Valori limite di pfas nelle acque di abbeverata in relazione ai rischi di potenziale bioaccumulo negli animali da reddito

FOSAN ETS – Francesco Maria Bucarelli (Presidente)

Comitato Scientifico: Alberto Mantovani, Leonello Attias, Sergio Bernasconi, Maurizio Boccacci Mariani, Francesco Maria Bucarelli, Matteo Ceruti, Andrea Di Nisio, Rosa Draisci, Carlo Foresta, Agostino Macrì, Antonio Masi, Laura Paganini
Segreteria Tecnica: Martina Di Fabio, Manuel Lisci
10.4458/6298-01

Introduzione

Le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) sono una classe di composti chimici ampiamente utilizzati in vari settori industriali e commerciali per le loro proprietà oleo- e idrorepellenti, ossia impermeabilizzanti e antiaderenti. In particolare, dagli anni '50, sono impiegati per la produzione di numerosi prodotti commerciali come tappeti, pelli, insetticidi, schiume antincendio, vernici, rivestimenti per contenitori alimentari, impermeabilizzanti per tessuti, padelle antiaderenti, stoviglie monouso etc.

La loro stabilità chimica, unita a una bassa biodegradabilità e alla solubilità in acqua, gli conferisce un'elevata persistenza ambientale e la capacità di accumularsi negli esseri viventi, provocando inquinamento ambientale e danni alla salute umana.

Come Osservatorio PFAS ci stiamo dedicando alla presenza di PFAS nell'acqua e negli alimenti. Il nostro intento è quello di offrire un'analisi dei percorsi attraverso cui acqua e cibo vengono contaminati, dei meccanismi e tessuti di accumulo, delle fonti di contatto con i PFAS (spesso inconsapevole), e del problema del loro trasferimento dai contenitori per alimenti al cibo.

L'ultima direttiva dell'Unione Europea UE 915/2023, che impone limiti sui PFAS riscontrabili in acqua e cibo, solleva questioni molto interessanti[1]:

- La definizione dei limiti di PFAS negli alimenti di origine animale non tiene conto del contenuto di PFAS nell'acqua di abbeverata e nei mangimi e, di conseguenza, i meccanismi di bioaccumulo animale in relazione all'introito di base;

[1] I PFAS sono interferenti endocrini ed esplicano una azione biologica negli organismi animali e vegetali anche a concentrazioni molto basse.

L'EFSA ha stabilito il limite di sicurezza di assunzione settimanale di PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS and PFOS) nell'uomo pari a 4,4 ng/kg di massa corporea (EFSA Journal 2020;18(9):6223). Nel regolamento (UE) 915/2023 vengono stabiliti limiti di PFAS per gli alimenti di origine animale, mentre il Dlgs. 18/2023 stabilisce i limiti di PFAS per le acque ad uso umano. In nessuno dei due documenti vengono stabiliti limiti di contaminazione da PFAS nelle acque ad uso zootecnico, nelle acque irrigue, nei mangimi, nei prodotti di origine vegetale, negli alimenti trasformati e nei MOCA.

- Non sono definiti limiti per gli alimenti di origine vegetale-ortofrutticola per i quali, invece, andrebbe considerata la quantità di bioaccumulo dei PFAS nelle diverse piante;
- Considerando un alimento pronto e confezionato in un packaging rivestito di materiale contenente PFAS, ci si chiede quali valori limite possano essere considerati adeguati.

Nel presente position paper, il Comitato Scientifico dell'Osservatorio PFAS si propone di esaminare la correlazione tra la presenza di PFAS nelle risorse idriche, nei mangimi destinati all'allevamento, anche a conduzione familiare, e il conseguente fenomeno del bioaccumulo e come queste dinamiche si rapportino ai parametri di accettabilità in contenuto di PFAS stabiliti dall'ultimo decreto dell'Unione Europea. Un aspetto cruciale per valutare la qualità degli alimenti in particolare di origine animale.

Fonti di contaminazione dell'acqua di abbeverata

La contaminazione da PFAS delle acque può avvenire tramite svariate fonti, tra cui scarichi industriali, rifiuti, dispersione da prodotti di consumo e inquinamento diffuso. Questa contaminazione può riguardare l'intero sistema idrico, quindi le acque potabili per uso umano, acqua di abbeverata per animali e gli ecosistemi acquatici: in particolare per PFOA (parere EFSA 2020) la contaminazione delle acque, oltre a sollevare preoccupazioni per la sicurezza idrica, è un fattore critico per l'esposizione degli organismi acquatici, nonché per il possibile trasferimento nella catena alimentare. Purtroppo, la valutazione effettuata da EFSA nel 2020 – un documento di grande valore scientifico – si è concentrata molto sugli aspetti tossicologici e sui livelli dei quattro PFAS considerati (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS), ma per carenza di dati non ha potuto caratterizzare i fattori di trasferimento dall'acqua, o dai mangimi, agli organismi produttori di alimenti. A tale proposito, è necessario condurre una valutazione separata per le diverse fonti alimentari (ruminanti, monogastrici, specie avicole, selvaggina, pesci da allevamenti e da pesca, oltre ai diversi tipi di prodotti vegetali) al fine di comprendere meglio le misure di attenzione nelle specifiche filiere produttive.[2]

Limiti legali negli alimenti di origine animale sono stati finalmente definiti per quattro PFAS valutati da EFSA nel 2020 (PFOS, PFOA, PFNA e PFHxS) con il Regolamento UE 915/2023. Anche se certuni li definiscono limiti "imposti", la comunità scientifica ha accolto con grande favore una decisione del legislatore che -finalmente- recepisce le ripetute allerte pervenute da gruppi di ricerca in tutto il mondo

[2] Se i livelli di bioconcentrazione non vengono monitorati e limitati, non si possono ottenere cibi sicuri perché ogni animale è parte della catena alimentare e rappresenta una potenziale fonte di esposizione per l'uomo. Il tema va affrontato pertanto in un'ottica One Health sostenibile.
Al fine di comprendere meglio le soglie di attenzione nella filiera agroalimentare occorrerebbe condurre una valutazione mirata a seconda del prodotto dell'animale poiché le diverse specie vegetali e le diverse famiglie di animali (che siano animali terrestri – da cortile e non, selvaggina, pesci da acquacoltura e da pesca) bioaccumulano in maniera diversa (Ghisi et al. 2019, Ebinezer et al. 2022, Munoz et al. 2022). Uno studio condotto in Veneto dall'Istituto Superiore di Sanità (Relazione ISS 2019) ha riscontrato la presenza di sostanze perfluoroalchiliche in numerosi alimenti della zona rossa. Tra i prodotti vegetali, le albicocche sono risultate quello con la maggiore concentrazione di PFOS e PFOA (valore MB pari a 0,080 µg/kg). Tra i prodotti di origine animale, muscolo e fegato dei suini presentano le concentrazioni più elevate di PFOS e PFOA (0,252 µg/kg e 2,250 µg/kg, rispettivamente). Le uova presentano concentrazioni di PFOS e PFOA oltre i limiti imposti dal Regolamento (UE) 915/2023, con un valore MB di 1,171 µg/kg; ed il latte ha un valore MB di 0,051 µg/kg.

e la valutazione di EFSA.

I limiti finalmente definiti dal Regolamento UE 915/2023 per gli specifici alimenti sono riportati in Allegato 1

Tuttavia, il Comitato nota che i limiti UE sono piuttosto alti e forse non del tutto coerenti con il TWI di EFSA e con la protezione delle fasce di popolazione che presentano elevati di consumo di alimenti critici, quali pesce, uova, frattaglie. Pertanto, una revisione dei limiti potrebbe essere necessaria.

In ogni caso, il controllo di filiera è indispensabile per prevenire che i nuovi limiti legali vengano superati. Questo implica la necessità di controlli utili alla quantificazione dei PFAS nell'acqua, ad uso agricolo e zootecnico, e di una normativa europea aggiornata che ne fissi i limiti.

Acque ad uso zootecnico: quadro normativo in Unione Europea ed in Italia

La normativa nazionale e comunitaria vigente è insufficiente per quanto riguarda la contaminazione da PFAS nelle acque di uso zootecnico: le disposizioni legislative si concentrano principalmente sulla qualità delle acque destinate al consumo umano.

Secondo il Regolamento (CE) n. 852/2004[3], gli operatori del settore alimentare devono utilizzare acqua potabile o acqua pulita per prevenire la contaminazione negli alimenti di origine animale. Tuttavia, la gestione delle risorse idriche – escluse le acque potabili, ma incluse le acque di uso zootecnico – è regolamentata in Italia dal Decreto Legislativo 152/06 e successivi.[4] [5]

La Regione Piemonte, con la "Legge annua-

[3] "Gli operatori del settore alimentare che allevano, raccolgono o cacciano animali o producono prodotti primari di origine animale devono, se del caso, adottare misure adeguate a […] utilizzare acqua potabile o acqua pulita, ove necessario in modo da prevenire la contaminazione."

Inoltre, il Regolamento (CE) n. 852/2004 definisce:

o "acqua potabile": l'acqua rispondente ai requisiti minimi fissati nella direttiva 98/83/CE del Consiglio, del 3 novembre 1998, sulla qualità delle acque destinate al consumo umano (oggi novellato dalla direttiva 2020/2184 recepita in Italia con d.lgs. 18/2023)

o "acqua pulita": acqua di mare pulita e acqua dolce di qualità analoga; dove "acqua di mare pulita": l'acqua di mare o salmastra naturale, artificiale o depurata che non contiene microrganismi, sostanze nocive o plancton marino tossico in quantità tali da incidere direttamente o indirettamente sulla qualità sanitaria degli alimenti.

[4] La direttiva 2000/60/CE Water Framework Directive - WFD costituisce una "norma quadro" per la protezione e la gestione delle acque nell'Unione Europea e mira a raggiungere un buono stato ecologico e chimico delle acque superficiali e sotterranee entro il territorio dell'UE. Tale direttiva è stata recepita in Italia con il d.lgs. 152/06 c.d. Testo Unico sull'Ambiente.

In recepimento della direttiva 2014/80/UE, il Decreto 06/07/2016 del Ministero Dell'ambiente e Della Tutela Del Territorio E Del Mare modifica La lettera B, «Buono stato chimico delle acque sotterranee» parte A dell'allegato 1 della parte terza del Decreto Legislativo 152/06, introducendo limiti di qualità inerenti alla contaminazione da PFAS nelle acque sotterranee.

Parametro	Valori soglia acque sotterranee ng/litro	Valori soglia per corpi idrici sotterranei che alimentano corpi idrici superficiali (ng/litro)
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	3000	3000
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	1000	
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	3000	
Acido perfluoroottanoico (PFOA)	500	100
Acido perfluoroottansolfonico (PFOS)	30	0,65

[5] Nel D.lgs. 18/2023 si stabiliscono 2 parametri di controllo:

1. PFAS Totale = totalità delle sostanze per- e polifluoro alchiliche

le di riordino dell'ordinamento regionale anno 2021" del 19 ottobre 2021/n.25, ha fissato concentrazioni limite alle PFAS negli scarichi in acque superficiali e vietato lo scarico di reflui eccedenti le soglie fissate per limitare l'immissione nell'ambiente di PFAS.[6]

Attualmente risulta che solo la Regione Veneto, in Italia, ha emesso una nota, in relazione al Regolamento (UE) 2022/2388, che definisce i valori di performance stabiliti per l'acqua di pozzo destinata all'uso zootecnico (nota: circ. Giunta reg. Veneto prot. 0205133 del 17/04/2023 che stabilisce i seguenti valori: PFOA 500 ng/l. POFOS 30ng/l, altri PFAS 500 ng/l).

È però necessario avviare una valutazione per verificare se il rispetto del Regolamento n. 852/2004 sia sufficiente per contenere il bioaccumulo di PFAS negli animali terricoli e/o in acquacoltura entro i limiti fissati dal Reg. 915/2023.

Occorre ricordare che la determinazione del contenuto delle sostanze perfluoroalchiliche nelle acque e negli alimenti rappresenta una sfida analitica.

Attualmente, la cromatografia liquida accoppiata alla spettrometria di massa (LC-MS/MS o LC-HRMS) è l'unica tecnica in grado di determinare il contenuto qualitativo e quantitativo dei PFAS nelle matrici di prelievo, ma esiste anche la *Combustion Ion Chromatography* (CIC) in grado di fornire una quantificazione del fluoro totale legato a materiale organico, una tecnica a costi più contenuti per uno screening preliminare e non qualitativo.

---

2. Somma di PFAS = somma di tutte le sostanze per- e polifluoro alchiliche ritenute preoccupanti per quanto riguarda le acque destinate al consumo umano:

- acido perfluorobutanoico (PFBA) - acido perfluoropentanoico (PFPeA) - acido perfluoroesanoico (PFHxA) - acido perfluoroeptanoico (PFHpA) - acido perfluoroottanoico (PFOA) - acido perfluorononanoico (PFNA) - acido perfluorodecanoico (PFDA - acido perfluorundecanoico (PFUnDA) - acido perfluorododecanoico (PFDoDA) - acido perfluorotridecanoico (PFTrDA)
- acido perfluorobutanosolfonico (PFBS) - acido perfluoropentansolfonico (PFPeS) - acido perfluoroesansolfonico (PFHxS) - acido perfluoroeptansolfonico (PFHpS) - acido perfluoroottansolfonico (PFOS) - acido perfluorononansolfonico (PFNS) - acido perfluorodecansolfonico (PFDS) - acido perfluoroundecansolfonico - acido perfluorododecansolfonico - acido perfluorotridecansolfonico
- acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafluoropropossi)propanoico (HFPO-DA o GenX)
- acido dodecafluoro-3H-4,8-diossanonanoico (ADONA)
- fluorotelomero solfonato (6:2 FTS)
- acido difluoro «[2,2,4,5- tetrafluoro-5- (trifluorometossi)-1,3-diossolan-4-yl]ossi»acetico (C6O4)
- isomeri ramificati e lineari di tutti i PFAS sopra elencati

il D.lgs. 18 stabilisce per le acque ad uso umano i seguenti valori limite:

1. PFAS Totali < 500 ng/litro
2. Somma di PFAS <100 ng/litro

[6] La norma è stata integrata dal DGR del 14 giugno 2022, n. 60-5220 che ha chiarito l'ambito di applicazione che si riferisce a scarichi in acque superficiali e categorie di impianti in cui è più probabile l'utilizzo e l'emissione di sostanze PFAS per le quali sono necessari controlli allo scarico, quali ad esempio impianti soggetti ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) Autorizzazione Unica Ambientale (AUA), e fornendo indicazioni ai gestori del servizio idrico per il campionamento, la metodologia e la valutazione di conformità. La normativa della Regione Piemonte è scaturita a seguito della scoperta di inquinamento ambientale e rappresenta un altro tentativo autonomo di adottare norme per la salvaguardia della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei rispetto alla contaminazione da PFAS, nell'attesa di una normativa nazionale organica.

Nella legge della Regione Piemonte, sul fronte analitico i composti indicati come "Altri PFAS", sono stati precisati come: acido perfluorotridecanoico (PFTrDA), acido perfluoropentansolfonico (PFPeS), acido perfluoroesansolfonico (PFHxS), acido perfluoroeptansolfonico (PFHpS), acido perfluorononansolfonico (PFNS), acido perfluorodecansolfonico (PFDS), acido perfluoroundecansolfonico (PFUnS), acido perfluododecansolfonico (PFDoS), acido perfluorotridecansolfonico (PFTrDS), acido dodecafluoro-3H-4,8-diossanonanoico (ADONA), acido 6:2 fluorotelomero solfonico (6:2 FTSA), acido 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(eptafluoropropossi) propanoico (HFPO-DA, GenX) [12].

Evidenze scientifiche sulle correlazioni acque ad uso zootecnico e contaminazione degli alimenti

In letteratura scientifica i dati di bioaccumulo sono ottenuti da valutazioni di impatto e non di correlazione fra l'acqua di abbeverata e il bioaccumulo consequenziale.

Un esempio è lo studio di Sara J. Lupton et al (Journal of Agricultural and Food Chemistry 2022) che ha esaminato mediante cromatografia liquida-spettrometria di massa nove PFAS – cinque acidi perfluoroalchilcarbossilici (PFCA) e quattro acidi perfluoroalchil solfonici (PFSA) – in campioni di plasma e di pelle delle orecchie da 164 vacche e manzi Holstein, esposte per tutta la vita a PFAS attraverso il consumo di mangimi e fonti d'acqua contaminati. Il bioaccumulo di PFCA da quattro a nove atomi di carbonio non si è verificato nel plasma o nella pelle, ma i PFSA più lunghi di quattro atomi di carbonio si sono accumulati sia nel plasma che nella pelle.

I dati raccolti nello studio sono esposti nell'Allegato 2.

In Italia, il ruolo dei corpi idrici nella contaminazione degli alimenti emerge dati riportati nella Relazione dell'ISS nel 2019. Si tratta di uno studio condotto in Veneto dall'Istituto Superiore di Sanità in collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico delle Venezie, nella zona ad alta contaminazione delle acque da PFOA ("zona rossa"). Lo studio ha riscontrato la presenza di sostanze perfluoroalchiliche in numerosi alimenti della zona rossa. Tra i prodotti vegetali, le albicocche sono risultate quello con la maggiore concentrazione di PFOS e PFOA (valore MB pari a 0,080 µg/kg). Tra i prodotti di origine animale, muscolo e fegato dei suini presentano le concentrazioni più elevate di PFOS e PFOA (0,252 µg/kg e 2,250 µg/kg, rispettivamente): il latte ha un valore MB di 0,051 µg/kg. Le uova, infine, superano il limite legale; la mediana di PFOS + PFOA è 2,0 µg/kg (sia con il calcolo LB che UB, quindi una contaminazione diffusa, senza o con pochissimi valori al di sotto del LOQ) rispetto a 1,7 µg/kg come limite legale per i 4 PFAS e 1,3 µg/kg per PFOS + PFOA. (vedi Allegato 3)

In uno studio del 2021 è stato determinato l'accumulo di diverse sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) dall'acqua ingerita usando come biomarcatore e dalla concentrazione sierica dei bovini da carne e ovini adulti allevati in un allevamento contaminato da PFAS. Per alcuni PFAS (ad esempio PFHpS, PFNA, PFHxA, PFPeA e 6:2 FTS), sono stati osservati aumenti statisticamente significativi nella concentrazione media tra i campionamenti delle acque da abbeverata ma, di questi, solo PFHpS e PFNA sono stati rilevabili nel siero del bestiame. Oltre a costituire un interessante caso studio, i dati mostrano la necessità di considerare diversi gruppi di sostanze all'interno dell'"universo PFAS": tali gruppi possono presentare tra loro differenze significative riguardo alle caratteristiche di persistenza e tossicità.

Nell'ambito della regolamentazione delle soglie (allo scarico, negli alimenti, nelle acque potabili e a uso zootecnico), nonostante i pareri sempre più stringenti adottati da EFSA e suggeriti da ISS, e in attesa di recepimento a livello nazionale, si sottolinea l'importanza di rimodulare il modello di valutazione dei limiti di queste sostanze nelle acque ad uso zootecnico ed agricolo. Si ritiene infatti che le soglie dovrebbero applicarsi a famiglie di composti, non alle singole molecole (o a una sommatoria di alcune di esse), onde evitare di trovarsi continuamente a inseguire le nuove molecole rilasciate in commercio, ma simili alle precedenti come meccanismo d'azione e struttura, e quindi presumibilmente anche come tossicità.

Determinazione del contenuto delle sostanze perfluoroalchiliche

Alla luce di quanto evidente dallo sviluppo di sostanze di nuova generazione classificabili come perfluoroalchilici, viene naturale porsi il quesito sulla tecnica analitica più efficace per dare informazioni sulla contaminazione delle acque.

Il Regolamento (UE) 2022/1428 stabilisce i metodi di campionamento e di analisi per il controllo

delle sostanze perfluoroalchiliche nei prodotti alimentari, facendo riferimento alle linee guida "Guidalance Document on Analytic Paremaeters for the Determinazion of Per-andPolyflluroralkyl Substance (PFAS) in Food and Feed" Versione 1.2 EURL POPs.

Pertanto, la LC-MS/MS, preceduta da una preparazione di estrazione e purificazione (tra cui la SPE, estrazione in fase solida), è il metodo di analisi ufficiale per la determinazione di 24 PFAS; mentre, per quanto riguarda le acque, in attesa di una regolamentazione comunitaria, è stato assunto il metodo ISS.CBA. 052.REV00 (Rapporto ISTISAN 19/7 basato su metodica LC-MS/MS).

Le metodiche LC/MS triplo quadrupolo o ad alta risoluzione sono certamente i metodi elettivi per la quantificazione dei PFAS in considerazione delle soglie richieste. Queste metodiche analitiche prevedono l'impiego di attrezzature molto costose e ancora poco disponibili nei laboratori analitici.

Al fine di poter potenziare l'attività di monitoraggio sarebbe opportuno sviluppare test analitici qualitativi presenza/assenza a basso costo ed in caso di positività procedere con test quantitativi in LC/MS.

In questa prospettiva si può guardare con interesse alla Combustion Ion Cromatography (CIC), una metodica in grado di fornire una quantificazione del fluoro organico totale con un LOQ di 2,0 µg/kg di PFAS e con un LOD che si può spingere fino a 0,2 µg/kg di PFAS.

Indipendentemente dalla metodologia analitica, la problematica attuale nell'analisi è la mancanza di materiali ambientali certificati da utilizzare come riferimento (CRM, certified reference material), che ne permettano l'esatta e riproducibile quantificazione e la definizione di valori limite universali con metodi attualmente considerati standard, quali ad esempio ASTM D7979-17, ISO 21675:2019 e EPA 8327 2019, che può rendere opinabile le determinazioni effettuate in casi di controversia.

Dati per definire limiti di PFAS nelle acque ad uso zootecnico e nei mangimi di produzione animale

Fabbisogno idrico

Il fabbisogno idrico giornaliero del bestiame varia in modo significativo a seconda delle specie animali. Inoltre, le dimensioni dell'animale e il suo stadio di crescita influiscono fortemente sull'assunzione giornaliera di acqua. I tassi di consumo possono essere influenzati anche da fattori ambientali e gestionali: la temperatura dell'aria, l'umidità relativa e il livello di sforzo dell'animale o il livello di produzione sono esempi di questi fattori. Anche la qualità dell'acqua, che comprende la temperatura, la salinità e le impurezze che influiscono sul gusto e sull'odore, avrà un effetto. Il contenuto di acqua nella dieta dell'animale influisce sulle sue abitudini di abbeveraggio. I mangimi con un contenuto di umidità relativamente elevato riducono la quantità di acqua da bere necessaria.

Pertanto, i valori di fabbisogno idrico per le varie specie e tipologie vanno definiti come intervalli di riferimento.

Bovini

Un'adeguata fornitura di acqua di qualità per le mucche da latte è estremamente importante. Gli allevatori forniscono alle vacche libero accesso all'acqua fresca in qualsiasi momento. Il fabbisogno idrico delle vacche in lattazione è strettamente correlato alla produzione di latte, al contenuto di umidità nel mangime e a fattori ambientali come la temperatura e l'umidità dell'aria. Il picco di assunzione di acqua da parte della vacca si verifica generalmente durante le ore di maggiore assunzione di mangime. Le fonti d'acqua a disposizione del bestiame comprendono l'acqua potabile, l'acqua contenuta nel mangime, l'acqua derivata dal metabolismo compresa l'ossidazione del glucosio e la formazione di legami peptidici e la liberazione di ac-

qua associata al catabolismo dei tessuti corporei.

L'assunzione di liquidi è positivamente correlata all'ingestione di sostanza secca ed è legata, quindi, a tutti i fattori che condizionano quest'ultima. Secondo INRA (1988) l'acqua totale assunta giornalmente da una vacca in lattazione, comprensiva di acqua degli alimenti e acqua di bevanda, varia da 4,5 a 5,5 kg per 1 chilo di sostanza secca ingerita; quando la temperatura dell'aria è di 15°C, i valori aumentano del 30% a 20°C, del 50% a 25°C e del 100% a 30°C. In pratica, per lattifere con produzioni di 25÷30 kg/giorno di latte, alimentate a fieno e concentrati, il consumo pro capite di acqua di bevanda può variare da 70 kg/giorno in situazione di benessere termico, fino a oltre 200 kg/giorno in situazione di stress da caldo.

Il fabbisogno idrico per i bovini da carne dipende dal peso, dalla fase di produzione e dalla temperatura. Con l'innalzamento delle temperature ci si aspetta un aumento della richiesta idrica da parte dei bovini a causa della maggiore sudorazione, dello stress termico e dell'efficienza digestiva ridotta. Una pubblicazione dell'Università della Georgia (USA) elenca i fabbisogni idrici stimati per il bestiame in diverse fasi di produzione quando la temperatura massima giornaliera è di 32°C. I dati suggeriscono che per il bestiame in questa condizione ambientale, un animale in crescita o una mucca in lattazione ha bisogno di due litri d'acqua per 45 kg di peso corporeo; una mucca o un toro non in lattazione ha bisogno di un litro di acqua per 45 kg di peso corporeo. Ad esempio, le vacche che partoriscono in primavera avranno bisogno di circa 20-24 litri d'acqua al giorno per sé stesse e altri 5-10 litri per il loro vitello in queste condizioni ambientali ad alta temperatura.

Suini

I suini in fase di crescita sono spesso raggruppati in stanze o intere stalle separate per età. Vengono tenuti in questa struttura fino a quando la maggior parte degli animali non raggiunge il peso prefissato; a quel punto la stanza o la stalla viene svuotata e poi rifornita.

Ad esempio, si consideri che 500 suini di 23 kg all'inizio di un ciclo di crescita consumano ciascuno 4,5 L di acqua al giorno. Alla fine del ciclo di crescita, il fabbisogno idrico di questi 500 suini, che ora pesano 100 kg, sarà raddoppiato a 9 L/giorno ciascuno.

L'uso di mangimi umidi/asciutti e di sistemi di alimentazione liquida ha ridotto il volume di acqua da bere richiesto grazie al maggiore contenuto di umidità nella razione alimentare e alla riduzione della fuoriuscita di acqua da questi sistemi. Prima del 1990, si stimava che circa il 50% dell'acqua fornita a un allevamento di suini in un giorno andasse persa come fuoriuscita. Oggi, sistemi di alimentazione più efficienti hanno ridotto notevolmente queste perdite.

Per suini in accrescimento-ingrasso, allevati in condizioni normali di alimentazione e ambiente, i fabbisogni idrici si considerano coperti da un rapporto di 2,1÷2,6 a 1 fra acqua di bevan-

Tabella I – Consumo di Acqua dei Bovini da Carne

Categoria di Bovino	Peso Corporeo (kg)	Fabbisogno Idrico (l/giorno) [a]
Bestiame da Foraggio	181-364	15-21
Bestiame da Foraggio	364-636	27-45

Tab. 2 Consumo di Acqua dei Suini

Categoria di Suino	Peso Corporeo (kg)	Fabbisogno Idrico (l/giorno)
Lattonzolo	-	0,1-0,5
Suino in Svezzamento	6-25	1-5
Suino in Accrescimento	25-50	4-7
Suino in Ingrasso	50-100 100-160	5-10 7-15
Scrofetta da Rimonta	-	5-10
Scrofa Gravida	-	10-20
Scrofa allattante	-	20-35
Verro	-	10-15

da e mangime secco somministrato. Secondo le esperienze di Cunningham e Friend (1966) un rapporto inferiore a 1,5/1 incide negativamente sull'accrescimento dei soggetti e sulla qualità delle carcasse. Altri studi dimostrano come un'eccessiva restrizione idrica provochi una diminuzione della quantità di alimento ingerito; d'altra parte, anche un iperconsumo, con rapporti acqua/mangime superiori a 4/1, può portare ad una riduzione dell'accrescimento.

La tabella III riassume il consumo di acqua da parte dei suini.

Avicoli

Il fabbisogno alimentare del pollame in crescita è direttamente correlato al peso dei volatili. A sua volta il fabbisogno idrico è correlato al consumo di mangime e alla temperatura dell'aria. Oltre la metà dell'acqua assunta dal pollame proviene dal mangime. I dispositivi di abbeveraggio automatico assicurano che il pollame abbia sempre libero accesso all'acqua.

Quando la temperatura dell'aria supera i 30°C, il consumo d'acqua previsto può aumentare del 50% rispetto ai tassi di consumo normali. Il pollame non è in grado di sudare per regolare la

Tabella 3 – Consumo di Acqua dei Polli da Carne a seconda dell'età

	Fabbisogno Idrico (l/1000 polli/giorno)	
Età (settimane)	Estate	Inverno
1-4	50-260	50-145
5-8	345-470	550-770

Tabella 4 – Consumo di Acqua dei Polli da Carne a seconda della stagione

Stagione	Fabbisogno Idrico (l/1000 polli/giorno)
Inverno, Autunno, Primavera	280
Estate	450

Tabella 5 – Consumo di Acqua delle Pecore

Categoria di Pecora	Peso Corporeo (kg)	Fabbisogno Idrico (l/giorno)
Agnello in Svezzamento	27-50	3,6-5,2
Pecora da Carne in Gestazione	80	4,0-6,5
Pecora da Carne in Allattamento	80+	9,0-10,5
Pecora da Latte in Gestazione	90	4,4-7,1
Pecora da Latte in Allattamento	90	9,4-11,4

temperatura corporea. Il loro metodo di controllo del calore consiste nell'aumentare la frequenza respiratoria (ansimare) per espellere il calore in eccesso, con conseguente rilascio di grandi quantità di umidità che deve essere sostituita, pena la disidratazione.

In uno studio si è riscontrato che durante i primi giorni di vita un pulcino beve quasi tre grammi di acqua per ogni grammo di mangime. Alla fine della prima settimana, ogni pulcino berrà circa 340 g di acqua. Per un capannone con 25.000 polli, ciò equivarrebbe a un flusso d'acqua medio di circa 0,38 litri/min il giorno 1, che aumenta in modo abbastanza lineare fino a 1,25 litri/min il giorno 7.

Le tabelle 3 e 4 riassumono i consumi di acqua da parte del pollame, in particolare per i polli da carne si distinguono quelli per età e quelli per stagione.

Ovini

L'assunzione di acqua è fondamentale per garantire la salute e le prestazioni degli animali e mitigare lo stress da calore. In generale, le pecore berranno da 1,0 a 1,5 litri di acqua per ogni 2 kg di sostanza secca (DM) consumate. Le pecore hanno bisogno di accedere ad acqua fresca e pulita con uno spazio adeguato a garantire un'adeguata assunzione. L'acqua sporca o di scarsa qualità può influire negativamente sul consumo, diminuendo di conseguenza la produttività, la salute e la crescita. Il consumo effettivo di acqua varierà con i cambiamenti di temperatura e umidità. Inoltre, il fabbisogno idrico cambia con la fase di produzione, poiché le femmine gravide, in allattamento e le pecore che allevano hanno i maggiori requisiti idrici. La crescita, lo sviluppo e la riproduzione possono essere inibiti non fornendo abbastanza acqua a un gregge. Nei pascoli, l'acqua a volte viene trascurata quando c'è neve sul terreno o rigogliosa erba primaverile e, in alcuni casi, questi possono essere una fonte d'acqua adeguata, ancorché durante periodi molto brevi dell'anno. Per i greggi al pascolo, le rigogliose erbe primaverili hanno un alto contenuto di acqua (30% DM), ma una volta che la pianta raggiunge la piena maturità, il contenuto d'acqua diminuisce (90% DM) e ulteriori fonti d'acqua per le pecore diventano più essenziali.

La tabella 5 riassume il fabbisogno idrico delle pecore in base al loro peso corporeo.

Equini

L'Italia è un paese ove si consuma carne equina, pertanto la contaminazione dell'acqua da PFAS può avere un rilievo per la sicurezza

Tabella 6 – Consumo di Acqua dei Cavalli

Taglia in base al peso	Peso Corporeo (kg)	Fabbisogno Idrico (l/giorno)
Piccolo	227	16,5
Medio	453,5	32,5
Grande	680	49

alimentare. I cavalli normalmente consumano tra i 20 ei 55 litri di acqua in un periodo di 24 ore. Tuttavia, è importante ricordare che questo può cambiare a seconda delle condizioni di vita e del clima. In genere consumano 2-3 kg di acqua per chilogrammo di mangime secco; come altre specie, i cavalli bevono di più con delle temperature elevate e se sottoposti ad un esercizio fisico intenso.

La tabella 6 riassume il consumo di acqua da parte dei cavalli a seconda della loro taglia.

Conigli

Il coniglio medio consuma 50-150 ml/kg di acqua per peso corporeo al giorno (ovvero il 10% di peso corporeo).

È noto come la temperatura ambientale, la dieta e la condizione fisica del coniglio possano svolgere un ruolo nel consumo totale di acqua. Anche per il coniglio è stato dimostrato che il clima secco aumenta il consumo idrico, mentre una dieta contenente verdura fresca riduce significativamente il consumo di acqua.

Durante l'allattamento la femmina può consumare fino al 90% del suo peso corporeo in acqua.

Contaminazione da PFAS nei foraggi

Attualmente non esistono limiti di contaminazione da PFAS per i mangimi e gli studi sul livello di contaminazione da PFSA dei Foraggi ad oggi sono carenti.

Nel definire soglie di rischio per la salute umana è auspicabile tener presente le differenze tra piante e animali nell'accumulo di PFAS. Infatti, sebbene l'acqua contaminata rappresenti un fattore comune di esposizione a PFAS sia per gli animali che per le piante, animali e vegetali accumulano quantità diverse di PFAS in base alla loro anatomia e fisiologia. Infatti, gli animali, essendo dotati di massa muscolare e grassa, tendono ad accumulare i PFAS a catena lunga, maggiormente lipofilici, mentre rilasciano quelli a catena corta mediante l'apparato escretore. Al contrario, le piante, pur assorbendo PFAS di varia lunghezza, possono trattenere quelli a catena lunga nelle foglie e trasferire quelli a catena corta, più idrofilici, ai frutti durante la fase di maturazione. Queste differenze sollevano un importante interrogativo: è opportuno considerare soltanto PFOA, PFNA, PFOS, e PFHxS per il calcolo della TWI, come indicato dal gruppo CONTAM dell'EFSA, anche per gli alimenti di origine vegetale nella valutazione dell'esposizione alimentare?

Rispondere a questa domanda appare ancora più stringente alla luce dei recenti report dell'US EPA del 2023 sull'impatto dei PFAS a catena corta, come PFBA e PFPA, sulla salute umana. Al fine di garantire una valutazione completa dell'esposizione alimentare, potrebbe essere necessario includere anche questi PFAS nel calcolo della TWI.

Quanto sopra esposto, è rafforzato dagli studi di fitodepurazione che sfruttano il bioaccumulo negli organismi vegetali come tecnologia di depurazione ambientale (https://fosan.org/osservatorio-pfas/contaminazione-da-pfas-ambientale-bioma-acque-suoli-polveri-domestiche-e-riciclo/fitodepurazione-e-biomasse/).

Consumo di mangime

È possibile che i diversi vegetali che compongono l'alimentazione animale, quali soia, cereali, foraggi, etc., siano diversamente vulnerabili alla contaminazione da PFAS, tuttavia al momento attuale, i dati non sono ancora sufficienti per

Tabella 7 – Programma di Alimentazione degli Animali in Accrescimento dai 6 mesi in poi

Età (mesi)	Peso Corporeo (kg)	Miscela Concentrata (kg)	Erba Verde (kg)
6-9	70-100	1,5-1,75	5-10
9-15	100-150	1,75-2,25	10-15
15-20	150-200	2,25-2,50	15-20
20+	200-300	2,50-2,75	15-20

trarre conclusioni.

Pertanto, ci concentriamo essenzialmente sulla quantità di alimento assunta giornalmente dalle varie specie.

Bovini

Il fabbisogno totale di materia secca dei bovini è di circa il 2-3% del loro peso corporeo, anche se gli animali ad alto rendimento possono mangiare a un tasso superiore al 3%. Fattori come il clima, la lavorazione dei mangimi, l'appetibilità ecc. influenzano il consumo di sostanza secca.

La tabella 7 e la tabella 8 illustrano, rispettivamente, il programma di alimentazione degli animali in accrescimento dai 6 mesi in poi e quello delle vacche adulte.

Suini

Alimentazione della femmina

Le esigenze derivanti dalla gravidanza e la necessità di conservare i nutrienti per la successiva lattazione aumentano durante l'ultima fase della gravidanza. L'aumento del fabbisogno riguarda proteine, vitamine e minerali.

Le scrofe mature guadagnano 30-35 kg e le scrofette 40-45 kg durante la gravidanza. L'alimentazione dovrebbe essere regolata in modo che le scrofe e le scrofette non siano mai troppo grasse o magre. È preferibile l'alimentazione individuale. Il flushing è una pratica che consiste nel dare mangime extra a scrofe e scrofette da 1-2 settimane prima dell'accoppiamento e

Tabella 8 – Programma di Alimentazione per diverse classi di Vacche Adulte (peso corporeo di circa 250 kg)

	Quando l'erba verde è abbondante		Quando la paglia di risone è il principale foraggio grezzo		
Categoria	Miscela Concentrata (kg)	Erba Verde (kg)	Miscela Concentrata (kg)	Erba Verde (kg)	Paglia di Risone (kg)
Mucche in Asciutta	-	25-30	1,25	5,0	5-6
Mucche in Mungitura	1 kg ogni 2,5-3,0 kg di latte	30	1,25 + 1 kg ogni 2,5-3,0 kg di latte	5,0	5-6
Mucca Incinta	Indennità di Produzione + da 1 a 1,5 kg dal sesto mese di gravidanza	25-30	Mantenimento + Produzione + da 1 a 1,5 kg dal sesto mese di gravidanza	5,0	5-6

Tabella – 10 Fabbisogno Energetico dei Suini

Categoria	Peso Corporeo (kg)	Energia e Proteine	Nutrienti Inorganici
Scrofette di Razza	110-250	DE: 3,3 Mcal/kg ME: 3,17 Mcal/kg Proteina Cruda: 14%	Calcio: 0,75% Fosforo: 0,5% Sale: 0,5%
Scrofe in Lattazione	140-250	DE: 3,3 Mcal/kg ME: 3,17 Mcal/kg Proteina Cruda: 15%	Calcio: 0,75% Fosforo: 0,5% Sale: 0,5%
Verri Giovani e Adulti	110-250	DE: 3,3 Mcal/kg ME: 3,17 Mcal/kg Proteina Cruda: 14%	Calcio: 0,75% Fosforo: 0,5% Sale: 0,5%

ritornare all'alimentazione normale dopo l'accoppiamento.

Alimentazione dei suini in accrescimento e in fase di ingrasso

In media, l'efficienza di conversione del mangime post-svezzamento fino al peso di mercato può essere di circa 4 kg, cioè questa quantità di mangime verrebbe utilizzata dal suino per aumentare di un kg di peso. Tuttavia, varia notevolmente con l'età e la temperatura ambiente.

Alimentazione dei verri

Un maiale da riproduzione richiede 2-2,5 kg di concentrato per 100 kg di peso a seconda dell'età, delle condizioni e della domanda di allevamento

Un riassunto del fabbisogno energetico dei suini è mostrato in tabella 9.

Avicoli

Quantità di alimentazione per uccelli appena nati:

- Galline ovaiole: 3-4 kg per uccello nelle prime 10 settimane
- Pulcini da carne: 3-4 kg libbre per capo nelle prime 6 settimane
- Tacchini: 32 kg per capo nelle prime 12 settimane
- Oche: 24 kg per uccello nelle prime 8 settimane
- Anatre: 10 kg per uccello nelle prime 8 settimane

La maggior parte dei polli mangia circa 120 g di mangime completo al giorno. Se il loro cibo è meno nutriente, ad esempio una miscela di cereali o scarti della tavola come può ancora succedere nelle piccole aziende famigliari, spesso ne mangeranno di più perché cercano di assumere gli elementi essenziali di cui la loro dieta è carente. Poiché un mangime completo contiene esattamente la giusta quantità di proteine, energia e altri nutrienti, i polli sono in grado di regolare la propria assunzione e di mangiare la quantità giusta per loro.

La quantità esatta di mangime varia a seconda dell'età, della razza e della presenza di uova.

Ovini/Caprini

Dallo svezzamento sino ai primi 4 mesi di vita

Mangime in quantità variabile da 200 a 500

grammi al giorno a seconda dell'età, del tipo e qualità di fieno a disposizione, che può essere anche quello utilizzato nella fase di svezzamento.

Dai 5 mesi di vita e sino alla prima monta

Mangime in quantità variabile da 200 a 700 grammi al giorno a seconda dell'età, della qualità del fieno e della quantità e qualità di erba disponibile. Il contenuto proteico ed energetico del mangime va sempre scelto tenendo conto degli altri alimenti presenti nella razione.

Accrescimento

Durante l'accrescimento l'animale raddoppia all'incirca il proprio peso corporeo e ingerisce in media 1,2-1,5 kg di sostanza secca, costituiti per metà da foraggi e per l'altra metà da concentrati.

Gestazione

L'ingestione alimentare aumenta fino a 1,6-1,8 kg di sostanza secca

Lattazione

In una adulta in lattazione l'ingestione alimentare supera mediamente i 2 kg di sostanza secca, fino ad arrivare anche a 2,5-2,7 kg nei soggetti di grossa mole.

Equini

Il cavallo dovrebbe avere a sua disposizione 1,5 chili di fieno ogni 100 kg di peso corporeo al giorno e se vivono in un box con dovrebbero ricevere almeno 2 chili di fieno ogni 100 kg di peso corporeo.

Conigli

Un coniglio può consumare da 200 a 250 g di mangime pellettato bilanciato combinato con buone erbe verdi. L'erba può essere fornita a 100 g/giorno. Il consumo giornaliero di mangime è circa il 5% del peso corporeo.

Nota acquacoltura

Il pesce è un alimento critico per l'esposizione alimentare a PFAS, e certamente è fondamentale prevenire l'esposizione a PFAS in acquacoltura.

Questo position paper non tratta in dettaglio dell'acquacoltura in quanto in questo settore della zootecnia l'acqua è il mezzo in cui gli animali vivono, ovvia e fondamentale differenza con le specie terricole.

Inoltre, le specie allevate in acquacoltura sono molto diverse fra loro come metabolismo e fabbisogni alimentari (i salmonidi, la carpa, l'anguilla, ad esempio).

Pertanto, il problema dei PFAS in acquacoltura richiede un'attenzione specifica.

Considerazioni finali. Contaminazione da PFAS nelle acque e nei mangimi ad uso zootecnico

L'aria e l'acqua contaminate possono rappresentare fonti di potenziale esposizione ai PFAS per il bestiame, soprattutto quando i siti di produzione animale si trovano in prossimità di zone industriali o di fonti idriche che ricevono un alto volume di acqua reflue.

L'assunzione di acqua da parte delle specie zootecniche può variare a seconda della stagione, dell'umidità del foraggio e dello stato fisiologico dell'animale (es. giovane/anziano, gravido, lattante, stressato, ecc.). Pertanto, i valori dell'assunzione di acqua vanno espressi come intervalli di assunzione ed una valutazione dell'esposizione a PFAS dovrà basarsi su assunzioni cautelative ("caso ragionevolmente peggiore").

Le stesse considerazioni valgono sostanzialmente per i mangimi, con un ulteriore fattore di complessità dovuto al differente potenziale di bioaccumulo di PFAS che i diversi ingredienti (es., soia, cereali) possono plausibilmente presentare.

In ogni caso, una valutazione del trasferimento di PFAS dall'ambiente di allevamento all'animale produttore di alimento dovrà tenere conto *dell'esposizione aggregata* ad acqua, mangimi ed eventuali altre fonti, ad es. ingestione di terriccio, lettiera, etc.

La lacuna conoscitiva principale riguarda i fattori di trasferimento dall'acqua e dai mangimi alle varie specie zootecniche, e quindi la potenziale presenza di residui negli alimenti.

Per produrre alimenti di origine animale conformi ai requisiti stabiliti dal reg (UE) 915/2023, il livello di concentrazione di PFAS nelle acque zootecniche e nei mangimi dovrebbe essere almeno pari a quello previsto per gli alimenti e per l'acqua destinati al consumo umano. Tale principio è in armonia con le indicazioni del Decreto Legislativo 193/2007 e con il Regolamento (CE) n. 852/2004, che si applica – come principio generale estensibile ai PFAS – anche all'acqua di uso zootecnico.

In conclusione, i fatti disponibili indicano:

- L'importanza della contaminazione di acqua di abbeverata e mangimi per la contaminazione da PFAS degli alimenti
- La necessità di ulteriori dati sia sulla presenza di PFAS in acqua e mangimi, sia sul trasferimento di PFAS ai tessuti e prodotti edibili
- La necessità di definire norme specifiche per la contaminazione da PFAS prioritari in acqua ad uso zootecnico e mangimi, sulla base di una valutazione del rischio e mirando all'elaborazione di norme armonizzate anche con altri ambiti, in primo luogo con i limiti massimi in alimenti ed acque ad uso umano.

È evidente, quindi, la necessità di ulteriori sviluppi normativi che affrontino la contaminazione da PFAS, stabilendo **limiti più stringenti e specifici** per l'acqua destinata all'uso zootecnico e i mangimi, al fine di garantire la sicurezza alimentare

In questo contesto, è importante stabilire una correlazione chiara tra la presenza di PFAS nelle acque di abbeverata e l'effetto di bioaccumulo negli animali. Dati scientifici indicano che il bioaccumulo di PFAS negli animali è una questione complessa, con alcuni composti che si accumulano più di altri.

I quattro PFAS identificati dall'EFSA come prioritari e pertanto proposti per il calcolo delle TWI potrebbero essere un parametro non sufficiente per proteggere la salute umana in relazione al consumo di alimenti vegetali; tale aspetto dovrebbe essere tenuto in considerazione per i mangimi usati in zootecnia, che sono di origine vegetale, con l'eccezione i quelli per l'acquacoltura.

Più in generale, a tutela della salute pubblica ed in particolare della fascia di popolazione pediatrica, occorre verificare la coerenza dei valori soglia stabiliti per gli alimenti e le acque con i TWI valutati da EFSA.

In definitiva, il position paper mette in evidenza la necessità di un approccio globale per affrontare il problema dei PFAS. Questo richiede l'adozione di normative coerenti e più in linea con un approccio One Health, che comprendano anche acque di abbeverata, acque per acquacoltura e mangimi: tali normative richiedono una migliore comprensione del bioaccumulo, grazie ad ulteriori dati ed a modelli aggiornati, nonché l'uso di tecniche analitiche appropriate.

In questo contesto, la modalità di determinazione del contenuto di sostanze perfluoroalchiliche nelle acque, negli alimenti e nei mangimi rappresenta una sfida analitica, ma necessaria alla protezione della sicurezza degli alimenti di origine animale.

Ad oggi, le procedure di analisi ufficiali prevedono la cromatografia liquida accoppiata alla spettrometria di massa (LC-MS/MS o LC-HR-MS). Un attuale problema nell'analisi è che l'effettiva applicabilità di eventuali valori limite è limitata dalla mancanza di materiali ambientali certificati da utilizzare come riferimento (CRM, certified reference material) che ne permettano l'esatta e riproducibile quantificazione. Risulta necessaria l'attivazione di ring test, che coinvolgano anche i laboratori privati che svolgono servizi di autocontrollo della filiera agroalimentare.

Per estendere l'attività di monitoraggio ad ampio raggio occorre sviluppare tecniche ana-

litiche qualitative (presenza/assenza) a basso costo a cui, in caso di positività, far seguire le analisi di conferma e quantificazione in LC-MS/MS o LC-HRMS. La Combustion Ion Cromatography (CIC), che fornisce una misura del fluoro organico totale anche in tracce, può rappresentare una opportunità in questa direzione.

Bibliografia e sitografia

Regolamento UE 915/2023

Direttiva (UE) 2020/2184

D.Lgs. 18/2023

Regolamento (UE) 2023/915

Nota prot. reg.le n. 1045 del 2023, Nota Regione Veneto (2023)

C*ontaminazione da Sostanze Perfluoroalchiliche in Veneto, Valutazione dell'Esposizione Alimentare e Caratterizzazione del Rischio*. Relazione dell'ISS (2019)

Regolamento (CE) 2004/852

Ebinezer, LB, Battisti, I, Sharma, N, Ravazzolo, L, Ravi, L, Trentin, AR, Barion, G, Panozzo, A, Dall'Acqua, S, Vamerali, T, Quaggiotti, S, Arrigoni, G, Masi, A (2022). *Perfluorinated alkyl substances affect the growth, physiology and root proteome of hydroponically grown maize plants*. Journal of Hazardous Materials.

Accumulo di PFAS da parte del bestiame - determinazione dei fattori di trasferimento dall'acqua al siero per bovini e ovini in Australia. Roger Drew 1, Tarah G Hagen 1, David Champness 2 PMID: 34323170 DOI: 10.1080/19440049.2021.1942562

EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), Schrenk, D, Bignami, M, Bodin, L, Chipman, JK, del Mazo, J, Grasl-Kraupp, B, Hogstrand, C, Hoogenboom, LR, Leblanc, J-C, Nebbia, CS, Nielsen, E, Ntzani, E, Petersen, A, Sand, S, Vleminckx, C, Wallace, H, Barregård, L, Ceccatelli, S, Cravedi, J-P, Halldorsson, TI, Haug, LS, Johansson, N, Knutsen, HK, Rose, M, Roudot, A-C, Van Loveren, H, Vollmer, G, Mackay, K, Riolo, F and Schwerdtle, T (2020). *Scientific Opinion on the risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food*. EFSA Journal;18(9):6223, 391 pp.

Ghisi, R, Vamerali, T, Manzetti, S (2019). *Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review*. Environmental Research.Lupton,

SJ, Smith, DJ, Scholljegerdes, E, Ivey, S, Young, W, Genualdi, S, DeJager, L, Snyder, A, Esteban, E, Johnston, JJ (2022). *Plasma and Skin Per- and Polyfluoroalkyl Substance (PFAS) Levels in Dairy Cattle with Lifetime Exposures to PFAS-Contaminated Drinking Water and Feed*. J. Agric. Food Chem., 70, 50, 15945–15954.

I. Battisti et al. *Assorbimento e distribuzione di sostanze perfluoroalchiliche da piante di pomodoro innestate coltivate in un sito contaminato nel Nord Italia*. Gennaio 2023 DOI:10.2139/ssrn.4571333

Meehan, MA, Stokka, G, Mostrom, M (2021). *Livestock Water Requirements*. NDSU EXTENSION.

Munoz, G,Mercier, L, Vo Duy S,Liu, J, Sauvé, S, Houde, M (2022). *Bioaccumulation and trophic magnification of emerging and legacy per and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in a St. Lawrence River food web*. Enviromental Pollution.

Rossi, J, Pence, M (2017). *Water Requirements and Quality Issues for Cattle*. University of Georgia Extension.

Rossi, P, Gastaldo, A (2005). *I fabbisogni idrici dei bovini e dei suini*. Dossier: L'Acqua di Bevanda negli Allevamenti.

Ward, D, Eng, P, McKague, K, Eng, P (2023). *Water Requirements of Livestock*. Factsheet.

Sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) nel bestiame e nelle specie di selvaggina: una revisione.

Morte C, Bell C, Champness D, Milne C, Reichman S, Hagen T. 2021 giugno 20;774:144795. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144795. Epub 2021, 26 gennaio.

Sara J. Lupton et al (Journal of Agricultural and Food Chemistry 2022. Livelli di per- e polifluoroalchil sostanze (PFAS) nel plasma e nella pelle dei bovini da latte esposti per tutta la

vita ad acqua potabile e mangimi contaminati da PFAS. DOI: 10.1021/acs.jafc.2c06620

Emivite di diverse sostanze polifluoroalchiliche (PFAS) nel siero e nei tessuti dei bovini. Drew R, Hagen TG, Champness D, Sellier A. Additivi alimentari Contam Parte A Chem Anal Control Expo Valutazione del rischio. 2022 febbraio;39(2):320-340. doi: 10.1080/19440049.2021.1991004.

Le tendenze spazio-temporali dell'esposizione del bestiame alle sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) informano le misure di valutazione e gestione del rischio. Mikkonen AT, Martin J, Upton RN, Barker AO, Brumley CM, Taylor MP, Mackenzie L, Roberts MS. Ris. Ambiente 2023 maggio 15;225:115518. doi: 10.1016/j.envres.2023.115518.

Determinanti sociodemografici e comportamentali delle concentrazioni sieriche di sostanze per- e polifluoroalchiliche in una comunità altamente esposta a contaminanti schiumogeni acquosi filmogeni nell'acqua potabile. Barton KE, Starling AP, Higgins CP, McDonough CA, Calafat AM, Adgate JL. Int J Hyg Ambiente Salute. 2020 gennaio;223(1):256-266. doi: 10.1016/j.ijheh.2019.07.012.

Il consumo di pesce d'acqua dolce è un determinante significativo dell'esposizione interna alle sostanze perfluoroalchilate (PFAS)? Denys S, Fraize-Frontier S, Moussa O, Le Bizec B, Veyrand B, Volatier JL. Tossico Lett. 2014 dicembre 1;231(2):233-8. doi: 10.1016/j.toxlet.2014.07.028.

https://www.sivempveneto.it/pfas-la-complessita-del-lavoro-di-monitoraggio-e-rimozione-dei-contaminanti-emergenti-in-scenari-in-continua-evoluzione

https://fosan.org/osservatorio-pfas/

Allegati

Allegato 1

Tabella Regolamento (UE) 915/2023 acqua e alimenti

PFAS Totale	0,50	µg/l	Per «PFAS — totale» si intende la totalità delle sostanze per- e polifluoro alchiliche. Tale valore di parametro si applica esclusivamente dopo l'elaborazione di orientamenti tecnici per il monitoraggio di tale parametro in conformità dell'articolo 13, paragrafo 7. Gli Stati membri possono quindi decidere di utilizzare uno o entrambi i parametri «PFAS — totale» o «Somma di PFAS».
Somma di PFAS	0,10	µg/l	Per «somma di PFAS» si intende la somma di tutte le sostanze per- e polifluoro alchiliche ritenute preoccupanti per quanto riguarda le acque destinate al consumo umano di cui all'allegato III, parte B, punto 3. Si tratta di un sottoinsieme di sostanze «PFAS — totale» contenenti un gruppo perfluoroalchilico con tre o più atomi di carbonio (vale a dire –CnF2n–, n ≥ 3) o un gruppo perfluoroalchiletere con due o più atomi di carbonio (vale a dire –CnF2nOCmF2 m–, n e m ≥ 1).

Allegato 2

Table 1. PFAS Concentrations (ng/mL) in Plasma of Dairy Heifers by Age

		PFCAs (ng/mL)						PFSAs (ng/mL)[a]				
heifer age	*n*	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	total PFCAs	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	total PFSAs
all heifers	37	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9[b]	<0.9	<LOQ	<1.1	59.0 ± 22.0[x]	8.9 ± 3.5[z,e]	37.7 ± 15.6[y]	105.1 ± 35.6
6 months or less	4	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	24.6 ± 7.9	5.1 ± 1.6[f]	26.2 ± 9.9	53.3 ± 20.6
6–9 months	8	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9[c]	<0.9	<LOQ	<1.1	58.3 ± 28.1	5.6 ± 1.6	20.8 ± 5.8	84.6 ± 33.4
9–12 months	9	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9[c]	<0.9	<LOQ	<1.1	53.8 ± 12.2	7.1 ± 1.3	33.1 ± 11.4	94.0 ± 14.1
12–14 months	16	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9[d]	<0.9	<LOQ	<1.1	70.9 ± 14.9	12.1 ± 2.2	51.6 ± 8.6	134.6 ± 19.6

[a]Means within the row of PFSAs for "All Heifers" having differing letters (x, y, z) differ ($P < 0.001$). [b]8 Heifers had residue above the LOD (0.9 ng/mL), but below the LOQ (2.9 ng/mL), the remaining heifers had residue less than the LOD. [c]1 Heifer had residue above the LOD (0.9 ng/mL), but below the LOQ (2.9 ng/mL), the remaining heifers had residue less than the LOD. [d]6 Heifers had residue above the LOD (0.9 ng/mL), but below the LOQ (2.9 ng/mL), the remaining heifers had residue less than the LOD. [e]Mean of 35 heifers, 2 animals had residue below the LOQ (1.9 ng/mL) and were not included. [f]Mean of 2 heifers, 2 animals had residue below the LOQ (1.9 ng/mL) and were not included.

Table 2. PFAS Concentrations (ng/mL) in Plasma of Mature Cows[a]

		PFCAs (ng/mL)						PFSAs (ng/mL)				
parity no. and milk status	*n*	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	total PFCAs	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	total PFSAs
all dry cows	97	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9[c]	<0.9	<LOQ	<1.1	80.5 ± 39.2	12.7 ± 5.0	77.5 ± 22.1	170.7 ± 54.1
all lactating cows	30	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9[d]	<0.9	<LOQ	<1.1	107.1 ± 52.1	14.2 ± 5.4	76.0 ± 25.2	197.3 ± 76.0
all cows	127	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9[e]	<0.9	<LOQ	<1.1	86.8 ± 43.8	13.0 ± 5.1	77.1 ± 22.8	177.0 ± 60.8
1-lactating	1	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9	<0.9	<LOQ	<1.1	101.7	9.2	61.8	172.7
1-dry[b]	17	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	56.6 ± 25.8	11.9 ± 4.9	83.0 ± 22.0	151.5 ± 36.6
2-lactating	7	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9	<0.9	<LOQ	<1.1	104.9 ± 43.3	13.0 ± 3.1	82.0 ± 14.3	199.9 ± 56.3
2-dry	16	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	73.6 ± 31.7	14.6 ± 5.9	83.4 ± 28.1	171.5 ± 56.4
3-lactating	7	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9[f]	<0.9	<LOQ	<1.1	109.1 ± 62.6	16.9 ± 6.3	79.3 ± 32.0	205.3 ± 89.7
3-dry	15	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	98.9 ± 50.3	14.1 ± 6.2	82.7 ± 26.4	195.7 ± 74.7
4-lactating	4	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9[g]	<0.9	<LOQ	<1.1	100.6 ± 67.8	13.9 ± 7.3	76.6 ± 21.9	191.1 ± 93.5
4-dry	19	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	78.9 ± 37.4	12.4 ± 4.6	74.7 ± 20.5	166.0 ± 57.0
5-lactating	6	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9[h]	<0.9	<LOQ	<1.1	94.8 ± 45.2	11.8 ± 4.4	72.9 ± 27.6	179.5 ± 72.0
5-dry	17	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	94.4 ± 35.7	12.2 ±3.4	70.6 ± 15.0	177.4 ± 39.9
6-lactating	2	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9	<0.9	<LOQ	<1.1	108.4 ± 57.1	14.2 ± 2.5	56.1 ± 10.7	178.6 ± 70.3
6-dry	11	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9[i]	<0.9	<LOQ	<1.1	85.2 ± 44.0	10.7 ± 4.1	68.2 ± 15.7	164.1 ± 52.4
7-lactating	2	<0.5	<0.2	<0.5	<2.9	<0.9	<LOQ	<1.1	135.0 ± 108.8	18.5 ± 10.5	77.1 ± 65.5	230.6 ± 184.8
7-dry	1	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	105.6	12.3	96.4	214.2
8-lactating	1	<0.5	<0.2	<0.5	<0.9	<0.9	<LOQ	<1.1	153.9	17.5	78.9	250.3
8-dry	0											

[a]Data are means ± std dev of PFAS concentrations (ng/mL) in dry cows, all lactating cows, all dry and lactating cows, and by parity and milking status at the time of blood collection. [b]A single first-parity dry cow had never entered lactation because the fetus was aborted; this cow was not included in the mean of first-parity animals, but was included in the mean of all dry cows. [c]3 Dry cows had residues above the LOD but below the LOQ (2.9 ng/mL), 94 dry cows had residues below the LOD (0.9 ng/mL) no dry cows had quantifiable residues. [d]21 Lactating cows had residues above the LOD (0.9 ng/mL) but below the LOQ (2.9 ng/mL), 2 cows had quantifiable residues (4.1 and 3.8 ng/mL), and 7 cows had residue <LOD. [e]Two cow had quantifiable residues, 24 cows had residues above the LOD (0.9 ng/mL) but below the LOQ (2.9 ng/mL), and 101 cows had residue <LOD. [f]One cow had quantifiable residue (3.8 ng/mL), 4 cows had residues above the LOD (0.9 ng/mL) but below the LOQ (2.9 ng/mL), and 2 cows had residue below the LOD (0.9 ng/mL). [g]One cow had quantifiable residue (4.1 ng/mL), 2 cows had residues above the LOD (0.9 ng/mL) but below the LOQ (2.9 ng/mL), and 1 cow had residue below the LOD (0.9 ng/mL). [h]No cow had quantifiable residue, 4 cows had residues above the LOD (0.9 ng/mL) but below the LOQ (2.9 ng/mL), and 2 cows had residue below the LOD (0.9 ng/mL). [i]No cow had quantifiable residue, 2 cows had residues at the LOD (0.9 ng/mL), and 9 cows had residue below the LOD (0.9 ng/mL).

Table 3. PFAS Concentrations (ng/g) in Ear Notch Samples of Dairy Heifers by Age

		PFCAs (ng/g)						PFSAs (ng/g)				
heifer age	*n*	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	total PFCAs	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	total PFSAs
all heifers	37	<1.1	<1.4	<0.7	2.2 ± 0.3[a]	<0.5	<LOQ	<2.9	6.7 ± 2.6	<3.9[d]	8.9 ± 4.6	17.5 ± 6.2
6 months or less	4	<1.1	<1.4	<0.7	2.1 ± 0.3[b]	<0.5	<LOQ	<2.9	4.1 ± 1.5	<3.9[e]	3.7 ± 0.8	8.6 ± 2.3
6–9 months	8	<1.1	<1.4	<0.7	2.1 ± 0.3	<0.5	<LOQ	<2.9	8.4 ± 4.0	<3.9[f]	5.6 ± 1.9	15.2 ± 5.3
9–12 months	9	<1.1	<1.4	<0.7	2.0 ± 0.4[c]	<0.5	<LOQ	<2.9	6.1 ± 1.6	<3.9[g]	6.9 ± 3.5	14.4 ± 3.1
12–14 months	16	<1.1	<1.4	<0.7	2.3 ± 0.3	<0.5	<LOQ	<2.9	6.9 ± 1.8	<3.9	13.0 ± 3.2	22.6 ± 4.1

[a]Mean of 34 animals; 3 heifers had residue less than the LOQ (1.7 ng/g). [b]Mean of 3 animals; 1 heifer had residue less than the LOQ (1.7 ng/g). [c]Mean of 7 animals; 2 heifers had residue less than the LOQ (1.7 ng/g). [d]12 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g); 25 heifers had residue between the LOD and the LOQ (3.9 ng/g). [e]3 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g); 1 heifer had residue between the LOD and the LOQ (3.9 ng/g). [f]4 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g); 4 heifers had residue between the LOD and the LOQ (3.9 ng/g). [g]5 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g); 4 heifers had residue between the LOD and the LOQ (3.9 ng/g).

Table 4. PFAS Concentrations (ng/g) in Ear Notches of Mature Cows[a]

		PFCAs (ng/g)						PFSAs (ng/g)				
parity no. and milk status	*n*	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	total PFCAs	PFBS	PFHxS	PFHpS	PFOS	total PFSAs
all dry cows	94	<1.1	<1.4	<0.7	2.3 ± 0.8[c]	<0.5	<LOQ	<2.9	25.1 ± 21.2	8.3 ± 4.4[l]	36.8 ± 14.6	68.4 ± 33.5
all lactating cows	29	<1.1	<1.4	<0.7	2.4 ± 0.5[d]	<0.5	<LOQ	<2.9	16.8 ± 13.4	5.2 ± 1.2[m]	21.9 ± 6.7	42.4 ± 17.3
all cows	123	<1.1	<1.4	<0.7	2.4 ± 0.7[e]	<0.5	<LOQ	<2.9	23.2 ± 19.9	7.8 ± 4.2[n]	33.3 ± 14.6	62.3 ± 32.3
1-lactating	1	<1.1	<1.4	<0.7	2.8	<0.5	<LOQ	<2.9	14.6	4.2	16.4	35.2
1-dry[b]	17	<1.1	<1.4	<0.7	2.4 ± 0.09[f]	<0.5	<LOQ	<2.9	7.7 ± 4.1	4.6 ± 0.4[o]	19.9 ± 5.8	29.9 ± 7.4
2-lactating	7	<1.1	<1.4	<0.7	2.4 ± 0.4	<0.5	<LOQ	<2.9	11.0 ± 2.8	4.8 ± 0.7[p]	19.7 ± 2.7	34.9 ± 4.6
2-dry	15	<1.1	<1.4	<0.7	2.2 ± 0.8[g]	<0.5	<LOQ	<2.9	18.9 ± 15.9	7.6 ± 4.3[q]	30.8 ± 10.9	55.7 ± 26.7
3-lactating	7	<1.1	<1.4	<0.7	2.6 ± 0.9[h]	<0.5	<LOQ	<2.9	13.5 ± 7.3	4.1 ± 1.0[r]	20.5 ± 8.2	38.0 ± 11.9
3-dry	15	<1.1	<1.4	<0.7	2.2 ± 0[i]	<0.5	<LOQ	<2.9	31.2 ± 27.4	8.8 ± 5.2[s]	45.4 ± 14.1	84.1 ± 35.2
4-lactating	4	<1.1	<1.4	<0.7	2.4 ± 0.3	<0.5	<LOQ	<2.9	14.1 ± 10.2	<3.9	20.7 ± 7.1	36.9 ± 9.2
4-dry	18	<1.1	<1.4	<0.7	<1.7[j]	<0.5	<LOQ	<2.9	31.2 ± 22.1	8.5 ± 3.5[t]	40.9 ± 10.0	80.0 ± 29.7
5-lactating	5	<1.1	<1.4	<0.7	2.0 ± 0.1[k]	<0.5	<LOQ	<2.9	15.0 ± 5.4	<3.9[u]	23.7 ± 9.4	41.3 ± 13.4
5-dry	16	<1.1	<1.4	<0.7	<1.7	<0.5	<LOQ	<2.9	37.3 ± 22.7	11.3 ± 4.5[v]	45.6 ± 14.0	93.1 ± 28.4
6-lactating	2	<1.1	<1.4	<0.7	2.1 ± 0.5	<0.5	<LOQ	<2.9	16.2 ± 10.9	7.4[w]	25.3 ± 3.3	45.5 ± 19.0
6-dry	11	<1.1	<1.4	<0.7	<1.7	<0.5	<LOQ	<2.9	26.1 ± 14.4	5.7 ± 2.6[x]	39.0 ± 8.3	70.1 ± 17.8
7-lactating	2	<1.1	<1.4	<0.7	2.2 ± 0.7	<0.5	<LOQ	<2.9	38.2 ± 27.0	6.5 ± 1.2	29.5 ± 4.6	74.3 ± 32.8
7-dry	1	<1.1	<1.4	<0.7	<0.5	<0.5	<LOQ	<2.9	22.3	5.2	68.3	95.8
8-lactating	1	<1.1	<1.4	<0.7	3.1	<0.5	<LOQ	<2.9	62.2	<3.9	25.4	89.7
8-dry	0											

[a]Data are means ± std dev of PFAS concentrations (ng/g) in dry cows, all lactating cows, all dry and lactating cows, and by parity and milking status at the time of collection. [b]A single first-parity dry cow had never entered lactation because the fetus was aborted, this cow was not included in the mean of first-parity animals but was included in the mean of all dry cows. [c]Mean of 20 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 28 heifers had residue less than the LOD (0.5 ng/g) and 46 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [d]Mean of 27 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 2 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [e]Mean of 45 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 28 heifers had residue less than the LOD (0.5 ng/g) and 50 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [f]Mean of 11 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 2 heifers had residue less than the LOD (0.5 ng/g) and 2 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [g]Mean of 4 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 3 heifers had residue less than the LOD (0.5 ng/g) and 8 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [h]Mean of 6 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 1 animal had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [i]Mean of 2 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 3 heifers had residue less than the LOD (0.5 ng/g) and 10 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [j]Six heifers had residue less than the LOD (0.5 ng/g) and 11 animals had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ (1.7 ng/g) and 1 heifer had a residue of 1.8 ng/g. [k]Mean of 4 animals with residue greater than the LOQ (1.7 ng/g); 1 heifer had residue above the LOD (0.5 ng/g) and below the LOQ. [l]Mean of 66 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 6 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g) and 22 animals had residue above the LOD and below the LOQ. [m]Mean of 14 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 1 heifer had residue less than the LOD (1.2 ng/g) and 14 animals had residue above the LOD and below the LOQ. [n]Mean of 80 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 7 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g) and 36 animals had residue above the LOD and below the LOQ. [o]Mean of 3 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 4 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g) and 10 animals had residue above the LOD and below the LOQ. [p]Mean of 5 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 2 animals had residue above the LOD (1.2 ng/g) and below the LOQ. [q]Mean of 11 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 2 heifers had residue less than the LOD (1.2 ng/g) and 2 animals had residue above the LOD and below the LOQ. [r]Mean of 4 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 3 animals had residue above the LOD (1.2 ng/g) and below the LOQ. [s]Mean of 12 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 3 animals had residue above the LOD (1.2 ng/g) and below the LOQ. [t]Mean of 16 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 2 animals had residue above the LOD (1.2 ng/g) and below the LOQ. [u]Four heifers had residue below the LOQ (3.9 ng/g) and above the LOD; 1 heifer had 4.4 ng/g of residue. [v]Mean of 14 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 2 animals had residue above the LOD (1.2 ng/g) and below the LOQ. [w]One heifer had quantifiable residue (7.4 ng/g), one heifer had residue below the LOD (1.2 ng/g). [x]Mean of 8 animals with residue greater than the LOQ (3.9 ng/g); 3 animals had residue above the LOD (1.2 ng/g) and below the LOQ.

Allegato 3

Concentrazione di PFOA e PFOS negli alimenti campionati in Veneto nella zona A in µg/kg

		PFOA			PFOS		
	n	**LB**	**MB**	**UB**	**LB**	**MB**	**UB**
VEGETALI							
Albicocche	5	0,040	0,080	0,120	0,100	0,140	0,180
Asparago	19	0,016	0,063	0,111	0,000	0,050	0,100
Ciliege	21	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Cipolla	45	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Granoturco (Mais)	35	0,077	0,119	0,160	0,000	0,050	0,100
Lattuga e Lattughino	5	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Mele da Tavola	5	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Patate	56	0,000	0,050	0,100	0,002	0,051	0,100
Pere da Tavola	4	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Pesche	2	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Pomodoro	14	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Uva da vino	49	0,020	0,067	0,114	0,000	0,050	0,100
MUSCOLO							
Bovini da Carne	56	0,009	0,057	0,105	0,004	0,052	0,100
Suini	29	0,217	0,252	0,286	0,000	0,050	0,100
Anatre	1	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Broiler	11	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Faraone	1	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Galline Ovaiole	3	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Tacchini	13	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
FEGATO							
Bovini da Carne	53	0,068	0,109	0,151	0,443	0,452	0,460
Suini	28	2,236	2,250	2,264	2,457	2,463	2,468
Anatre	1	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Broiler	11	0,091	0,123	0,155	0,082	0,114	0,145
Faraone	1	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Galline Ovaiole	3	0,333	0,367	0,400	0,100	0,133	0,167
Tacchini	13	0,038	0,081	0,123	0,000	0,050	0,100
LATTE	38	0,003	0,051	0,100	0,000	0,050	0,100
UOVA	32	1,155	1,171	1,187	0,910	0,929	0,948

Concentrazione di PFOA e PFOS negli alimenti campionati in Veneto nella zona B in µg/kg

		PFOA			PFOS		
	n	LB	MB	UB	LB	MB	UB
VEGETALI							
Albicocche	4	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Asparago	42	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Ciliege	21	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Cipolla	7	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Granoturco (Mais)	26	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Lattuga e Lattughino	6	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Mele da Tavola	56	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Patate	9	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Pere da Tavola	57	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Pesche	3	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Pomodoro	20	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Uva da vino	12	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
MUSCOLO							
Bovini da Carne	36	0,003	0,051	0,100	0,006	0,053	0,100
Suini	13	0,046	0,092	0,138	0,000	0,050	0,100
Avicoli	3	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Broiler	12	0,000	0,050	0,100	0,023	0,068	0,114
Faraone	1	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Tacchini	10	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
FEGATO							
Bovini da Carne	36	0,000	0,050	0,100	0,472	0,483	0,494
Suini	13	0,292	0,323	0,354	0,669	0,681	0,692
Broiler	11	0,073	0,114	0,155	0,118	0,155	0,191
Faraone	1	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
Tacchini	10	0,000	0,050	0,100	0,010	0,055	0,100
LATTE	21	0,000	0,050	0,100	0,000	0,050	0,100
UOVA	23	0,117	0,141	0,165	0,741	0,747	0,754

Estratto della Tabella del Reg. (UE) 2023/915 che illustra i tenori massimi in µg/kg di PFAS negli alimenti

4.2	**Sostanze perfluoroalchiliche**	Tenore massimo (µg/kg)					Osservazioni
		PFOS	**PFOA**	**PFNA**	**PFHxS**	**Somma di PFOS, PFOA, PFNA e PFHxS**	Il tenore massimo si applica al peso fresco. PFOS: acido perfluoroottansulfonico PFOA: acido perfluoroottanoico PFNA: acido perfluorononanoico PFHxS: acido perfluoroesano sulfonico Per PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS e la loro somma, il tenore massimo si riferisce alla somma degli stereoisomeri lineari e ramificati, indipendentemente dalla separazione cromatografica. Per la somma di PFOS, PFOA, PFNA e PFHxS, i tenori massimi si riferiscono alle concentrazioni lower bound, che sono calcolate ipotizzando che tutti i valori inferiori al limite di quantificazione siano pari a zero.
4.2.1	Carni e frattaglie commestibili (2)						
4.2.1.1	Carni di bovini, suini e pollame	0,30	0,80	0,20	0,20	1,3	
4.2.1.2	Carni di ovini	1,0	0,20	0,20	0,20	1,6	
4.2.1.3	Frattaglie di bovini, ovini, suini e pollame	6,0	0,70	0,40	0,50	8,0	
4.2.1.4	Carne di selvaggina, ad eccezione della carne di orso	5,0	3,5	1,5	0,60	9,0	
4.2.1.5	Frattaglie di selvaggina, ad eccezione delle frattaglie di orso	50	25	45	3,0	50	
4.2.2	Prodotti della pesca (2) e molluschi bivalvi (3)						Nel caso degli alimenti essiccati, diluiti, trasformati e/o composti si applica l'articolo 3, paragrafi 1 e 2.
4.2.2.1	Carne di pesci						Qualora i pesci siano destinati a essere consumati per intero, il tenore massimo si applica all'intero pesce.
4.2.2.1.1	Muscolo di pesce, ad eccezione dei prodotti di cui ai punti 4.2.2.1.2 e 4.2.2.1.3 Muscolo dei pesci di cui ai punti 4.2.2.1.2 e 4.2.2.1.3, se destinato alla produzione di alimenti per lattanti e bambini nella prima infanzia	2,0	0,20	0,50	0,20	2,0	
4.2.2.1.2	Muscolo dei seguenti pesci, se non destinato alla produzione di alimenti per lattanti e bambini nella prima infanzia: aringa del Baltico (*Clupea harengus membras*) palamita (specie *Sarda* e *Orcynopsis*) bottatrice (*Lota lota*) spratto (*Sprattus sprattus*) passera (*Platichthys flesus* e *Glyptocephalus cynoglossus*) cefalo (*Mugil cephalus*) suri/sugarelli (*Trachurus trachurus*) luccio (specie *Esox*) platessa (specie *Pleuronectes* e *Lepidopsetta*) sardina (specie *Sardina*) spigola (specie *Dicentrarchus*) pesce gatto di mare (specie *Silurus* e *Pangasius*) lampreda di mare (*Petromyzon marinus*) tinca (*Tinca tinca*) coregone bianco (*Coregonus albula* e *Coregonus vandesius*) Phosichthys argenteus salmone selvatico e trota selvatica (specie *Salmo* e *Oncorhynchus* selvatiche) lupo di mare (specie *Anarhichas*)	7,0	1,0	2,5	0,20	8,0	