

ALLEVAMENTI MINORI

Contaminazione da metalli pesanti "usuali" e "inusuali" in chioccioline edibili

CLARA SAVA¹, VALERIO GIACCONE²¹Veterinario Libero Professionista,²Università degli Studi di Padova

L'uomo si ciba di chioccioline sin dall'età della pietra, ma i primi allevamenti furono realizzati dai Romani e da allora la tradizione di consumare le chioccioline si è mantenuta nei secoli, un po' in tutta Italia.

Le lumache, considerate un piatto povero sino ad alcuni anni fa, oggi sono considerate non solo una *delikatessa* da *gourmet*, ma anche una preziosa fonte di nutrienti, ricche come sono di proteine di alto valore biologico e povere di grassi saturi.

Numerosi studi in passato hanno preso in considerazione le chioccioline come bioindicatore di inquinamento ambientale, dimostrando come questi organismi siano in grado di accumulare al loro interno vari metalli pesanti. I livelli di contaminazione da residui delle loro carni, però, sono sempre stati valutati nell'ottica dell'inquinamento ambientale e quasi mai dal punto di vista igienico sanitario, come alimento in sé.

Le lumache sono in grado di assorbire residui di contaminanti per via trans-epiteliale e per via orale; i residui sono accumulati in parte nel muscolo del piede, ma soprattutto nell'epato-pancreas (o ghiandola digestiva). Le fonti di inquinamento sono molteplici all'interno dell'ambiente in cui gli esemplari vivono, tra cui l'alimento, l'acqua e il terreno.

Lo studio che abbiamo condotto (oggetto di tesi di laurea) aveva come obiettivo l'inquadramento dello stato di contaminazione da metalli pesanti in lumache destinate al consumo umano, tenendo conto di fattori come la specie, l'origine e la provenienza delle chioccioline.

Il mercato elicicolo

Nella razione alimentare dei popoli occidentali le lumache sono un "alimento minore", non consumato sistematicamente; le peculiari caratteristiche compositive delle carni e le

loro proprietà farmacologiche hanno reso le lumache un prodotto ricercato, di nicchia.

La cucina occidentale impiega esemplari appartenenti al genere *Helix*, *H. pomatia*, *H. aspersa*, *H. lucorum* ed *Eobania vermiculata*, mentre in Africa e in Asia sono consumate anche lumache del genere *Achatina*.

Fino a qualche decennio fa le lumache immesse sul mercato erano per lo più frutto di raccolta in natura, ma l'emanazione di norme a tutela della fauna minore, ha limitato tale attività. Il calo della raccolta, associato al crescente interesse dei consumatori per il prodotto, ha portato allo sviluppo di un'im-



Tabella 1. Medie e S.D. per specie.

Elemento	Ev	Hp	Ha
Cd	0,149±0,080	0,266±0,286	0,321±0,226
Pb	0,006±0,004	0,033±0,053	0,070±0,101
As	0,068±0,060	0,055±0,075	0,087±0,066
Cr tot	0,025±0,014	0,037±0,015	0,062±0,035
Fe	16,623±6,001	23,036±6,268	26,195±11,444
Ni	0,179±0,130	0,153±0,102	0,241±0,152
Na	537,519±125,205	460,330±180,207	605,650±121,362
Ca	2360,893±600,428	3979,957±930,720	2208,104±714.812
Mg	317,274±80,320	456,939±113,507	398,423±94,489
Sn	0,049±0,039	0,030±0,040	0,058±0,039
Zn	7,564±1,485	12,557±6,004	14,243±9,667
Cu	14,397±7,279	34,689±9,346	26,504±9,814

Valori espressi in mg/kg
Eobania vermiculata (Ev), *Helix pomatia* (Hp), *Helix aspersa* (Ha)

portante rete di allevamenti all'interno dell'Europa occidentale. Il giro d'affari mondiale del settore della lumaca, compresi i prodotti non alimentari è in continuo aumento: nel 2010 il fatturato del comparto elicicolo ha raggiunto i 950 milioni di euro.

Nuovi Paesi produttori come Bulgaria, Grecia e Paesi dell'America latina sono comparsi sul mercato internazionale e gli stessi consumi sono aumentati, interessando nuovi stati, quali Germania, Giappone e Paesi Arabi, attratti sia dai piatti della cucina tradizionale, sia da prodotti innovativi come il caviale di chiocciola. In Italia nel 2010 il settore elicicolo ha fatturato 90 milioni di euro, con un commercio interno pari a 389.000 quintali di prodotto; nel 2012 gli allevamenti di lumache sono aumentati del 5% di numero rispetto all'anno precedente.

L'Italia, inoltre, è al primo posto per numero ed estensione degli allevamenti elicicoli, segnale che si riflette nella preferenza dei consumatori verso le chioccioline di provenienza nazionale su quelle di origine estera.

Materiali e metodi

Le nostre analisi hanno riguardato, nel complesso, 53 campioni di chioccioline spurgate, congelate e sgusciate. Ai fini della predittività dei risultati va tenuto, però, ben presente che ognuno dei 53 "campioni" sopra citati era composto da 5-10 esemplari, appartenenti a varie specie: *H. pomatia*, *H. aspersa*, *H. lucorum* ed *Eobania vermiculata*.

I campioni sono stati procurati in modo razionale, in maniera

da mettere a confronto da un lato le lumache di allevamento rispetto a quelle di cattura e dall'altro le differenti provenienze. I campioni analizzati provenivano: (i) dall'Italia, (ii) da Paesi UE come Austria, Bulgaria, Francia, Grecia, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca e Romania, (iii) da Paesi extra-UE come Algeria, Marocco, Tunisia e Turchia.

Le analisi, condotte con spettrometria ad emissione atomica accoppiata induttivamente al plasma d'argon con rilevatore ottico (ICP-OES), hanno riguardato la determinazione di ben 13 metalli pesanti a differente grado di tossicità: As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Na, Ni, Pb, Sn e Zn.

Risultati e commento dei dati

I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente per mettere a confronto tra loro chioccioline di specie diversa; un altro confronto statistico ha riguardato i livelli di residui rilevati in lumache di diversa origine, allevati o raccolti in natura.

I risultati per As, Fe, Na, Sn, Cu, Cr, Ni, Ca, Cd, Mg sono stati analizzati secondo test ANOVA (P correlato a ogni elemento) per individuare eventuali differenze significative tra i dati.

Ca e Cr sono stati elaborati in logaritmo naturale e nella tabella 1 i valori sono espressi come media (*range interquantile*). Tutti gli elementi sono correlati dal livello di significatività. I valori ottenuti per lo zinco non hanno presentato una distribuzione normale e sono stati elaborati con un test di Kru-

Tabella 2. Confronto tra diverse specie considerate nello studio.

Elemento	Ev	Ha	Hp	P
As	0,032±0,020 ^b	0,107±0,012 ^a	0,067±0,018 ^{ab}	0,027
Cu	14,340±3,992 ^b	26,536±2,444 ^{ab}	34,708±3,561 ^a	0,004
Cr	0,024(0,020-0,029) ^b	0,050(0,045-0,057) ^a	0,033(0,028-0,039) ^{ab}	0,015
Ca	2426,503(2190,339-2688,131) ^b	2027,103(1903,929-2158,246) ^b	3774,363(3444,854-413539) ^a	<0,0001

Medie seguite da lettere diverse nella stessa riga sono significativamente differenti tra loro.

^aindica il valore maggiore (P corrispondenti ad ogni elemento) secondo test ANOVA.

Eobania vermiculata (Ev), *Helix pomatia* (Hp), *Helix aspersa* (Ha)

Tabella 3. Confronto tra chioccioline di origine diversa: allevate e raccolte in natura.

Elemento	Allevata	Raccolta	P
As	0,041±0,012	0,112±0,014	0,001
Na	573,212±27,647	467,437±32,429	0,027
Sn	0,028±0,007	0,065±0,008	0,003
Mg	437,554±20,584	355,220±23,478	0,018

Valori riportati in mg/kg

Tabella 4. Risultati test Mann-Whitney per valori non parametrici.

Elemento	Allevata	Raccolta	P
Zn	11,366 (8,545-16,792)	8,653 (8,179-11,600)	0,024

Valori riportati in mg/kg

skal-Wallis per il confronto tra specie e con un test di Mann-Whitney per il paragone tra chioccioline di diversa origine.

Dai dati portati nella tabella 1 si rileva che le chioccioline presentavano tracce di tutti i metalli pesanti analizzati, ad eccezione del mercurio, per il quale non è stato possibile rielaborare i dati, in quanto un'alta percentuale di campioni è risultata al di sotto del limite di quantificazione della metodica analitica. Nelle tabelle 2, 3 e 4 sono riportati solamente i risultati degli elementi per i quali siano state riscontrate differenze significative. Dai risultati in tabella 1 emerge che *Helix aspersa* contiene i livelli più elevati di vari elementi: sodio, ferro, stagno, nichel, zinco, cadmio, arsenico e cromo, le differenze sono risultate essere significative solo per gli ultimi due metalli. Negli studi futuri si potrà forse chiarire se effettivamente *H. aspersa* abbia una tendenza maggiore al bioaccumulo rispetto alle altre specie. Sempre nella tabella 1 sono riportate le differenze significative per il calcio e il rame, che mostrano concentrazioni maggiori

in *H. pomatia*. Il rame è normalmente presente nelle chioccioline come cofattore dell'emocianina, il pigmento respiratorio presente nel sistema circolatorio. Elevati livelli di questo elemento sono, dunque, fisiologici nel mollusco. Possiamo ipotizzare che le quantità di residui presenti in *H. pomatia* fossero più alte per le maggiori dimensioni del suo corpo, che potrebbe dunque contenere una maggior quantità di emolinfa. Allo stesso modo il calcio necessario alla chiocciolina sarà maggiore rispetto alle altre specie in quanto il guscio è molto più grande e l'opercolo è molto più spesso e robusto.

I dati portati nella tabella 2 dimostrano che arsenico, stagno, sodio e magnesio presentano delle differenze significative tra le lumache raccolte in natura e quelle allevate. In particolare Zn, Na e Mg si trovano in concentrazioni maggiori nelle chioccioline allevate; per gli ultimi due elementi la causa va probabilmente ricercata nelle integrazioni che gli allevatori forniscono con il mangime.

Tabella 5. Confronto tra aree geografiche.

A.G.	Cd	Hg	Pb	Ni	As	Sn
AF	0,417±0,193	0,005±0,000	0,010±0,006	0,268±0,116	0,138±0,068	0,085±0,038
EM	0,305±0,239	0,008±0,005	0,098±0,116	0,201±0,139	0,061±0,058	0,045±0,037
EO	0,225±0,218	0,005±0,00	0,029±0,042	0,397±0,204	0,130±0,020	0,079±0,016

Valori riportati in mg/kg
Area geografica (A.G.), Africa (AF), Europa meridionale (EM), Europa orientale (EO)

Tabella 6. Confronto tra aree geografiche.

A.G.	Cr tot	Mg	Ca	Na	Zn
AF	0,046±0,023	327,819±32,674	2072,798±500,542	523,981±140,489	10,150±1,648
EM	0,057±0,030	416,041±95,049	2329,535±807,318	626,269±119,561	14,732±11,127
EO	0,113±0,042	428,010±129,354	1826,459±426,912	638,672±31,296	18,619±9,132

Valori riportati in mg/kg
Area geografica (A.G.), Africa (AF), Europa meridionale (EM), Europa orientale (EO)

Al contrario, As e Sn mostrano livelli più alti negli esemplari raccolti in natura, ma le nostre indagini non hanno fornito informazioni sufficienti per ipotizzare una causa, considerando soprattutto che i campioni provenivano da zone molto diverse e distanti tra loro.

Per la sola *H. aspersa* è stato possibile fare un confronto tra le zone di provenienza, in quanto per le altre specie i campioni non sono stati considerati in numero significativo. I Paesi sono stati raggruppati in tre aree geografiche (A.G.): Africa (Algeria, Marocco, Tunisia, Turchia), Europa meridionale (Austria, Grecia, Italia, Portogallo), Europa orientale (Bulgaria, Polonia, Repubblica Ceca). I risultati per il ferro e il rame non sono stati riportati in quanto presentavano dei livelli simili in tutte le aree di provenienza.

Dalle tabelle 5 e 6 risulta che tutte le aree geografiche campionate risultano contaminate da cadmio, arsenico e stagno, con livelli più elevati nella zona denominata "Africa".

I campioni provenienti dall'area "Europa meridionale" sono i maggiormente inquinati da piombo.

Cromo, nichel, sodio, magnesio e zinco presentano valori più elevati nelle chioccioline raccolte in "Europa orientale".

Conclusioni

Le chioccioline non sono inserite nel Regolamento (CE) 1881/06, che stabilisce criteri per i principali metalli pesanti contaminanti degli alimenti. Di conseguenza non esistono, ad oggi, dei criteri di legge con cui porre a confronto i risultati

ottenuti dal nostro studio. Per avere un termine di paragone sono stati presi a riferimento i limiti massimi consentiti per le carni fresche di bovino, ovino, suino e pollame e per i molluschi bivalvi, in quanto le chioccioline mostrano delle caratteristiche intermedie a queste classi di alimenti. Inoltre, abbiamo considerato i limiti massimi tollerati suggeriti da alcune commissioni scientifiche, come ad esempio l'EFSA.

Tenendo presente il consumo *pro-capite* annuale di lumache (180 g) e i risultati ottenuti è possibile affermare che le chioccioline non costituiscono un rischio concreto per la salute umana. In particolare per superare i valori ammessi nei confronti di arsenico, stagno, zinco e rame, sarebbe necessario un consumo superiore a un chilo di prodotto, quota non raggiungibile secondo i consumi attuali; ciò non esclude la necessità in futuri di diminuire i livelli di inquinamento.

Se si valuta la concentrazione media di cadmio nei campioni, con una TWI pari a 2,5 µg/kg risultano necessari circa 0,6 kg di chioccioline per oltrepassare la dose soglia. Se però i consumi continuassero a crescere, in futuro potrebbe prospettarsi una condizione di rischio più concreto per la salute umana. Gli studi futuri dovranno quindi focalizzarsi sull'analisi delle vie di assunzione dei metalli pesanti e delle possibili fonti di inquinamento all'interno dell'allevamento.

A seguito dell'entrata sul mercato di Paesi come Bulgaria, Romania e Polonia, sarà necessario far luce sulla possibile presenza di isotopi radioattivi delle chioccioline provenienti da tali aree, a seguito delle catastrofi ambientali avvenute nell'Europa dell'Est come l'incidente di Chernobyl.

La definizione di criteri di legge specifici per le lumache è, quindi, più che auspicabile perché potrà fornire agli addetti del settore un supporto scientifico per valutare la concreta pericolosità delle chioccioline destinate al consumo umano.

Bibliografia

1. Abiona JA, Akinduti A, Osinowo OA, Onagbesan OM. Comparative evaluation of inhibitory activity of epiphgram from albino and normal skinned giant african land snail (*Archachatina marginata*) against selected bacteria isolates. Ethiopian journal of environmental studies and management. 2013: 177-181.
2. Adebayo-Tayo BC, Onilude AA, Etuk FI. Studies on microbiological, proximate mineral and heavy metal composition of freshwater snails from Niger delta creek in Nigeria. AU Journal of Technology. 2011: 290-298.
3. Ademolu KO, Idowu AB, Mafiana CF, Osinowo OA. (2004). Performance, proximate and mineral analyses of african giant land snail (*Archachatina marginata*) fed different nitrogen sources. African Journal of Biotechnology. 2004: 412-417.
4. Allah AT, Wanas MQA, Thompson SN. Dissolved heavy metals, lead, cadmium and mercury, accumulate in the body of the schistosome vector, *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Pulmonata). Journal of Molluscan Studies. 2003: 35-41.
5. Avagnina G. Elicicoltura, Giornale Di Elicicoltura. 2013; I.
6. Avagnina G. Elicicoltura. Edizioni istituto internazionale di elicicoltura di Cherasco, 2011.
7. Avagnina G. Principi di elicicoltura. Edagricole, 1983.
8. Babalola OO, and Akinsoyinu AO. Proximate composition and mineral profile of snail meat from different breeds of land snail in Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition. 2009: 1842-1844.
9. Bargagli R. Trace elements in terrestrial plants: an ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery. Chemical elements and plants life. 1998: 1-21.
10. Barker GM. The biology of terrestrial Molluscs. CABI publishing. 2001; cap 2-8, cap 14.
11. Bonnemain B. *Helix* and drugs: Snails for western health care from antiquity to the present. The Journal and Oxford University Press. 2005: 25-28.
12. Boshoff M, Jordaens K, Backeljau T, Lettens S, Tack P, Vandecasteele B, De Jonge M, Bervoets, L. Organ- and species-specific accumulation of metals in two land snail species (Gastropoda, Pulmonata). Science of the Total Environment. 2013: 470-481.
13. Brieva A, Philips N, Tejedor R, Guerrero A, Pivel JP, Alonso-Lebrero JS, Gonzalez S. Molecular basis for the regenerative properties of a secretion of the mollusk *Cryptomphalus aspersa*. Skin Pharmacology and Physiology. 2008: 15-22.
14. Ça iltay F, Erkan N, Tosun D, Selçuk A. Amino acid, fatty acid, vitamin and mineral contents of the edible garden snail (*Helix aspersa*). Journal of Fisheries Sciences. 2011: 354-363.
15. Caplan ME, Mateescu LA, Holban AM. Virulence features of *L. monocytogenes* strains isolated from meat products. 2012: 270-278.
16. Coerezza U, Fontana M, Fossati P, Ruffo G, Vitali E. Proposta di Regolamento Europeo per l'elicicoltura. Rassegna Di Diritto e Legislazione e Medicina Legale Veterinaria, 2011.
17. Coeurdassier M, Gomot-de Vaufleury A, Lovy C, Badot P. Is the cadmium uptake from soil important in bioaccumulation and toxic effects for snails? Ecotoxicology and Environmental Safety. 2002: 425-431.
18. Coeurdassier M, Gomot-de Vaufleury A, Badot PM. Dose-dependent growth inhibition and bioaccumulation of hexavalent chromium in land snail *Helix aspersa*. Environmental Toxicology and Chemistry. 2002: 2571-2578.
19. Coeurdassier M, Scheifler R, Mench M, Crini N, Vangronsveld J, De Vaufleury A. Arsenic transfer and impacts on snails exposed to stabilized and untreated as-contaminated soils. Environmental Pollution. 2010: 2078-2083.
20. De Vaufleury A, Coeurdassier M, Pandard P, Scheifler R, Lovy C, Crini N, Badot PM. How terrestrial snails can be used in risk assessment of soils. Environmental Toxicology and Chemistry. 2006: 797-806.
21. Ebenso I, Ekwere A, Akpan B, Okon B, Inyang U, Ebenso G. Occurrence of *Salmonella*, *Vibro* and *E. coli* in edible land snail in Niger delta, Nigeria. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2012: 610-618.
22. Ebenso IE, Ologhobo AD. Effects of lead pollution at industrial contaminated sites on sentinel juvenile *Achatina achatina*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2007: 106-110.
23. Engmann FN, Afoakwah NA, Darko PO, Sefah W. Proximate and mineral composition of snail (*Achatina achatina*) meat; any nutritional justification for acclaimed health benefits? Journal of Basic and Applied Scientific Research. 2013: 8-15.
24. Eybe T, Audinot JN, Udelhoven T, Lentzen E, El Adib B, Ziebel J, Hoffmann L, Bohn T. Determination of oral uptake and biodistribution of platinum and chromium by the garden snail (*Helix aspersa*) employing nano-secondary ion mass spectrometry. Chemosphere. 2013: 1829-1838.
25. Fagbuaro O, Oso JA, Edward JB, Ogunleye RF. Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria. Journal of Zhejiang University. 2006: 686-689.
26. Fisman D, Laupland K. Guess who's coming to dinner? emerging foodborne zoonoses. Canadian Journal of Infectious Diseases & Medical Microbiology. 2010: 8-10.
27. Gallo G. Allevamento della chiocciola. Guide pratiche Edagricole.
28. Giaccone V, Catellani P, Alberghini L. Food as cause of human salmonellosis. A Dangerous Foodborne Pathogen. 2012: 47-70.
29. Gimbert F, De Vaufleury A, Douayb F, Coeurdassier M, Scheifler R, Badot PM. Long-term responses of snails exposed to cadmium-contaminated soils in a partial life-cycle experiment. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2008: 138-146.

30. Golding LA, Timperley MH, Evans CW. Non-lethal responses of the freshwater snail *Potamopyrgus antipodarum* to dissolved arsenic. *Environmental Monitoring and Assessment* 1997: 239-254.
31. Gomot de Vaufleury A, Pihan F. Growing snails used as sentinels to evaluate terrestrial environment contamination by trace elements. *Chemosphere*. 2000: 275-284.
32. Gomot A. Biochemical composition of helix snails: influence of genetic and physiological factors. *Journal of Molluscan Studies*. 1998: 173-181.
33. Gomot A. Dose-dependent effects of cadmium on the growth of snails in toxicity bioassays. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1997: 209-216.
34. Gomot-de Vaufleury A, Kerhoas I. Effects of cadmium on the reproductive system of the land snail *Helix aspersa*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2000: 434-442.
35. Gomot-de Vaufleury A, Pihan F. Methods for toxicity assessment of contaminated soil by oral or dermal uptake in land snails: Metal bioavailability and bioaccumulation. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2002: 820-827.
36. Hamzat RA, Jaiyeola CO, Longe OG. Nutritional qualities of snails (*Archachatina marginata*) fed solely with fresh Kola testa. *Nutrition & Food Science*. 2002: 134-136.
37. Lemaire M, Chase R. Twitching and quivering of the tentacles during snail olfactory orientation. *Journal of Comparative Physiology A Journal of Comparative Physiology*. 1998; A: 81-87.
38. Marchiol L, Fellet G, Perosa D, Zaccheo P, Zerbi G. Utilizzo di piante agrarie nel fitorisanamento di suoli contaminati da metalli pesanti e metalloidi: (II) primi risultati della sperimentazione in situ di Torviscosa (Udine). *Italian Journal of Agronomy*. 2008: 15-29.
39. Maule A. Survival of verocytotoxigenic *Escherichia coli* 0157 in soil, water and on surfaces. *Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement*. 2000: 71-78.
40. Menta C, Parisi V. Metal concentrations in *Helix pomatia*, *Helix aspersa* and *Arion rufus*: A comparative study. *Environmental Pollution*. 2001: 205-208.
41. Novelli E, Giaccone V, Balzan S, Ghidini S, Bracchi PG. Indagine sul valore dietetico-nutrizionale della lumaca. confronto fra specie e fra soggetti raccolti in natura ed allevati.
42. *Annali della facoltà di medicina veterinaria di Parma*. 2002: 49-56.
43. Obi SKC, Nzeako BC. *Salmonella*, *Arizona*, *Shigella* and *Aeromonas* isolated from the snail *Achatina achatina* in Nigeria, 1980.
44. Ozogul Y, Ozogul F, Olgunoglu AI. Fatty acid profile and mineral content of the wild snail (*Helix pomatia*) from the region of the south of the Turkey. *European Food Research and Technology*. 2005: 547-549.
45. Paoletti MG. Elmslie, L. per Ecological implications of minilivestock: Potential of insects, rodents, frogs and snails. 2005; cap. 6.
46. Paoletti MG. Giaccone, V. per Ecological implications of minilivestock: Potential of insects, rodents, frogs and snails. 2005; cap 29.
47. Pignolo G. Studio su gasteropodi terrestri come potenziali bioaccumulatori per metalli pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici nella provincia di Trieste, 2010.
48. Radwan MA, Essawy AE, Abdelmegeuid NE, Hamed SS, Ahmed AE. Biochemical and histochemical studies on the digestive gland of *Eobania vermiculata* snails treated with carbamate pesticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2008: 154-167.
49. Sawasdee B, Köhler H, Triebkorn R. Histopathological effects of copper and lithium in the ramshorn snail, *Marisa cornuarietis* (gastropoda, prosobranchia). *Chemosphere*. 2011: 1033-1039.
50. Scheifler R, Brahimb MB, Gomot-de Vaufleury A, Carnus JM, Badot PM. A field method using microcosms to evaluate transfer of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn from sewage sludge amended forest soils to *Helix aspersa* snails. *Environmental Pollution*. 2003: 343-350.
51. Song X, Hu X, Ji P, Li P, Chi G, Song Y. Phytoremediation of cadmium-contaminated farmland soil by the hyperaccumulator *Beta vulgaris* L. var. cicla. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2012: 623-626.
52. Spellberg B, Guidos R, Gilbert D, Bradley J, Boucher HW, Scheld WM, Bartlett JG, Edwards J. The epidemic of antibiotic-resistant infections: a call to action for the medical community from the infectious diseases society of America. *Clinical Infectious Diseases*. 2008: 155-164.
53. Storelli MM, Marcotrigiano GO. Heavy metals (Hg, Pb, Cd and Cr) in edible snails. *Italian Journal of Food Science*. 2001: 399-404.
54. Tedde T, Virgilio S, Chessa G, Fiori G, Terrosu G, Rosa MN, Pinna C, Piras G. Rilievi microbiologici e chimici in gasteropodi terrestri commercializzati nella regione Sardegna. *Associazione Italiana Veterinari Igienisti*. 2009: 23-27.
55. Temelli S, Dokuzlu C, Kurtulus Cem M. Determination of microbiological contamination sources during frozen snail meat processing stages. *Food Control*. 2006: 22-29.
56. Turci R, Sturchio E, Businaro J, Casorri L, Imbriani M, Minoia C. Interferenti endocrini: Clorpirifos e clorpirifosmetile. *Giornale Italiano Di Medicina Del Lavoro Ed Ergonomia*. 2001: 149-184.
57. Udoh AP, Akpanyung EO, Igran IE. Nutrients and anti-nutrients in small snails (*Limicolaria aurora*). *Food Chemistry*. 1994: 239-241.
58. Zarai Z, Balti R, Mejdoub H, Gargouri Y, Sayari A. Process for extracting gelatin from marine snail (*Hexaplex trunculus*): chemical composition and functional properties. *Process Biochemistry*, 2012.
59. Zheng RL, Li HF, Jiang RF, Zhang FS. Cadmium accumulation in the edible parts of different cultivars of Radish, *Raphanus sativus* L., and carrot, *Daucus carota* var. *sativa*, grown in a Cd-contaminated soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2008: 75-79.