le tecniche disponibili, inclusi gli agrofarmaci per tutelare quantità e qualità del raccolto.

L'applicazione di una strategia di difesa integrata richiede una approfondita conoscenza degli organismi nocivi, dei loro cicli di sviluppo e delle interazioni con l'ambiente. Si avvale di tutte le possibili alternative per il controllo di malattie e parassiti, compreso l'impiego mirato degli agrofarmaci.

Grazie all'estesa attività di ricerca e sviluppo condotta dai produttori di agrofarmaci e dal settore agricolo, gli agricoltori hanno ora a disposizione una serie di mezzi e tecniche di difesa da affiancare all'impiego di valide pratiche agronomiche.

Varietà di piante resistenti

La scelta di varietà selezionate per la resistenza alle malattie può contribuire a ridurre il ricorso agli agrofarmaci. In pratica, la resistenza varietale può essere un valido strumento in condizioni di bassa pressione delle malattie, ma l'integrazione con gli agrofarmaci può risultare necessaria in caso di aumento dell'intensità degli attacchi.

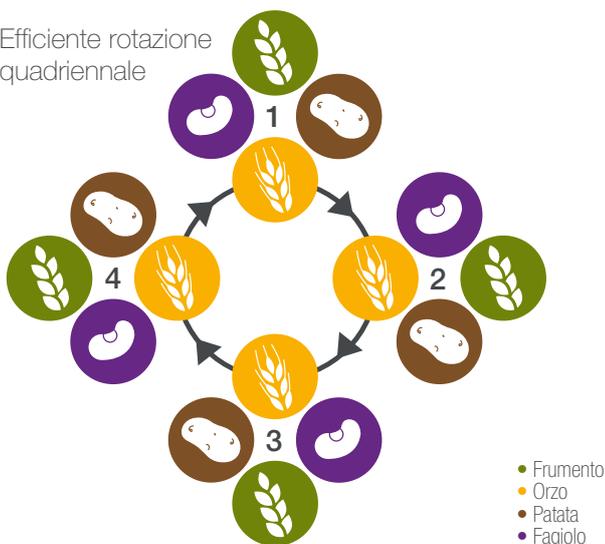
In molte parti del mondo è stata utilizzata l'ingegneria genetica per conferire alle piante la capacità di produrre una proteina dotata di azione insetticida, come quella prodotta dal *Bacillus thuringiensis*. Nell'Unione Europea la possibilità di coltivare OGM è demandata alle decisioni di ogni Stato Membro. Generalmente è possibile applicare tecniche di selezione assistita con l'uso di marcatori molecolari per aumentare l'efficienza dei programmi tradizionali di miglioramento delle colture.

Rotazione delle colture

La rotazione delle colture è una delle più antiche strategie di controllo delle malattie e dei parassiti e consiste nella coltivazione sullo stesso terreno di diverse colture in successione. La rotazione prevede l'alternanza di colture di diverso tipo quali cereali, leguminose, colture estensive e da sovescio.

Un'efficace rotazione ostacola il completamento dei cicli di sviluppo dei parassiti e dei patogeni, contribuisce al controllo delle infestanti, previene l'erosione e migliora la struttura del terreno. La rotazione delle colture presenta tuttavia anche degli svantaggi. Alcune colture sono meno redditizie di altre e possono essere soggette a vincoli imposti da contratti e quote; altre, quali le colture da radice (es. barbabietola da zucchero), richiedono investimenti onerosi in attrezzature specializzate. Anche il tipo di terreno può condizionare la scelta delle colture, in funzione della loro capacità di adattamento a specifiche condizioni pedologiche.

Efficiente rotazione quadriennale



Controllo biologico

Il controllo biologico prevede l'impiego di microrganismi, insetti utili, estratti di piante e trappole a feromoni. Il termine è spesso associato all'impiego di artropodi e nematodi predatori o parassiti di specie nocive, compresi acari predatori e imenotteri parassiti, che vengono generalmente utilizzati nelle coltivazioni in serra.

Gli svantaggi di questi mezzi di controllo biologico sono il costo elevato e la necessità di rispettare una precisa epoca di applicazione. Predatori e parassiti devono essere liberati sulla coltura dopo la comparsa degli organismi infestanti, ma prima che siano in grado di causare un danno significativo.

Il controllo biologico è spesso abbinato a mezzi di lotta fisici e chimici. Può essere utilizzato in prossimità della raccolta per ridurre la necessità di applicazioni tardive di agrofarmaci, che potrebbero dare origine a livelli più alti di residui nelle colture.

Controllo meccanico o fisico

Il controllo meccanico prevede l'impiego di getti d'aria o d'acqua, l'aspirazione o la rimozione manuale dei parassiti per controllare le infestazioni; richiede però molta manodopera e risulta quindi costoso e non applicabile su vasta scala. Il controllo fisico prevede l'impiego di barriere (ad esempio fasciature del tronco o reti) per evitare che i parassiti entrino in contatto con la coltura.

Le trappole a feromoni sono utilizzate per attirare gli insetti; sono altamente specifiche nei confronti delle specie nocive, economiche e di facile impiego. Tuttavia, spesso attraggono solo gli individui di un sesso (generalmente i maschi) e la loro efficacia è influenzata dalle condizioni meteorologiche.

Agrofarmaci biologici

Gli agrofarmaci biologici sono costituiti da organismi viventi, ma vengono formulati e applicati in modo analogo agli agrofarmaci di sintesi. Alcuni possono essere anche distribuiti in miscela con altri prodotti.

Alcuni agrofarmaci biologici come il *Bacillus thuringiensis* (Bt) sono altamente specifici. Ogni ceppo di Bt produce una gamma diversa di proteine in grado di uccidere una o poche specie affini di larve di insetti. Tali prodotti hanno un impatto minimo sulle specie non bersaglio; ciò comporta tuttavia la necessità di ricorrere a più prodotti per controllare parassiti diversi.

Gli agrofarmaci biologici sono spesso meno efficaci di quelli di sintesi e possono manifestare una minore velocità di azione, rendendoli inadatti qualora sia necessario controllare immediatamente lo sviluppo di un'infestazione. Tendono a degradarsi velocemente nell'ambiente e quindi a fornire un controllo dei parassiti limitato nel tempo, fattore che li rende adatti all'impiego in prossimità della raccolta. Come gli agrofarmaci convenzionali, anche quelli biologici possono generare l'insorgenza di resistenza se utilizzati in modo inappropriato.

Alimenti biologici

È difficile esprimere un'opinione imparziale sugli alimenti biologici.

L'Agenzia per la Sicurezza Alimentare britannica (2009) ha affermato "... non esiste alcuna differenza nutrizionale sostanziale tra alimenti biologici e convenzionali e non vi è evidenza di benefici aggiuntivi per la salute legati al consumo di alimenti biologici". La resa delle coltivazioni biologiche è minore, per cui i prezzi degli alimenti biologici sono generalmente più alti, con possibili ripercussioni sulla fruibilità di questo tipo di alimenti.

Tossine naturali delle piante



Le piante, evolvendosi da milioni di anni, hanno sviluppato meccanismi innovativi per contrastare altre forme di vita potenzialmente dannose per la loro crescita, inclusi parassiti e malattie.

I sistemi messi a punto dalle piante per difendersi sono svariati, al pari degli organismi che le minacciano, e comprendono:

- > superfici non appetibili, spesse, cerosi
- > spine robuste
- > sostanze maleodoranti o di cattivo sapore
- > secrezioni radicali che impediscono la crescita di altre piante

Accanto agli agrofarmaci naturali, le piante producono una numerosa serie di sostanze chimiche in risposta a siccità, ristagno idrico, gelate e altre condizioni avverse. Queste sostanze chimiche possono anche risultare velenose per altre specie.

Frutta e verdura contengono un gran numero di sostanze chimiche oltre a quelle necessarie per la nostra dieta quali zuccheri, grassi, proteine e vitamine. Una tazza di caffè, per esempio, contiene circa 1.000 sostanze chimiche diverse.

Il gruppo di ricerca del professor Bruce Ames, rinomato biochimico americano, ha affermato che rispetto al totale dei residui di agrofarmaci (naturali e di sintesi) riscontrabili nella dieta americana, il 99.99% è costituito da sostanze chimiche prodotte dalle piante stesse per difendersi dalle avversità. Ha stimato inoltre che un americano ingerisce circa 1,5 g di agrofarmaci naturali al giorno, quantità 10.000 volte superiore a quella degli agrofarmaci di sintesi.

In realtà, solo una piccolissima parte delle sostanze chimiche naturalmente presenti nelle piante è stata studiata in maniera approfondita come nel caso degli agrofarmaci di sintesi. Sottoponendo a test di cancerogenesi 52 sostanze chimiche naturali prodotte dalle piante, circa la metà è risultata cancerogena per i roditori. Tuttavia, dato che la concentrazione di queste sostanze negli alimenti è molto più bassa dei livelli saggiati negli studi sui roditori, la loro assunzione non comporta effetti negativi per la salute umana.

Nel caso degli agrofarmaci, per ottenerne la registrazione, la quantità consentita in qualsiasi dieta è almeno 100 volte inferiore alla quantità che non ha causato effetti negativi nelle specie più sensibili affini all'uomo. Queste condizioni sono molto più stringenti rispetto a quelle verificabili per le sostanze naturali presenti nelle piante.

Rischi legati al consumo di alimenti

Alcune sostanze chimiche particolarmente nocive possono essere prodotte negli alimenti ad opera di funghi. Il fungo denominato segale cornuta, ad esempio, attacca i semi dei cereali all'interno delle spighe, ma a differenza di altri agenti patogeni, non viene distrutto durante il processo di panificazione. Si stima che durante la Prima Guerra Mondiale 70.000 soldati tedeschi siano deceduti per aver mangiato pane di segale infettato dalla segale cornuta.

Alcuni dei più potenti agenti cancerogeni noti, le micotossine, sono prodotti da funghi, quali le aflatossine nelle arachidi, le ocratossine nei cereali e la patulina nelle mele. Per alcuni di essi sono stati stabiliti limiti massimi consentiti negli alimenti.

Sono stati identificati più di 300 tipi diversi di micotossine, ma per la maggior parte di esse non sono noti gli effetti sulla salute. Fortunatamente la presenza delle micotossine nei prodotti alimentari può essere ridotta al minimo adottando buone pratiche agricole per ridurre la presenza di funghi e insetti nelle colture in campo e in magazzino.

Tra gli altri fattori di rischio associati agli alimenti ricordiamo la contaminazione batterica, ad esempio da salmonella ed *Escherichia coli*. Cadmio, arsenico e mercurio possono essere tutti presenti naturalmente nelle piante e negli alimenti derivati.

L'idea che esista una differenza fondamentale tra sostanze chimiche "naturali" e "di sintesi" è un errore molto comune, spesso alimentato dalle campagne promozionali di prodotti "privi di additivi chimici".

Royal Society of Chemistry

Tossine naturali delle piante:

Tossine naturali	In quali alimenti si trovano	Effetti prodotti
Caffeina	Te, caffè, guaranà, noci di cola	Stimolante – aumento del battito cardiaco, spasmi muscolari
Acido ossalico	Rabarbaro	Calcoli renali, indisponibilità di calcio e magnesio
Lecitine (es. ricina)	Fagioli rossi	Nausea e vomito, diarrea, debolezza muscolare
Glicocalcoidi (es. solanina)	Patate	Nausea e vomito, rottura delle membrane cellulari, aumento del battito cardiaco
Psoraleni	Sedano, prezzemolo	Sensibilità cutanea
Saponine	Legumi (es. ceci)	Emolisi delle cellule del sangue
Glucosidi cianogenetici (es. linamarina)	Manioca, germogli di bambù	Avvelenamento da cianuro, paralisi dovuta a danneggiamento del sistema nervoso

Caso studio: sistema UE di allertamento sui rischi alimentari

L'Unione Europea (UE) utilizza il Sistema di allertamento rapido per alimenti e mangimi (RASFF, Rapid Alert System for Food and Feed) per monitorare i fattori di rischio nella filiera agroalimentare. In caso di superamento dei livelli consentiti, vengono notificate allerte alimentari. Nel 2014 sono state notificate:

- > 248 allerte per contaminazione batterica
- > 98 allerte per i metalli pesanti
- > 54 allerte per le micotossine
- > 43 allerte per gli agrofarmaci

Frutta e verdura possono essere consumati in sicurezza

Nonostante la presenza di sostanze chimiche di origine naturale, frutta e verdura possono essere consumate in sicurezza grazie alla capacità del nostro organismo di neutralizzare gli effetti delle sostanze nocive, alle normative del settore e al monitoraggio effettuato in fase di produzione, trasformazione e commercializzazione.

Il forte aumento dell'aspettativa di vita media verificatosi in Europa dall'inizio del XX secolo, da meno di 50 anni a oltre 80, è il risultato dell'enorme miglioramento della prevenzione sanitaria e della dieta. L'UE utilizza il consumo di frutta e verdura quale indicatore dello stato di salute dei suoi cittadini.

Percezione del rischio e fattori comuni di rischio



Nonostante sia opinione comune che le sostanze chimiche di sintesi siano più dannose di quelle di origine naturale, cinque delle sette sostanze più letali conosciute sono di origine naturale. La DL_{50} è la quantità di sostanza in grado di uccidere il 50% degli individui esposti ad essa.

Le 7 sostanze più tossiche	DL_{50} in mg/kg
Tossina A del botulino (batterio)	3×10^{-8}
Tossina A del tetano (batterio)	3×10^{-6}
Tossina della difterite (batterio)	3×10^{-4}
Diossina *	3×10^{-2}
Muscarina (fungo)	2×10^{-1}
Bufotossina (rospo)	4×10^{-1}
Sarina *	4×10^{-1}

* di sintesi

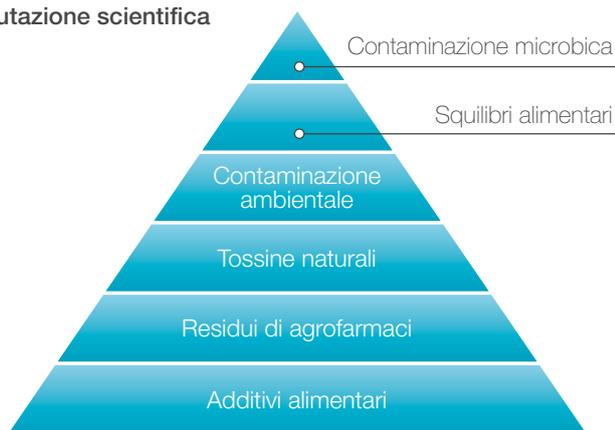
La diossina è il composto di sintesi più tossico, ma è comunque un milione di volte meno tossica della tossina del botulino. Un cucchiaino da tè di questa tossina sarebbe in grado di uccidere un quarto della popolazione mondiale; tuttavia c'è chi sceglie di utilizzarlo in campo cosmetico, iniettando il preparato nella pelle per ridurre le rughe.

Allo stesso modo gli agrofarmaci di sintesi sono ritenuti molto più pericolosi di quelli naturali, nonostante il rotenone, un insetticida biologico presente nelle piante tropicali, sia classificato al 12° posto tra le sostanze più tossiche.

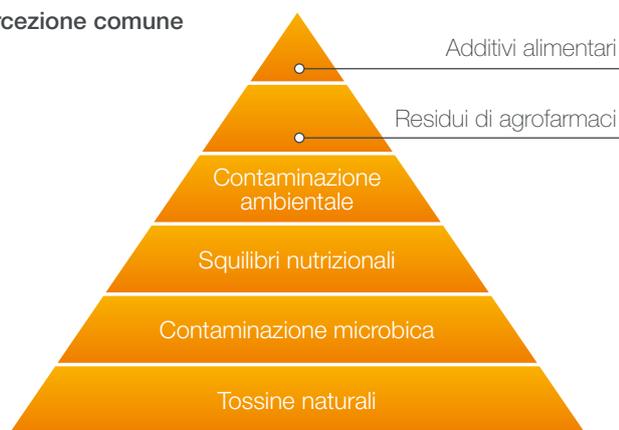
La differenza tra la valutazione scientifica e la percezione comune del rischio legato all'alimentazione aiuta a farsi un'idea della situazione.

Percezione del rischio nella filiera agroalimentare

Valutazione scientifica



Percezione comune



Come difendersi dalle tossine

Viviamo circondati da potenziali veleni. Qualsiasi cosa in quantità eccessiva può risultare dannosa, anche le sostanze essenziali per la nostra salute. Ad esempio, troppa vitamina D può danneggiare i reni o troppa acqua può diminuire la concentrazione di sali nel sangue, pregiudicando il funzionamento di cervello, cuore e muscoli. Anche l'ossigeno nel nostro corpo può dare origine a radicali che possono danneggiare il DNA, le proteine e i grassi. Fortunatamente il nostro organismo ha la possibilità di difendersi dalle tossine. Il processo di detossificazione è lo stesso sia che si tratti di sostanze di sintesi che di origine naturale. Sapore e odore anomali possono indicarci la presenza di sostanze nocive e il nostro stomaco può reagire alla presenza di queste sostanze espellendole. Qualora questo non fosse sufficiente, il fegato è in grado di metabolizzare numerose tossine in composti che possono essere eliminati tramite urine e feci. Il nostro organismo è quindi in grado di difendersi facilmente da piccole quantità della maggior parte delle tossine.

Fattori di rischio associati con sostanze di uso comune

Sostanza	DL ₅₀ (ratto) (mg/kg)	Dose letale (g) per un uomo di 70 kg	Equivalente a:
Cianuro di sodio	6.5	0,5	36 g di mandorle amare
Fluoruro di sodio	52	3,64	1 kg di dentifricio
Caffeina	150	10,5	100 tazzine di caffè
Acido Acetilsalicilico	200	14	46 pastiglie da 300 mg
Paracetamolo	340	23,8	48 pastiglie da 500 mg
Sale	3000	210	140 pacchetti di patatine
Tossina del botulino	0,000001	0,00000007	14 fiale di antirughe

Caso studio: dimostrazione della sicurezza degli agrofarmaci

Il metalaxil-M è un fungicida impiegato in molte colture per proteggerle da malattie che pregiudicano quantità e qualità del raccolto. La quantità sicura in caso di esposizione acuta (ARfD) è pari a 0,5 mg di metalaxil-M per chilogrammo di peso corporeo per giorno (la Dose Acuta di Riferimento si basa su una quantità che non determina effetti avversi, non su una quantità tossica).

Il LMR UE del metalaxil-M nelle mele è pari a 1 mg/kg; il peso medio di una mela è 125 g. Supponendo che il residuo in tutte le mele sia pari al LMR, un bambino di 1 anno potrebbe mangiare 35 mele al giorno, e un adulto del peso di 70 kg 280 mele al giorno senza che sia superata la Dose Acuta di Riferimento.

In realtà, mezza mela rappresenta una porzione abbondante per un bambino di 1 anno e gli adulti consumano in media 65 mele all'anno.

Nell'Unione Europea, l'utilizzazione del LMR per calcolare l'assunzione dei residui comporta una notevole sovrastima dell'esposizione agli agrofarmaci. Dal monitoraggio dei residui di agrofarmaci nell'UE, di 6.423 campioni di mele analizzati, solo 43 campioni (1%) contenevano metalaxil-M e il residuo più alto rilevato era pari a 0,5 mg/kg.

Pertanto, nella realtà, sia i bambini che gli adulti possono consumare quantità di mele molto maggiori di quelle citate senza che sia raggiunta la Dose Acuta di Riferimento perché non tutte le mele contengono residui di metalaxil-M e perché i residui, se presenti, sono generalmente molto inferiori all'LMR.

Sicurezza dell'approvvigionamento alimentare e commercio globale degli alimenti



L'OMS (1996) ha così definito la sicurezza dell'approvvigionamento alimentare: "quando tutte le persone, in ogni momento, hanno accesso fisico, sociale ed economico ad alimenti sicuri e nutrienti in quantità sufficiente per condurre una vita attiva e sana".

Sebbene i Paesi sviluppati siano in grado di garantire un buon livello di approvvigionamento alimentare, questa situazione non si verifica in tutto il mondo. I Paesi con la più alta percentuale di reddito utilizzata per l'acquisto di generi alimentari sono i più vulnerabili alle fluttuazioni dei prezzi delle derrate agricole e, di conseguenza, più soggetti al rischio di approvvigionamento alimentare insufficiente.

Milioni di persone in tutto il mondo soffrono ogni giorno per mancanza di cibo e la conseguente denutrizione. Con l'aumento della popolazione mondiale e della richiesta di diete più ricche e variate, aumenta anche la necessità di una maggiore produzione agricola.

Il ridimensionamento delle problematiche globali attuali e future è possibile attraverso una distribuzione più equa degli alimenti, una riduzione degli sprechi e mettendo i Paesi in difficoltà in grado di provvedere maggiormente al loro fabbisogno

alimentare. Tuttavia, le organizzazioni internazionali indipendenti prevedono, per i prossimi anni, un aumento della disparità nella produzione e nella disponibilità di generi alimentari.

La FAO ha calcolato che ogni anno vengono sprecati 1,3 miliardi di tonnellate di cibo.
<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.pdf>

Problema	Crescente domanda di prodotti agricoli
Esigenze alimentari attuali	È necessario produrre più cibo per nutrire chi soffre la fame.
Esigenze alimentari future	L'incremento della popolazione mondiale determina una maggiore richiesta di cibo. La maggiore richiesta di diete ad alto contenuto energetico potrebbe aumentare il divario tra paesi ricchi e poveri.
Sicurezza dell'approvvigionamento alimentare nazionale	È necessario che i Paesi diventino più autosufficienti. L'aumento dei costi e dell'impatto legato alla distribuzione degli alimenti richiedono una maggiore autosufficienza alimentare.
Globalizzazione	I paesi in via di sviluppo che riforniscono i mercati globali devono produrre più cibo per soddisfare la domanda interna di alimenti.

Minacce per la sicurezza dell'approvvigionamento alimentare

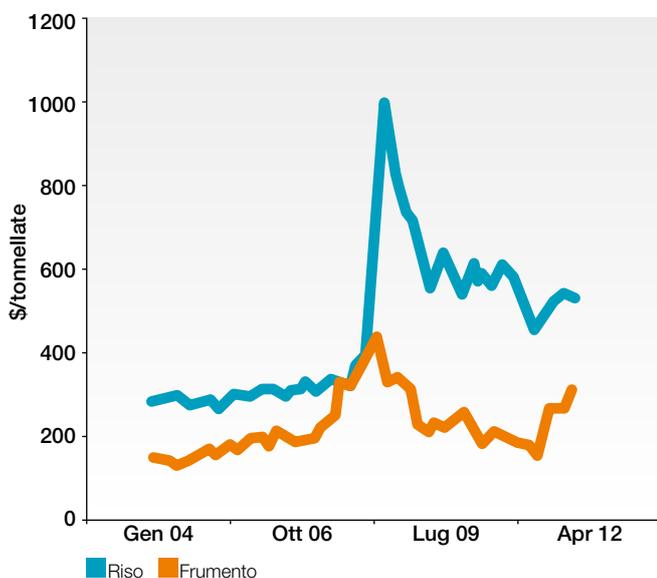
Un recente rapporto della FAO e dell'OCSE (Agricultural Outlook 2011-2020) evidenzia alcuni fattori che minacciano la sicurezza dell'approvvigionamento alimentare:

- > nel 2011 i prezzi delle derrate alimentari sono aumentati del 40% a livello globale
- > incremento previsto della produzione agricola dell'1,7% annuo rispetto al 2,6% del precedente decennio
- > aumento medio del 20% del prezzo dei cereali e di più del 30% del prezzo della carne rispetto al periodo 2001-2010
- > maggiore richiesta di cibo per l'uomo e per il bestiame nei Paesi in via di sviluppo e di biocarburanti nei Paesi sviluppati

Si prevede che i cambiamenti climatici aumenteranno la loro incidenza sulla produzione alimentare, anche se effetti precisi e tempistiche sono difficilmente prevedibili.

Per comprendere le implicazioni legate all'imprevedibilità del clima, si pensi che, mentre gli effetti della ridotta produzione agricola in entrambi gli emisferi nel 2008 possono non essere stati percepiti dai consumatori nei Paesi sviluppati, l'aumento esponenziale dei prezzi dei cereali che ne è derivato ha provocato violente sommosse in molte parti del mondo.

Prezzo mensile di riso e frumento in €/ton



Fonte <http://www.indexmundi.com/>

Commercio internazionale degli alimenti

Il commercio globale di frutta e verdura sta crescendo rapidamente; solo nel 2009 è aumentato del 6% raggiungendo i 511,6 miliardi di dollari.

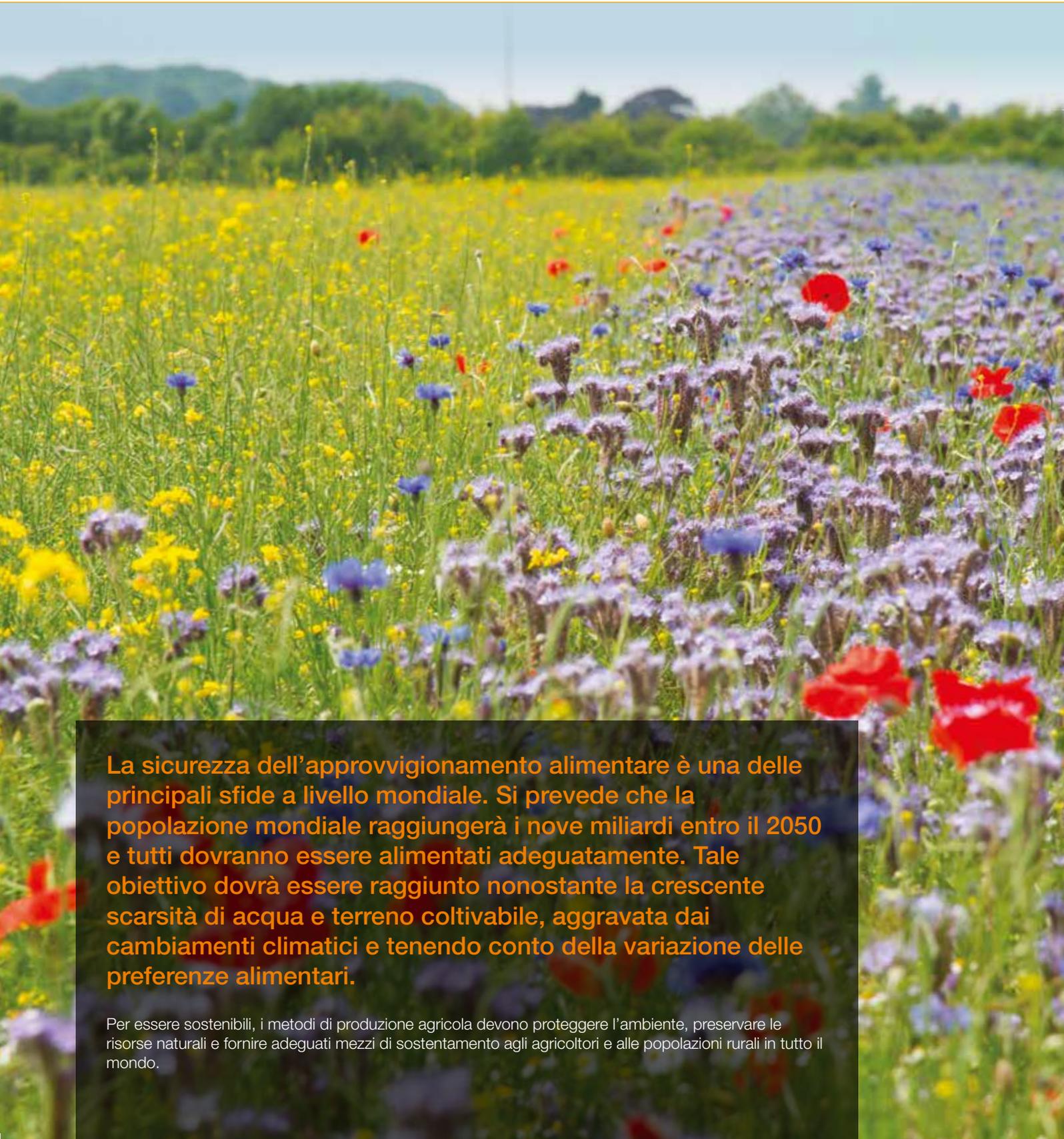
Entro il 2017 circa la metà della produzione di ortaggi e oltre un terzo della produzione di frutta saranno destinati all'esportazione, rispetto al 3% degli ortaggi freschi e al 6% della frutta fresca nel 2004. (Fonte: UN comtrade 2010 e Rabobank)

Fattori che determinano l'aumento del commercio internazionale:

- > redditi più alti
- > variazione delle preferenze dei consumatori
- > maggiore efficienza dei trasporti
- > miglioramento delle tecnologie di conservazione
- > promozione dei benefici per la salute legati al consumo di frutta e verdura
- > approvvigionamento alimentare e disponibilità di acqua

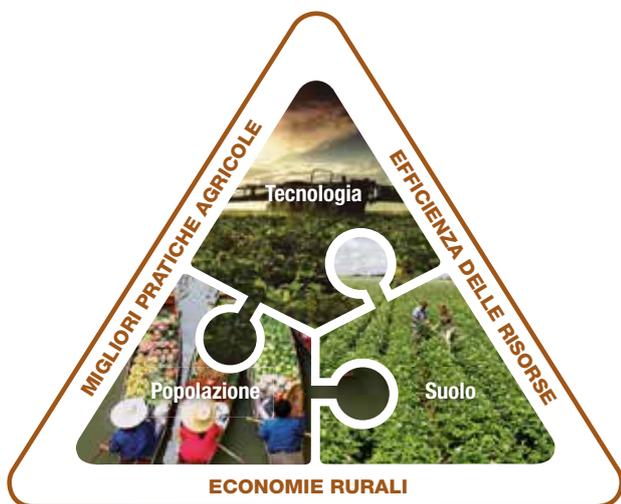
Per facilitare il commercio globale di ortofrutta, assume sempre più importanza la fissazione a livello globale dei Limiti Massimi di Residui (LMR). Un unico LMR globale potrebbe sostituire i numerosi LMR nazionali e le tolleranze all'importazione attualmente in vigore.

Agricoltura sostenibile e soluzioni integrate per le colture



La sicurezza dell'approvvigionamento alimentare è una delle principali sfide a livello mondiale. Si prevede che la popolazione mondiale raggiungerà i nove miliardi entro il 2050 e tutti dovranno essere alimentati adeguatamente. Tale obiettivo dovrà essere raggiunto nonostante la crescente scarsità di acqua e terreno coltivabile, aggravata dai cambiamenti climatici e tenendo conto della variazione delle preferenze alimentari.

Per essere sostenibili, i metodi di produzione agricola devono proteggere l'ambiente, preservare le risorse naturali e fornire adeguati mezzi di sostentamento agli agricoltori e alle popolazioni rurali in tutto il mondo.



Per sviluppo sostenibile si intende il miglioramento della qualità della vita dell'uomo senza compromettere gli ecosistemi. (IUCN, UNEP, WWF 1991).

Se lo sfruttamento del pianeta continua al ritmo attuale, entro il 2035 avremo bisogno dell'equivalente di due pianeti per mantenere lo stesso tenore di vita (World Wide Fund for Nature, 2008 Living Planet Report 2008).

Si calcola che nei prossimi 50 anni gli agricoltori dovranno produrre una quantità di cibo equivalente a quella prodotta nei primi 10.000 anni di agricoltura.

Per diventare sostenibile l'agricoltura dovrà:

- > produrre il massimo possibile utilizzando la minore quantità di risorse (carburante, acqua, sostanze nutritive)
- > sostenere gli agricoltori e contribuire allo sviluppo delle economie rurali
- > proteggere l'ambiente

Syngenta sta sviluppando molte iniziative nelle economie rurali rivolte ai piccoli agricoltori, quali l'offerta di consulenza agronomica tramite Nokia Life Tools in India, di pacchetti accessibili e facili da usare in Kenya e il progetto PaniPipe in Bangladesh, che permette di ridurre la quantità di acqua necessaria per la coltivazione del riso, contenendo i costi di irrigazione e aumentando la redditività degli agricoltori.

L'agricoltura intensiva sostenibile consente agli agricoltori di massimizzare la produttività e di usare le risorse in modo efficiente, tutelando al tempo stesso l'ambiente e le risorse naturali.

Nell'ambito dell'agricoltura intensiva sostenibile, una parte del terreno, tipicamente l'area meno produttiva, non viene coltivata, ma

gestita con l'obiettivo di migliorare l'ambiente sia a livello locale (margini del campo) sia a livello globale (foreste pluviali), senza compromettere la produzione agricola.

L'Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura delle Nazioni Unite (FAO) sta esaminando la capacità dell'agricoltura di mitigare i cambiamenti climatici. Le pratiche agricole "Climate-smart" potrebbero aumentare la produttività delle colture e migliorare la loro capacità di adattamento alle variazioni climatiche, riducendo al tempo stesso le emissioni di gas serra grazie alla fissazione di grandi quantità di carbonio dall'atmosfera.

La Royal Society (Accademia delle Scienze inglese), nella pubblicazione del 2009 intitolata *Reaping the Benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture* (rapporto ISBN: 978-0-85403-784-1) ha affermato che il raggiungimento degli obiettivi di produttività agricola e sostenibilità richiederà sia l'applicazione delle conoscenze esistenti sia l'impiego di nuove tecnologie derivanti da una valida attività di ricerca.

In particolare, il miglioramento genetico delle sementi – sia attraverso l'ingegneria genetica sia mediante le tecniche di selezione tradizionali – può contribuire significativamente all'aumento sostenibile della produttività incrementando l'efficienza fotosintetica, ottimizzando l'utilizzo delle sostanze nutritive disponibili e consentendo una migliore espressione del potenziale genetico delle colture.

Nuove varietà, pratiche di coltivazione agro-ecologiche, gestione del terreno e agricoltura di precisione, giocheranno un ruolo significativo nello sviluppo di soluzioni integrate per la gestione delle colture.

Il dibattito sull'impiego delle tecnologie in agricoltura, caratterizzato da eccessive contrapposizioni, non tiene conto del fatto che non esiste un'unica soluzione adatta a tutte le situazioni. Per soddisfare le necessità di una produzione globale sostenibile e sicura, l'agricoltura richiede approcci diversificati in funzione di numerosi fattori tra i quali la coltura, la località e le tradizioni rurali. È essenziale che tutti gli agricoltori possano disporre degli strumenti e delle tecnologie idonee alle condizioni di coltivazione.

Caso studio: protezione del suolo e delle risorse idriche

In Uzbekistan, dove prevale la monocoltura, un progetto della FAO ha contribuito ad aumentare la produttività del cotone promuovendo la minima lavorazione del terreno, la rotazione con frumento e legumi e l'utilizzo di colture pacciame. Questo ha comportato la messa a punto di parcelle sperimentali dimostrative e la formazione di agricoltori e consulenti sul movimento dell'acqua nel terreno e sulle tecniche di miglioramento del suolo. Le tecnologie introdotte nel corso del progetto hanno portato al miglioramento delle caratteristiche del terreno, ad un migliore sviluppo delle colture e al conseguente incremento delle rese.

L'agricoltura deve affrontare molte sfide per poter sfamare una popolazione mondiale in crescita

È necessario:

- > aumentare la produttività agricola in un contesto dove le variazioni climatiche possono influire in modo rilevante sui raccolti
- > ridurre l'impatto ambientale delle attività agricole e tutelare la biodiversità
- > sostenere e costruire le economie rurali garantendo un salario equo agli agricoltori e alla manodopera impegnata nelle operazioni colturali

L'obiettivo generale è "produrre di più con meno".

Per rispondere alla sfida globale dell'approvvigionamento alimentare, è necessario che tutti gli attori della filiera agroalimentare lavorino insieme per trovare soluzioni.



Gli agricoltori hanno la necessità di fornire prodotti agricoli che soddisfino le esigenze dei consumatori e della filiera in termini di quantità e qualità; una diminuzione della produttività avrebbe ripercussioni sulla redditività.

Per rispondere a questa necessità, Syngenta ha messo in campo la propria competenza in materia di sementi, agrofarmaci e controllo biologico per mettere a punto soluzioni adatte a fronteggiare le diverse sfide legate alla protezione delle colture.

Le soluzioni integrate per le colture abbinano i vantaggi del miglioramento genetico con la conoscenza approfondita dei fattori di produzione per aumentare quantità e qualità dei raccolti, sfruttando meglio le risorse - per "produrre di più con meno".

Syngenta ha unito competenza ed esperienza in materia di protezione delle colture, ricerca sulle sementi, sviluppo e logistica per fornire una gamma completa di soluzioni ai propri clienti.

Syngenta continua ad investire nell'innovazione nel campo della protezione delle colture, delle sementi e della conoscenza dei prodotti, per sviluppare programmi di difesa in grado di rispondere a tutte le esigenze degli agricoltori e di garantire alla filiera un adeguato approvvigionamento di prodotti alimentari sicuri e di alta qualità.

Caso studio: attuazione di soluzioni integrate

Syngenta continua a collaborare con i propri partners su una serie di progetti studiati per offrire agli agricoltori conoscenze e tecnologie per migliorare la produzione agricola, tra i quali:

- > Programma PLENE® per la canna da zucchero, in collaborazione con John Deere, volto ad aumentare la produttività e a migliorare le condizioni di lavoro della manodopera
- > FRIJOLNICA™: progetto sviluppato con RAMAC e destinato ai piccoli agricoltori del Nicaragua ai quali viene insegnato come aumentare il raccolto attraverso l'uso di pratiche agricole più efficienti. Con il supporto di un istituto di credito, viene facilitato l'accesso al credito che spesso rappresenta un limite allo sviluppo delle piccole aziende.
- > Camcoa 300™: uno strumento per integrare gli agricoltori nel processo di fornitura dei prodotti e aumentare la resa e la qualità dei semi di cacao
- > Operation Pollinator: la messa a punto di miscele di essenze fiorite da seminare ai bordi di campi per aumentare la biodiversità e incrementare la fertilità del suolo, oltre a creare una zona di rispetto a protezione dei corsi d'acqua.
- > Nucoffee™: un nuovo modello di business in grado di aumentare la redditività degli agricoltori attraverso la fornitura di prodotti di qualità che permettano l'accesso ai mercati di valore
- > Con NETAFIM: collaborazione mirata all'ottimizzazione dell'uso dell'acqua di irrigazione abbinata all'impiego di varietà ad "alta efficienza idrica" per massimizzare le rese produttive

Normativa di riferimento sugli agrofarmaci

- Regolamento (CE) n. 1107/2009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari

Stabilisce norme riguardanti l'autorizzazione, l'immissione sul mercato, l'impiego e il controllo degli agrofarmaci

- Regolamento (CE) n. 396/2005 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 febbraio 2005 concernente i livelli massimi di residui di antiparassitari nei o sui prodotti alimentari e mangimi di origine vegetale e animale.

Stabilisce, conformemente alla necessità di garantire un elevato livello di tutela dei consumatori, disposizioni comunitarie armonizzate relative ai livelli massimi di residui di agrofarmaci

- Direttiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi.

Recepita dal Decreto Legislativo n. 150 del 14 agosto 2012

Istituisce un quadro per realizzare un uso sostenibile degli agrofarmaci riducendone i rischi e gli impatti sulla salute umana e sull'ambiente e promuovendo l'uso della difesa integrata e di approcci o tecniche alternativi

- Decreto 22 gennaio 2014 - Adozione del Piano di azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 14 agosto 2012, n. 150
-

Abbreviazioni e glossario

Abbreviazioni

ADI = Acceptable Daily Intake = Dose Giornaliera Accettabile
ARfD = Acute Reference Dose = Dose Acuta di Riferimento
BPA = Buona Pratica Agricola
CAG = Cumulative Assessment Group = Gruppo di Valutazione Cumulativa
EFSA = European Food Safety Authority = Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare
EPA = Environmental Protection Agency = Agenzia per la Protezione Ambientale
FAO = Food and Agriculture Organisation = Organizzazione per l’Alimentazione e l’Agricoltura
HR = Higher Residue = Residuo più alto
ILAC = International Laboratory Accreditation Cooperation = Cooperazione Internazionale per l’Accreditamento dei Laboratori
IPM = Integrated Pest Management = Difesa Integrata
IT = Import Tolerance = Tolleranza all’Importazione
LMR = Limiti Massimi di Residui
LQ = Limite di Quantificazione
OCSE = Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico
OMC = Organizzazione Mondiale per il Commercio
OGM = Organismo Geneticamente Modificato
OMS = Organizzazione Mondiale della Sanità
ONG = Organizzazione Non Governativa
RAC = Raw Agricultural Commodity = Prodotto Agricolo Grezzo
RASFF = Rapid Alert System for Food and Feed = Sistema di Allertamento Rapido per gli Alimenti e i Mangimi
STMR = Supervised Trial Median Residue = Residuo Mediano da Prove Controllate
TF = Transfer Factor = Fattore di Trasferimento
TMDI = Theoretical Maximum Daily Intake = Assunzione Massima Giornaliera Teorica
VF = Variability Factor = Fattore di Variabilità

Glossario

Alcaloidi = sostanze di origine vegetale che esplicano effetti farmacologici a piccole dosi
Baby Food = Alimenti per l’infanzia
Cancerogeno = in grado di causare tumori o favorirne l’insorgenza
Concia (delle sementi) = trattamento dei semi con agrofarmaci in grado di proteggere il germoglio e la piantina nelle prime fasi di sviluppo dagli agenti dannosi (funghi, insetti)
Crittogamico = imputabile ai funghi (muffe)
DNA = molecola complessa depositaria del codice genetico dell’individuo
Emolisi = distruzione dei globuli rossi
Feromoni = sostanze emesse dagli organismi viventi (es. insetti) a basse concentrazioni per inviare segnali ad altri individui della stessa specie
Fotolisi = degradazione di una sostanza ad opera della luce del sole
Idrolisi = reazione chimica di scissione ad opera dell’acqua
Imenotteri = ordine di insetti dotati di 2 paia di ali (es. api, vespe, ecc.)
Ingegneria genetica = insieme di tecniche che consentono il trasferimento di geni tra due organismi
Liposolubile = solubile nei grassi (lipidi)
Marcatore molecolare = frammento di DNA che si associa ad una parte specifica di un genoma
Metabolita = prodotto di degradazione di una sostanza ad opera di microrganismi o agenti chimici/fisici
Micotossina = tossina prodotta dai funghi (muffe)
Nematodi = piccoli vermi parassiti delle piante
Patogeno = in grado di causare malattie
Picco (in cromatografia) = espressione della quantità di sostanza presente nel campione
Risposta biochimica = meccanismo di assorbimento, distribuzione, metabolizzazione ed escrezione di una sostanza
Sovescio = interrimento di una coltura per aumentare il contenuto di sostanza organica del terreno
Tossina = sostanza in grado di esplicare un’azione dannosa sugli organismi viventi



Syngenta Italia S.p.A.
Via Gallarate, 139
20151 Milano

www.syngenta.it

Sicurezza, disponibilità e qualità degli alimenti. Il ruolo degli agrofarmaci e il significato dei residui

Le informazioni, di dettaglio ovvero sintetiche, contenute in questa pubblicazione, hanno lo scopo di fornire un quadro generale sull'impiego degli agrofarmaci nel contesto della filiera agroalimentare e non vanno intese come indicazioni o raccomandazioni relative a situazioni specifiche. Qualora fosse vostra intenzione ricevere indicazioni specifiche sull'impiego dei prodotti Syngenta o sui servizi offerti, vi invitiamo a contattare il rappresentante Syngenta sul territorio. Qualsiasi azione intrapresa o decisione presa sulla base delle informazioni contenute in questa pubblicazione deve intendersi a vostro proprio rischio e pericolo e Syngenta pertanto non potrà essere ritenuta responsabile di qualsivoglia danno o perdita conseguenti alle azioni o decisioni. Sono fatte salve le previsioni di legge che non consentono limitazioni ovvero esclusioni di responsabilità.