

Uptake of pharmaceuticals by vegetables

Uptake of Pharmaceutical and Personal Care Products by Soybean Plants from Soils Applied with Biosolids and Irrigated with Contaminated Water

CHENXI WU,^{*,†} ALISON L. SPONGBERG,[†]
JASON D. WITTER,[†] MIN FANG,[†] AND
KEVIN P. CZAJKOWSKI[‡]

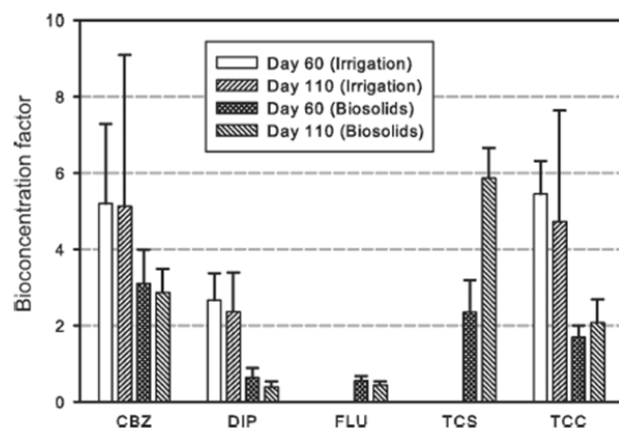


FIGURE 1. Bioconcentration factors (BCF) between root and soil.

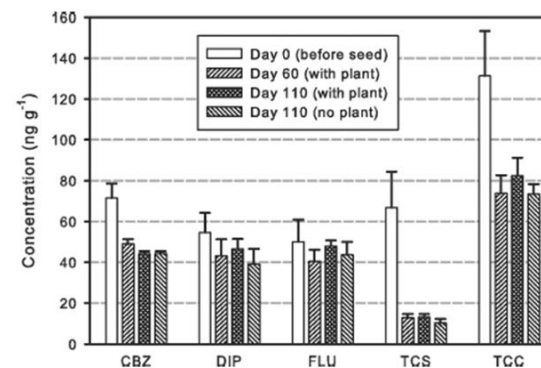


FIGURE 3. Dissipation of target PPCPs in biosolids spiked soil with or without plants.

TABLE 2. Concentration (ng g⁻¹, Dry Weight) of Target Compounds

compound	first harvesting (60 days)			
	soil	root	stem	leaf
irrigation treatment				
CBZ	0.7 ± 0.2	3.3 ± 0.6	1.37 ± 0.75	3.4 ± 1.1
DIP	0.8 ± 0.2	2.0 ± 0.1	nd ^a	nd
FLU	0.8 ± 0.3	nd	nd	nd
TCS	nd	16.9 ± 2.6	10.1 ± 3.3	13.7 ± 2.0
TCC	1.4 ± 0.2	7.4 ± 0.4	7.06 ± 2.05	5.9 ± 0.9
biosolids application treatment				
CBZ	49.0 ± 2.3	153 ± 46	27.3 ± 0.3	216 ± 75
DIP	43.3 ± 8.0	26.2 ± 5.3	7.8 ± 3.1	6.3 ± 1.7
FLU	40.5 ± 5.6	22.2 ± 5.3	8.1 ± 0.8	nd
TCS	12.8 ± 1.9	28.9 ± 6.1	10.9 ± 0.9	17.1 ± 3.3
TCC	73.9 ± 8.7	126 ± 31	35.5 ± 25.0	7.1 ± 1.8

Uptake of pharmaceuticals by vegetables

Uptake of carbamazepine by cucumber plants – A case study related to irrigation with reclaimed wastewater

Moshe Shenker, Daniella Harush, Julius Ben-Ari, Benny Chefetz *

Table 5

Carbamazepine (CBZ) concentration (average $\pm$ standard deviation) detected in cucumber plants grown in sandy (loess) soil.

Water type	Irrigation water ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Soil solution ^b ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Xylem sap ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Leaves ($\mu\text{g kg}^{-1}$ fresh biomass) ^c	Stems ($\mu\text{g kg}^{-1}$ fresh biomass)	Roots ($\mu\text{g kg}^{-1}$ fresh biomass)	Fruits ($\mu\text{g kg}^{-1}$ fresh biomass)	Total uptake (%) ^d
Fresh water: spiked	1.15	1.04 ± 0.07	0.33 ± 0.66	18.5 ± 1.6	1.4 ± 0.5	3.5 ± 1.6	1.2 ± 1.6	13.7 ± 1.8
Reclaimed wastewater: not spiked	2.99 ± 1.95^a	1.19 ± 0.12	0.52 ± 0.40	20.4 ± 2.7	1.1 ± 0.1	2.0 ± 0.4	1.0 ± 0.3	4.9 ± 0.9
Reclaimed wastewater: spiked	4.14 ± 1.95	1.96 ± 0.02	1.34 ± 0.85	39.1 ± 5.0	1.9 ± 0.4	4.5 ± 2.1	2.1 ± 0.5	6.8 ± 0.9

This study emphasizes the potential uptake of active pharmaceutical compounds by crops in organic-matter-poor soils irrigated with reclaimed wastewater and highlights the potential risks associated with this agricultural practice.

Uptake of pharmaceuticals by vegetables

ENVIRONMENTAL
Science & Technology

Article
pubs.acs.org/est

Treated Wastewater Irrigation: Uptake of Pharmaceutical and Personal Care Products by Common Vegetables under Field Conditions

Xiaoqin Wu,[†] Jeremy L. Conkle,^{†,‡} Frederick Ernst,[†] and Jay Gan^{*,†}

[†]Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, California 92521, United States

[‡]Department of Physical & Environmental Sciences, Texas A&M University, Corpus Christi, Texas 78412, United States

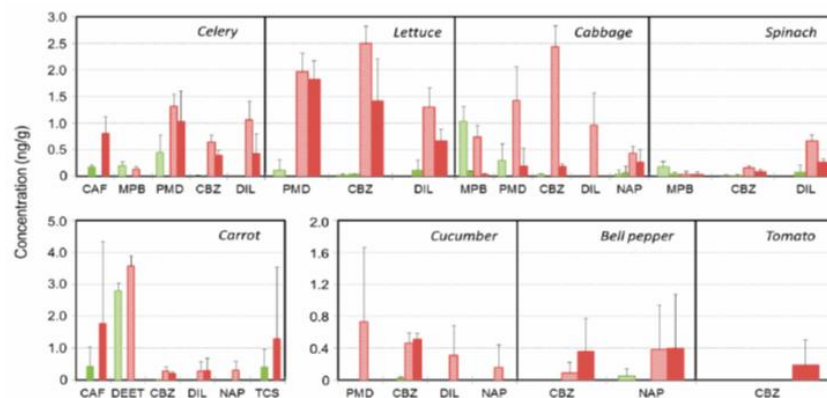
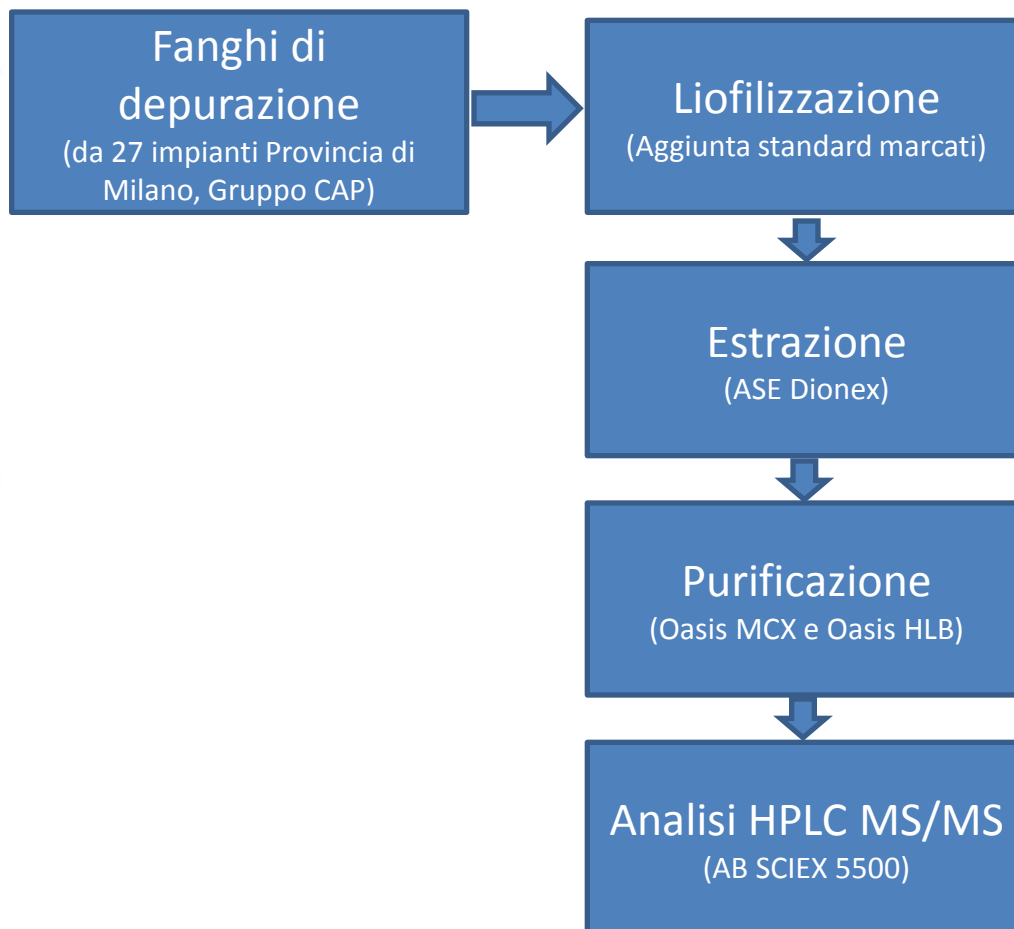


Figure 1. PPCP concentrations in edible tissues of vegetables under field conditions. (Green Hatched) Premature samples from tertiary treated wastewater-irrigated plots. (Green Solid) Mature samples from tertiary treated wastewater-irrigated plots. (Red Hatched) Premature samples from fortified water-irrigated plots. (Red Solid) Mature sample from fortified water-irrigated plots. CAF: caffeine; MPB: meprobamate; PMD: primidone; CBZ: carbamazepine; DIL: dilantin; NAP: naproxen; and TCS: triclosan.

The total concentrations of PPCPs detected in edible tissues from the treated wastewater and fortified irrigation treatments were in the range of 0.01–3.87 and 0.15–7.3 ng/g (dry weight), respectively. Annual exposure of PPCPs from the consumption of mature vegetables irrigated with the fortified water was estimated to be only 3.69 μ g per capita. Results from the present study showed that the accumulation of PPCPs in vegetables irrigated with treated wastewater was likely limited under field conditions.



Metodica analitica



Procedura analitica 1

Liofilizzazione

I campioni prelevati vengono posti in Falcon da 25 mL, congelati e sottoposti a liofilizzazione per togliere l'acqua residua.

Viene aggiunta una miscela di standard interni marcati in concentrazione comprese tra i 20 e i 500 ng, a seconda dei livelli degli analiti nei fanghi, dell'efficienza estrattiva e della sensibilità analitica.

Gli standard vengono fatti omogenare con i fanghi per circa 10-15 minuti. I fanghi liofilizzati vengono stoccati a -20°C fino all'analisi.

Estrazione

Al fango vengono aggiunti 0.25 g di terra di diatomea. L'estrazione avviene automaticamente con un estrattore ASE Dionex (Thermo Scientific) utilizzando una miscela acqua/metanolo (50-50) e tre cicli estrattivi da 5 min ciascuno. L'estrazione avviene a pressione di 100 bar e temperatura di 100°C.

L'eluato (circa 80 mL) viene raccolto e posto in palloni da 250 mL per essere evaporato con evaporatore rotante fino ad un volume di 35-40 mL. L'eluato viene posto in Falcon da 50 mL e viene centrifugato per 2 minuti a 7900 rpm per eliminare il particolato residuo.

Purificazione

L'eluato viene diluito con acqua MilliQ fino ad un volume di 200 mL e viene suddiviso in due aliquote per la fase di purificazione che avviene utilizzando due differenti tipi di colonne per estrazione su fase solida: Oasis MCX e Oasis HLB.

Procedura analitica 2

Analisi in cromatografia liquida abbinata a spettrometria di massa (HPLC-MS/MS)

- L'analisi viene effettuata con uno spettrometro di massa AB-Sciex 5500 abbinato a pompe cromatografiche Agilent Technologies.
- Le analisi includono 45 sostanze farmacologiche e vengono utilizzate 14 sostanze marcate con deuterio come standard interni (Tabella 1) + due composti perfluorati (PFOS e PFOA).
- La quantificazione avviene mediante diluizione isotopica ossia costruendo una retta di calibrazione con quantitativi fissi di standard interni e quantitativi crescenti degli analiti da quantificare. Il primo punto della retta, contenente solo gli standard interni, viene utilizzato come bianco strumentale.
- I campioni sono analizzati in batch successivi ed ognuno ha incluso un bianco analitico e un campione di controllo (QC) dove è stato aggiunto un quantitativo noto di ciascun composto da analizzare. Questo permette di controllare eventuali contaminazioni (bianco analitico) e la performance dell'estrazione (QC).
- Le analisi sono effettuate in modalità Selected Reaction Monitoring (SRM), ossia mediante l'analisi di almeno due transizioni ione parente/ione prodotto per ciascun composto. Sono state inoltre utilizzate sia la modalità di analisi di ioni positivi che di ioni negativi a seconda della struttura chimica di ciascun analita.

Sostanze analizzate 1. Farmaci 2. PFAS

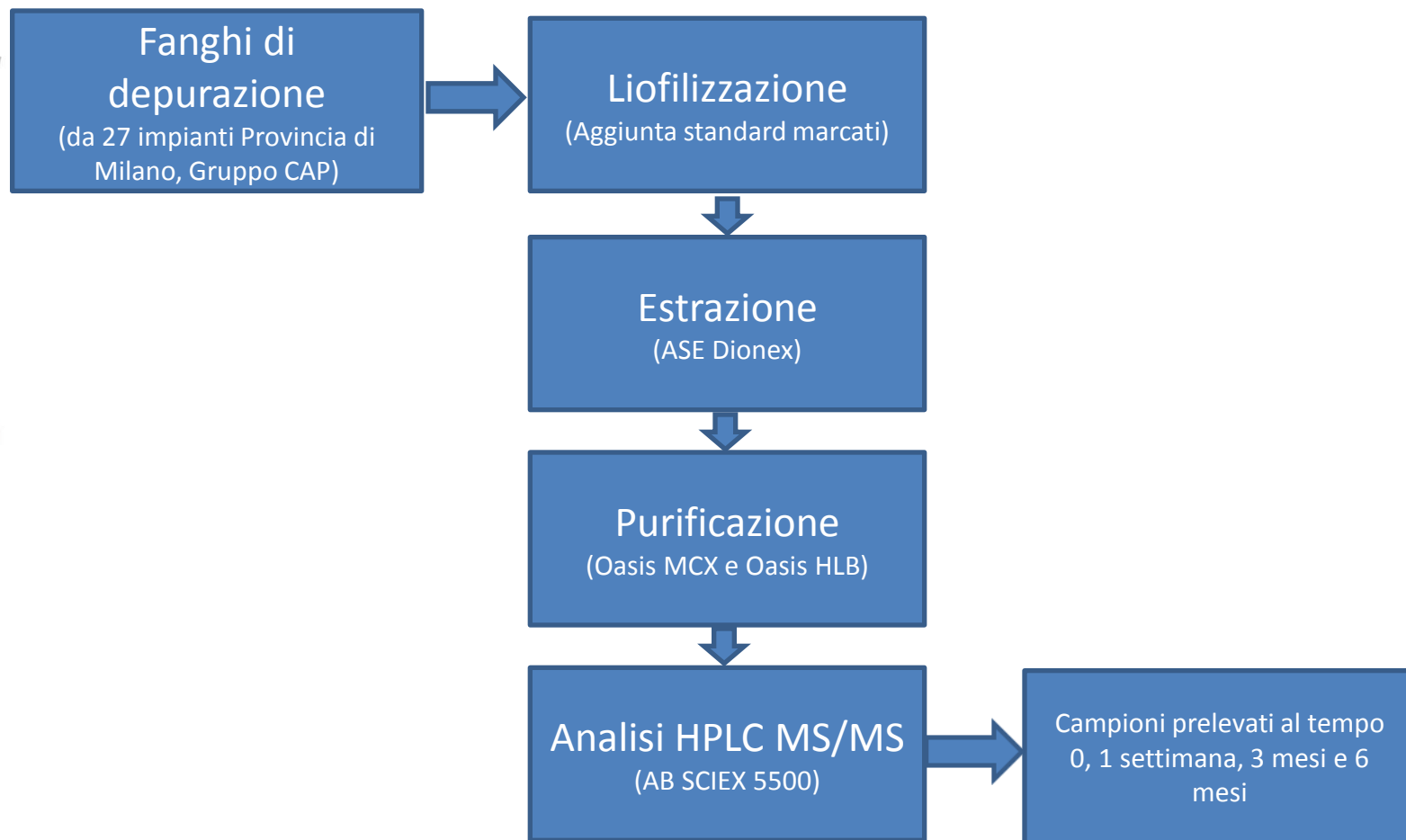
Sostanze Analizzate suddivise per classi	Composti marcati usati per la quantificazione		
FARMACI		Broncodilatatori	
Antibiotici		Salbutamolo	Salbutamolo-d3
Cefazoline	Carbamazepina-d10	Cardiovascolari	
Ciprofloxacina	Ciprofloxacina-d8	Atenololo	Atenololo-d7
Claritromicina	Carbamazepina-d10	Antiepilettici/Antidepressivi	
Dehydroeritromicina	Carbamazepina-d10	Carbamazepina	Carbamazepina-d10
Eritromicina	Carbamazepina-d10	Diidro-carbamazepina	Carbamazepina-d10
Lincomicina	Salbutamolo-d3	Demetildiazepam	Salbutamolo-d3
Ofloxacina/Levofloxacina	Ofloxacina-d3	Diazepam	Salbutamolo-d3
Sulfametoxazolo	Sulfametoxazolo-d4	Paroxetina	Salbutamolo-d3
Vancomicina	Carbamazepina-d10	Diuretici	
Antitumorali		Furosemide	Ibuprofene-d3
Ciclofosfamide	Carbamazepina-d10	Idroclorotiazide	Ibuprofene-d3
Metotressato	Carbamazepina-d10	Estrogeni	
Antipertensivi		Estradiolo	Estradiolo-d3
Enalapril	Ramipril-d5	Estrone	Estradiolo-d3
Enalaprilat	Ramipril-d5	Etinilestradiolo	Estradiolo-d3
Irbesartan	Valsartan-d3	Gastrointestinali	
Losartan	Valsartan-d3	Ranitidina	Carbamazepina-d10
Ramipril	Ramipril-d5	Regolatori lipidici	
Ramiprilat	Ramipril-d5	Atorvastatina	Sinvastatina-d6
Valsartan	Valsartan-d3	Bezafibrato	Bezafibrato-d6
Analgesici/Anti-infiammatori		Clofibrac acid	Ibuprofene-d3
Diclofenac	Ketoprofene-d3	Gemfibrozil	Ibuprofene-d3
Ibuprofen	Ibuprofene-d3	Rosuvastatina	Sinvastatina-d6
Ketoprofene	Ketoprofene-d3	Simvastatina	Sinvastatina-d6
Naproxene	Ketoprofene-d3	Disfunzione erettile	
Paracetamolo	Carbamazepina-d10	Sildenafil	Salbutamolo-d3
SOSTANZE PERFLUORATE			
PFOS		PFOS-d5	
PFOA		PFOA-d5	

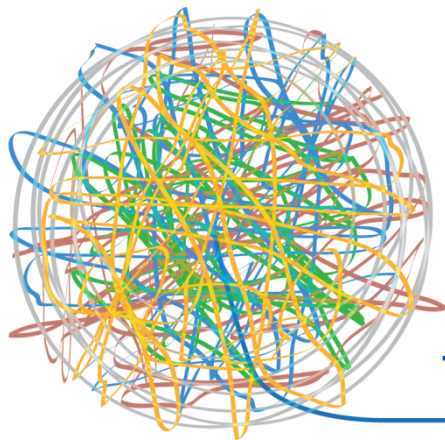
Contaminanti chimici dei fanghi di depurazione

6 luglio 2018 – Fanghi di depurazione da rifiuto a risorsa



Metodica analitica





+COMMUNITY

UNA PIATTAFORMA INTELLIGENTE
PER LO SVILUPPO DEI TERRITORI

Ettore Zuccato

IRCCS Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri, Milano