Pesticidi nei muschi

Protocollo TDE — Bioindicatori | Criterio analitico e decisionale

Stato: criterio operativo TDE, da applicare con metodo analitico validato sulla matrice e nel quadro della valutazione territoriale integrata.

1. Finalità

La determinazione multiresiduale dei pesticidi nei muschi serve a individuare pressioni ambientali derivanti da deposizioni attuali o pregresse, anche provenienti da attività esterne all'area agricola TDE. Non si pretende di dedurre direttamente dal muschio la concentrazione che sarà presente nelle derrate alimentari, né di attribuire responsabilità per eventuali contaminazioni.

2. Determinazioni e matrice

- Analisi multiresiduale ampia con GC-MS/MS e LC-MS/MS, senza separare pesticidi storici e attuali.
- Refertazione per singola sostanza e per le sommatorie previste dalle definizioni regolamentari dei residui (incluse, ove pertinenti, sostanze madri e metaboliti).
- Muschio terrestre campionato e preparato secondo procedura standardizzata, con identificazione della specie, localizzazione, data, parte raccolta e misura della frazione secca.
- Risultato originale conservato in mg/kg di sostanza secca; risultato aggiuntivo calcolato in mg/kg di tal quale, utilizzando l'umidità effettiva del campione.

3. Regola di riferimento TDE

Limite guida TDE per ciascun pesticida = 50% dell'LMR UE vigente per la categoria alimentare "Mosses and lichens" (muschi e licheni).

Il valore viene confrontato con il risultato del muschio riportato al tal quale. La definizione regolamentare di residuo deve essere rispettata, comprese le somme di composti quando previste. Gli LMR sono aggiornabili: per ogni campagna si registra la versione normativa consultata e la data della verifica.

La regola del 50% costituisce un criterio volontario di orientamento TDE; non è un limite di sicurezza alimentare applicabile ai muschi campionati a scopo di biomonitoraggio, né una soglia tossicologica o un valore di fondo ambientale.

4. Conversione e verificabilità

C(tal quale) = C(sostanza secca) × frazione di sostanza secca, dove la frazione di sostanza secca = 1 − frazione massica di umidità.

Esempio illustrativo: un risultato di 20 µg/kg s.s., con umidità effettiva dell'80%, equivale a 4 µg/kg sul tal quale. Il 20% di sostanza secca è un dato ipotetico, non un coefficiente fisso applicabile a tutti i muschi.

Dato che l'idratazione dei muschi varia molto in funzione delle condizioni meteorologiche, la raccolta e la preparazione devono essere standardizzate. Il dato su sostanza secca resta il riferimento scientifico per confronti temporali e letteratura; il tal quale è impiegato soltanto per il confronto convenzionale con l'LMR alimentare.

5. Albero decisionale sintetico

Esito dell'analisi	Azione TDE
≤ 50% dell'LMR e quadro ambientale favorevole	Il risultato è compatibile con TDE; proseguire la valutazione delle altre matrici.
> 50% dell'LMR	Approfondimento della sostanza, confronto con gli altri indicatori e decisione motivata su ammissione, sospensione o esclusione.
Valore elevato pur sotto il 50% dell'LMR	Possibile giudizio negativo se indica pressione agricola/ambientale incompatibile con la finalità TDE.
Composti persistenti o molteplici residui	Interpretare profilo, concentrazioni e persistenza; possibile origine storica e/o trasporto atmosferico.
LOQ superiore o vicino alla soglia guida	Il risultato non consente una conclusione solida; richiedere un metodo più sensibile o un ulteriore indicatore.

6. Motivazione e limiti del criterio

I muschi intercettano deposizioni atmosferiche e possono integrare esposizioni su periodi superiori al ciclo colturale di un alimento. I residui possono essere trattenuti, degradati, dilavati oppure diluiti dalla crescita; il risultato non indica quindi una dose depositata per unità di superficie, né si interpreta come un residuo equivalente nella coltura alimentare.

La percentuale dell'LMR è stata scelta per disporre di una regola semplice e verificabile nel contesto della qualificazione TDE. Non sostituisce il giudizio ecologico integrato, che considera anche suoli, acque, ulteriori organismi, esposizione territoriale e profilo delle sostanze. In particolare, un limite UE elevato non implica che concentrazioni ambientali elevate siano accettabili per TDE.

Il semplice rilievo di pesticidi vietati da lungo tempo, come DDT e relativi metaboliti, non prova un impiego recente; la loro presenza resta tuttavia un elemento utile nel giudizio sulla qualità ambientale complessiva.

7. Riferimenti normativi e tecnici

1. Parlamento europeo e Consiglio. Regolamento (CE) n. 396/2005, del 23 febbraio 2005, relativo ai livelli massimi di residui di antiparassitari nei o sui prodotti alimentari e mangimi di origine vegetale e animale, e successive modifiche.
https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/396/oj

2. Commissione europea. EU Pesticides Database: ricerca degli LMR per prodotto e per residuo; strumento informativo, da verificare rispetto agli atti vigenti pubblicati nella Gazzetta ufficiale dell’UE.
https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en

3. Commissione europea. Maximum Residue Levels — definizione e quadro di applicazione degli LMR alimentari.
https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/maximum-residue-levels_en

4. Commissione europea. EU legislation on Maximum Residue Levels — normativa, allegati e valore generale di default quando applicabile.
https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/maximum-residue-levels/eu-legislation-mrls_en

5. ICP Vegetation / UNECE. Mosses as biomonitors of air pollution: protocolli di biomonitoraggio e comparabilità dei campioni.
https://icpvegetation.ceh.ac.uk/

Nota documentale: gli studi esplorativi su DDT nei muschi rumeni e su pesticidi nei licheni francesi non costituiscono la fonte della soglia del 50%, che è un criterio gestionale TDE.