

La canapa nella riqualificazione di suoli contenenti metalli pesanti a Villadossola: vantaggi e prospettive

Eliana Tassi e Nicoletta Guerrieri - CNR ISE

Maria Cavaletto - Università Piemonte Orientale



SA.T.I.V.A
**Save a Territory Increasing the Value of
Agriculture - Villadossola**
16 settembre 2016



Phytoremediation

Definizione

Utilizzo di piante per contenere, rimuovere o degradare i contaminanti presenti in suoli, sedimenti e acque.

in generale

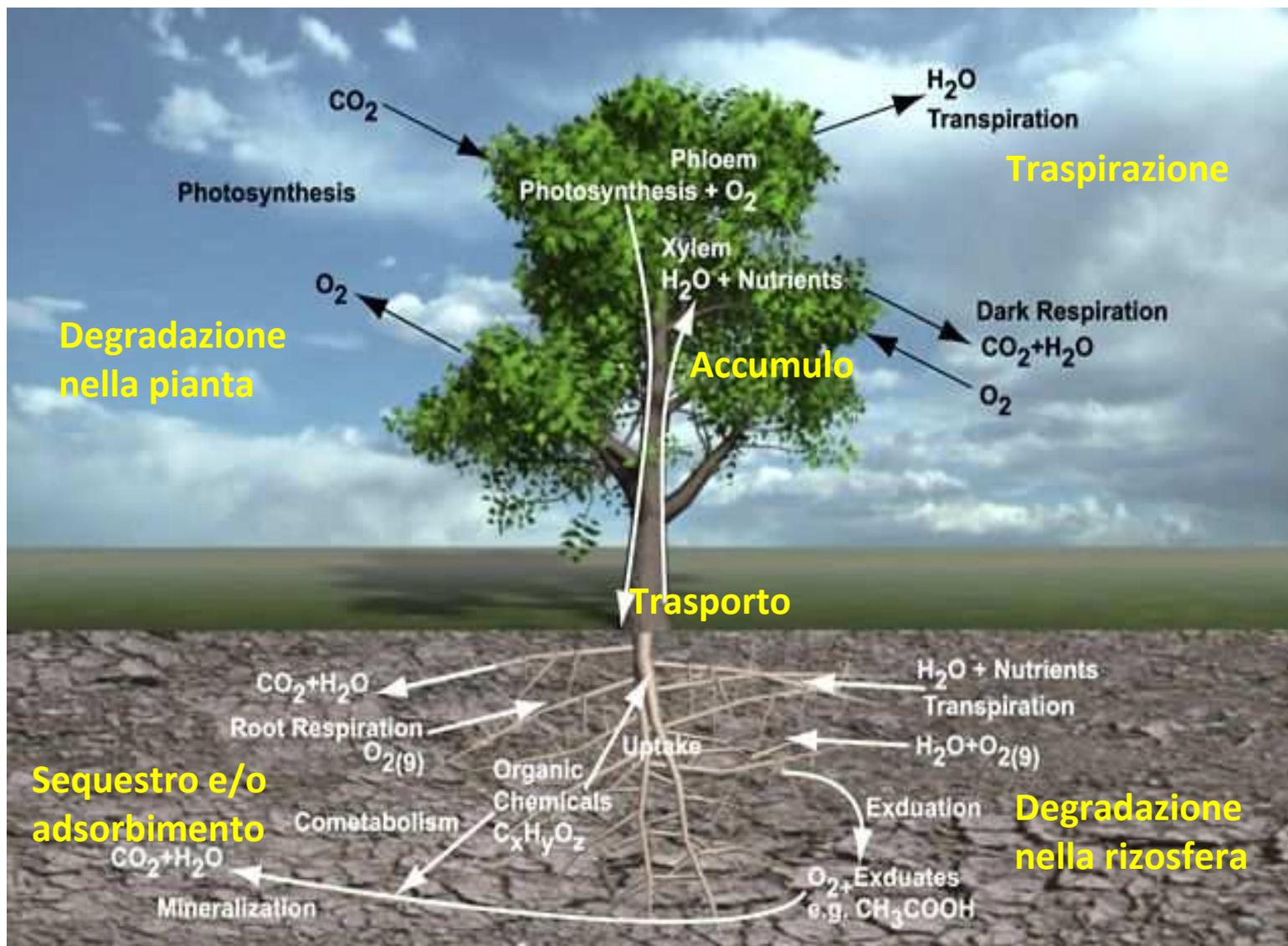
Utilizzo di piante per la riqualificazione dell'ambiente.

Le "Fitotecnologie" possono essere utilizzate per:

- inquinanti inorganici (metalli pesanti: Pb, Ni, Zn, ecc.; radioattivi: Cs,U)
- inquinanti organici (IPA, composti clorurati, ecc)
- substrati solidi (suoli e sedimenti)
- substrati liquidi (acque superficiali, falde sotterranee)



Ruolo della pianta nella Riqualficazione Ambientale



Le "FITOTECNOLOGIE" per suoli contaminati

Fondamentale :

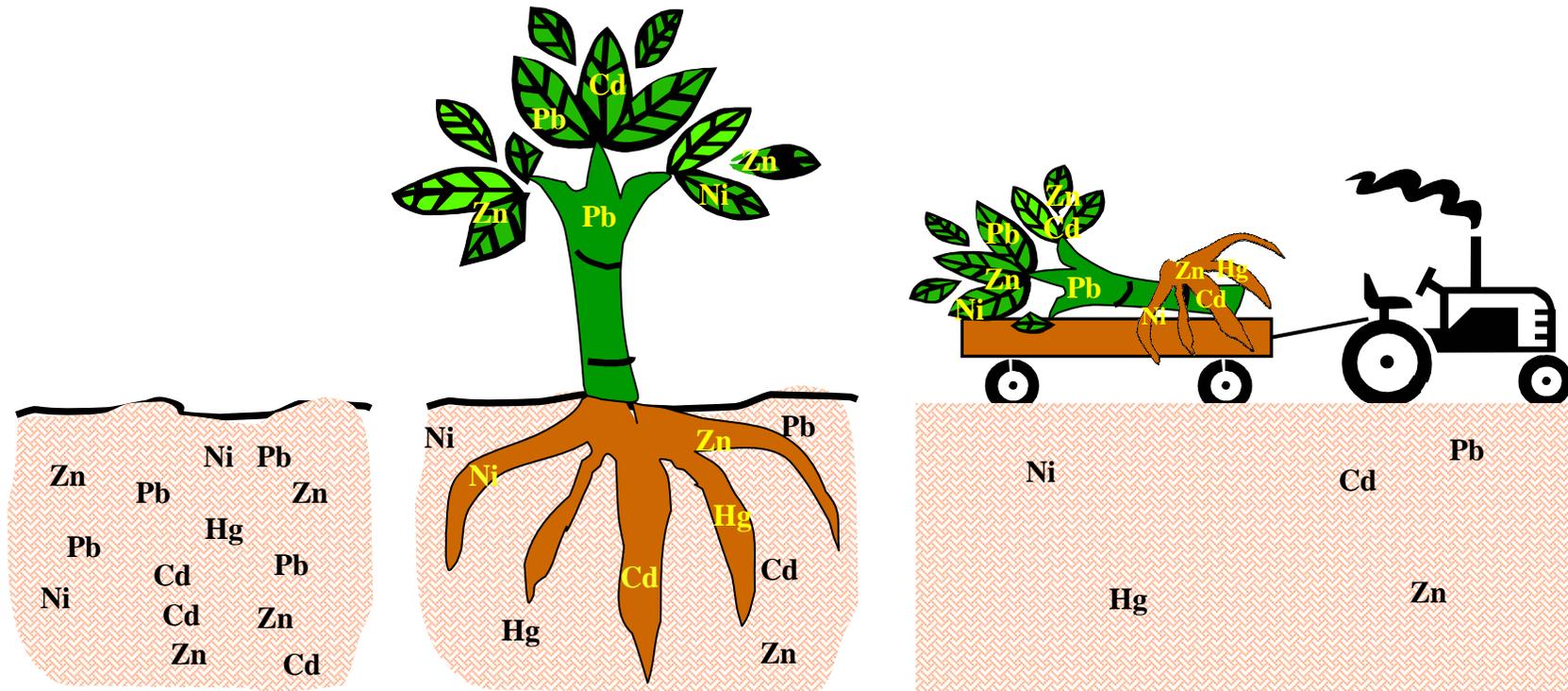
TEMPO

L'equilibrio biochimico che si instaura tra suolo/pianta/microrganismi del suolo/aria permette la riqualificazione dell'ambiente. È una tecnologia condizionata dal tempo di crescita della pianta, dal numero di cicli di crescita, dalla capacità di produrre biomassa, di accumulare/degradare contaminante, dal tipo e livello di inquinante e dalle caratteristiche del suolo.

- **Fitostabilizzazione**
- **Rizodegradazione**
- **Fitodegradazione**
- **Fitovolatilizzazione**
- **Fitoestrazione**



Fitoestrazione di metalli di un suolo contaminato





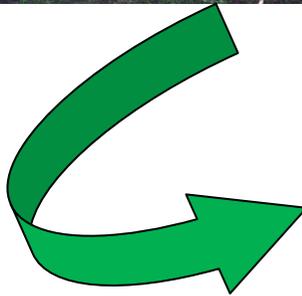
Phytoremediation

Risultati diretti :

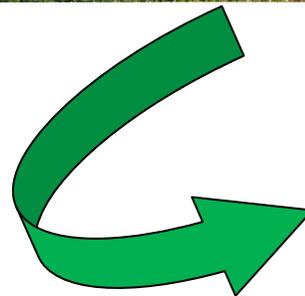
- Estrazione progressiva di inquinanti
- Produzione di biomassa
- Reddito da suolo non produttivo

Risultati indiretti:

- Miglioramento della qualità del suolo
- Diminuzione inquinamento diffuso (acqua, terra ed aria)
- Paesaggistico
- Ecologico



Fitoestrazione indotta di
PIOMBO
nell'area ex-industriale Milano
Progetto Europeo Phytodec
2000-2004



La Canapa nella Riqualificazione

2 | 2016

www.clean-journal.com

WILEY

CLEAN

Soil Air Water

195

Rafiq Ahmad¹
Zara Tohas¹
Samina Tariq Malik²
Saeed Ahmad Asad³
Muhammad Shahzad⁴
Muhammad Shah⁴
Muhammad Maroof Shah⁴
Sabaz Ali Khan⁴

¹Department of Environmental Sciences, COMSATS Institute of Information Technology, Abbottabad, Pakistan

²Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

³Center for Climate Research and Development, COMSATS University, Chak Shazad, Islamabad, Pakistan

Research Article

Phytoremediation Potential of Hemp (*Cannabis sativa* L.): Identification and Characterization of Heavy Metals Responsive Genes

Soil pollution caused by heavy metals is one of the major problems throughout the world. To maintain a safe and healthy environment for human beings, there is a dire need to identify hyperaccumulator plants and the underlying genes involved in heavy metals stress tolerance and accumulation. The goal of this research is to explore the potential of hemp as a decontaminator of heavy metals by identifying the two important heavy metals responsive genes, glutathione-S-transferase (GST) and phospholipase D₂ (PLD₂). The results revealed heavy metals accumulation; Cu (1530 mg kg⁻¹), Cd (151 mg kg⁻¹), and Ni (123 mg kg⁻¹) in hemp plants' leaves collected from the contaminated site. This shows the ability of the hemp plant to tolerate heavy metals, perhaps due to the presence of stress tolerance genes. In this study, partial sequences of putative GST (215 bp) and PLD₂ (517 bp) genes were identified, responsive to heavy metals stress in hemp leaves. Both genes exhibited 40–60% sequence identity to previously reported genes from other plant species. Glutathione binding residues and conserved arginine residues were found identical in a putative GST gene to those of other plant species, while the phospholipids binding domain and catalytic domain were found in the PLD₂ gene. These results will help to improve our understanding about the phytoremediation potential of hemp as well as in manipulating GST and PLD₂ genes in breeding programs to produce transgenic heavy-metal-tolerant varieties.

Keywords: Gene characterization; Gene identification; Glutathione reductase gene; Hyperaccumulator; Phospholipase gene

Received: March 6, 2015; revised: March 6, 2015; accepted: June 15, 2015

DOI: 10.1002/clean.201500117

Appl Biochem Biotechnol (2012) 168:163–173
DOI 10.1007/s12010-011-9382-0

Cadmium Tolerance and Bioaccumulation of 18 Hemp Accessions

Gangrong Shi · Caifeng Liu · Mocheng Cai · Yuhua Ma · Qingsheng Cai

Received: 10 December 2010 / Accepted: 7 September 2011 /
Published online: 22 September 2011
© Springer Science+Business Media, LLC 2011

Abstract Hemp (*Cannabis sativa* L.) is a fast-growing and high biomass producing plant species, which has been traditionally grown as multiple-use crop and recently considered as an energy crop. In order to screen accessions that can be cultivated in cadmium (Cd)-contaminated soils for biodiesel production, the ability of Cd tolerance and bioaccumulation of 18 hemp cultivars or ecotypes were evaluated in pot experiment under 25 mg Cd kg⁻¹ (dry weight, DW) soil condition, in terms of plant growth, pigment contents, chlorophyll fluorescence, and Cd accumulation at 45 days after seedling emergence. Results showed that seedlings of all cultivars, except USO-31, Shenyang and Shengmu, could grow quite well under 25 mg Cd kg⁻¹ (DW) soil condition. Among them, Yunma 1, Yunma 2, Yunma 3, Yunma 4, Qijing, Longxi, Lu'an, Xingtai, and Shuyang showed great biomass (>0.5 g plant⁻¹), high tolerance factors (68.6–92.3%), and little reduction of pigment content and chlorophyll fluorescence under 25 mg Cd kg⁻¹ (DW) soil stress, indicating these cultivars had a strong tolerance to Cd stress and could be cultivated in Cd-contaminated soils. Cultivars Longxi, Lu'an, Xingtai, Yunma 2, Yunma 3, Yunma 4, and Qijing exhibited higher Cd concentrations and total Cd in shoots. These cultivars, therefore, are good candidates for the implementation of the new strategy of cultivating biodiesel crops for phytoremediation of Cd-contaminated soils.

Keywords Cadmium · Hemp · Tolerance · Accumulation



International Journal of Phytoremediation, 17: 154–170, 2013
Copyright © Taylor & Francis Group, LLC
ISSN: 1522-6514 print / 1549-7379 online
DOI: 10.1080/15226514.2013.802208

Phytoaccumulation of Heavy Metals in Natural Plants Thriving on Wastewater Effluent at Hattar Industrial Estate, Pakistan

MUHAMMAD IRSHAD¹, SAJJAD AHMAD², ARSHID PERVEZ¹, and MITSUHIRO INOUE³

¹Department of Environmental Sciences, COMSATS Institute of Information Technology, Abbottabad, Pakistan

²Department of Environmental Sciences, University of Haripur, Haripur, Pakistan

³Arial Land Research Center Tottori University, Tottori City, Japan

The objective of this research was to compare the potential of native plants for the phytoremediation of heavy metals in natural plants thriving on wastewater effluent at Hattar Industrial Estate, Pakistan. Thirteen predominant plant species (including trees, bushes and grasses) namely: *Ricinus communis*, *Parthenium hysterophorus*, *Acacia nilotica*, *Dalbergia sissoo*, *Acacia modesta*, *Solanum nigrum*, *album*, *Cynodon dactylon*, *Eleusine indica*, and *Dactyloctenium aegyptium* were collected from the industrial estate of Pakistan. Plants shoots and roots were analyzed for heavy metals / metal. Among plant species, the accumulation potential for HM varied depending on the type of element. HM concentrations varied in the order of Fe > Zn > Cr > Pb > Ni > Cd > As. Tree species of *and D. sissoo* exhibited an enhanced concentrations of metals. Accumulation pattern of Fe, Pb, to the HM composition of soil and wastewater. Most of the species exhibited higher HM content in roots. The species that found with greater ability to absorb HM in the root, got higher HM concentrations of HM were attained by the species as *D. sissoo* > *A. modesta* > *A. nilotica* > *R. E. indica* > *P. hysterophorus* > *S. nigrum* > *C. sativa* > *D. aegyptium* > *X. strumarium* > *C. e* were noticed as higher accumulators of HM in polluted soils.

Keywords: heavy metals, industrial wastewater, natural plants, phytoaccumulation

CARYOLOGIA

Vol. 60, no. 1-2: 96-101, 2007

Copper stress in *Cannabis sativa* roots: morphological and proteomic analysis

BONA ELISA¹, FRANCESCO MARSANO¹, MARIA CAVALETTO¹ and GRAZIELLA BERTA^{1*}

¹ Department of Environmental and Life Sciences, University of Piemonte Orientale "A. Avogadro", Via Bellini 25/ G, 15100 Alessandria, Italy.

Abstract — This work investigated copper effect on the root morphology and root proteome of *Cannabis sativa* plants grown in the absence or in the presence of 150 ppm CuSO₄. Copper is an essential trace element in plants, but it becomes strongly phytotoxic at high concentrations. Root systems, though genetically determined, are very plastic and can be affected by a number of environmental factors, including metals. The resulting differences in root morphology and protein expression were indicative of a good *C. sativa* tolerance to copper. A group of proteins involved into plant adaptation to metal chronic stress has been detected.

ic, root.



ic, root.

C.A.N.A.P.A. Coltiviamo Azioni per Nutrire, Abitare, Pulire l'Aria (Cropping up Actions for Feeding, for Living and for Cleaning Air)

Marcello Colao¹, Marcello Mastorilli², Vincenzo Formato¹, Claudio Natale⁴ and Elvira Tarantino^{3,5}

¹Libag (Associazione Biologi Ambientalisti Pugliesi), Via Giulio Cesare 137 - 70124 Bari, Italy

²Crea (Consiglio per la Ricerca e in Sperimentazione in Agricoltura), Research Unit for Agriculture in Dry Environment, Via Celso Ulpiani, 5 - 70125 Bari, Italy

³Masseria del Carmine¹, Via Masseria Carmine 7100 - 74123 Taranto, Italy

⁴Consegnola, Via Adia, 33 - 70014 Corvignano (Bari), Italy

⁵Università degli Studi di Bari, Bari, Italy

Keywords: Environment, Hemp, Phytoremediation, Cropping Systems, Sustainability

Abstract — The action aims at reintroducing and re-thinking hemp cultivation, with the purpose of sustainable recovery of highly polluted agricultural land surrounding LEVA, the large steel plant in Taranto (Italy). Hemp (*Cannabis sativa*) can be used to reclaim the soils using an innovative, eco-friendly and low-cost technique called phytoremediation. Phytoremediation is the direct use of plants, and their associated microorganisms, to stabilize or reduce contamination in soils, sludges, sediments, surface water, or ground water. Hemp is suitable to be used to recover soils, since it easily grows under different pedo-climatic conditions, hemp can be re-introduced in current cropping systems. Hemp produces high exploitable biomass for the non-food sector. For this reason several experiments have started in order to test industrial hemp and the real ability to recover soils. The experimental data actually encourage to use hemp to reclaim soils contaminated with heavy metals, dioxins, PCBs. It would be necessary to extend the test for collecting definitive data on its effective use to remediate contaminated soils with inorganic and/or organic pollutants.

UPO
UNIVERSITÀ DEL PIEMONTE ORIENTALE

Progetto di Fattibilità CNR ISE-UPO

Studio per la riqualificazione di suolo contenente metalli pesanti mediante la canapa nel Comune di Villadossola

- Acquisizione dati pregressi e storico dell'area
- Identificazione dell'area oggetto di studio e definizione delle parcelle sperimentali della prova in campo
- Due possibili area di studio**
 - area ex industriale contaminazione idrocarburi pesanti e Cd, Cu, Pb
 - area comunale presenza di Hg e As, Zn, Pb, Cu, Cr



Progetto : Studio per la riqualificazione suolo Villadossola

I Fase: Microcosmo in camere di crescita



**Test in camera di crescita:
identificazione delle migliori
condizioni di sviluppo della
canapa ed accumulo di metalli**

II Fase: parcelle sperimentali in campo



**Test in campo parcelle
sperimentali utilizzo condizioni
controllate in microcosmo**

QUANTIFICAZIONI dei METALLI (ICP)

nel SUOLO e nella PIANTA

- Analisi chimica suolo, metalli nel suolo.
- Prove con chelanti e ammendanti per il rilascio dei metalli.
- Quantificazione dei metalli nella radice e nella parte aerea.
- Misure prima e dopo trattamento, biodisponibilità.

BIOCHIMICA e CHIMICA

del SUOLO e della PIANTA

- Condizioni ottimali di sviluppo con chelanti e ammendanti.
- Analisi sviluppo piante.
- Biochimica e proteomica della pianta.
- Quantificazione attività enzimatiche del suolo.



III Fase: Sviluppo piante per tre anni

Asportazione/semina annuale delle piante

Analisi Agronomiche,

Biochimiche

Chimica del suolo

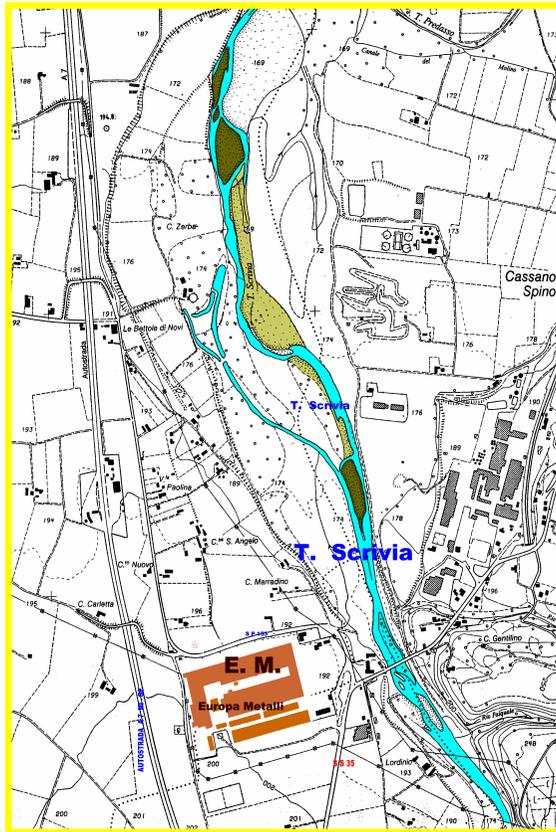
Quantificazione metalli

Risultati

- **Previsione del tempo e delle condizioni necessarie per la riqualificazione dell'area.**
- **Valorizzazione economica, paesaggistica, culturale e ambientale del territorio mediante coltivazione della canapa.**
- **Diffusione sul territorio dell'importanza delle tecnologie di basso impatto ambientale.**



Fitorisanamento con *Cannabis sativa* Var. Felina 34



Rame contaminante
principale
Introduzione di
canapa e pioppo

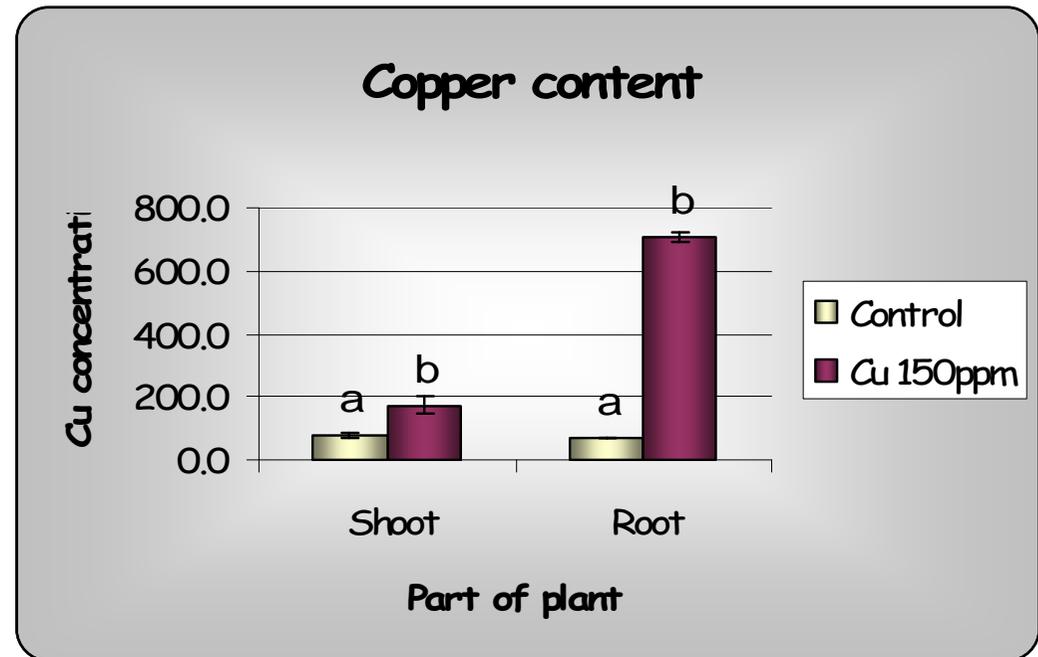


Europa Metalli (ora KME) di
Serravalle Scrivia



Caratterizzazione proteomica della risposta della canapa allo stress indotto dal rame

Crescita in vaso in condizioni controllate, dopo 6 settimane le piantine di canapa sono state analizzate (controlli, Cu 150 ppm)



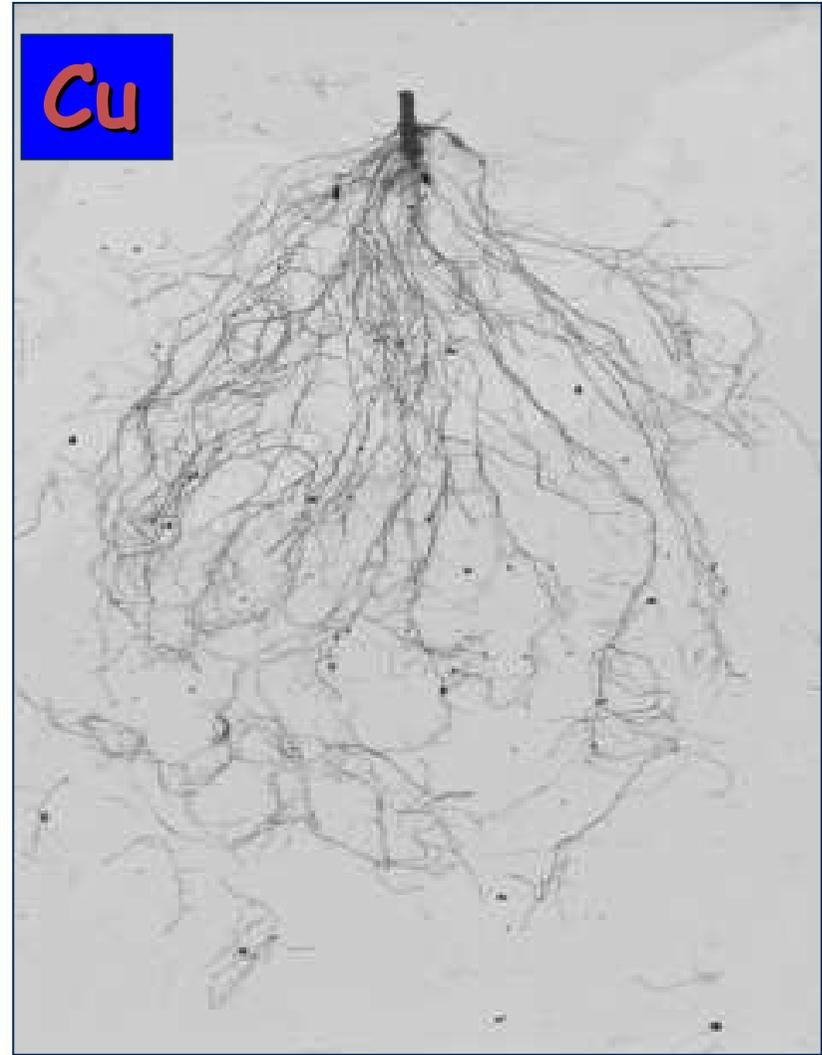
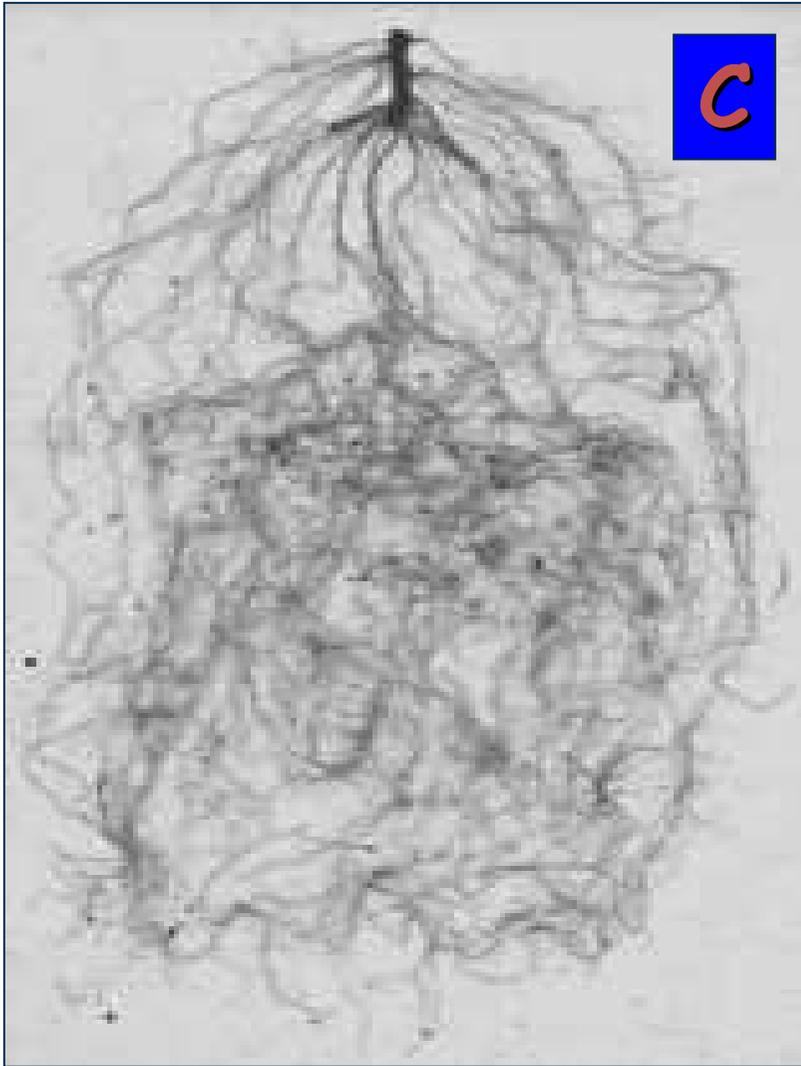
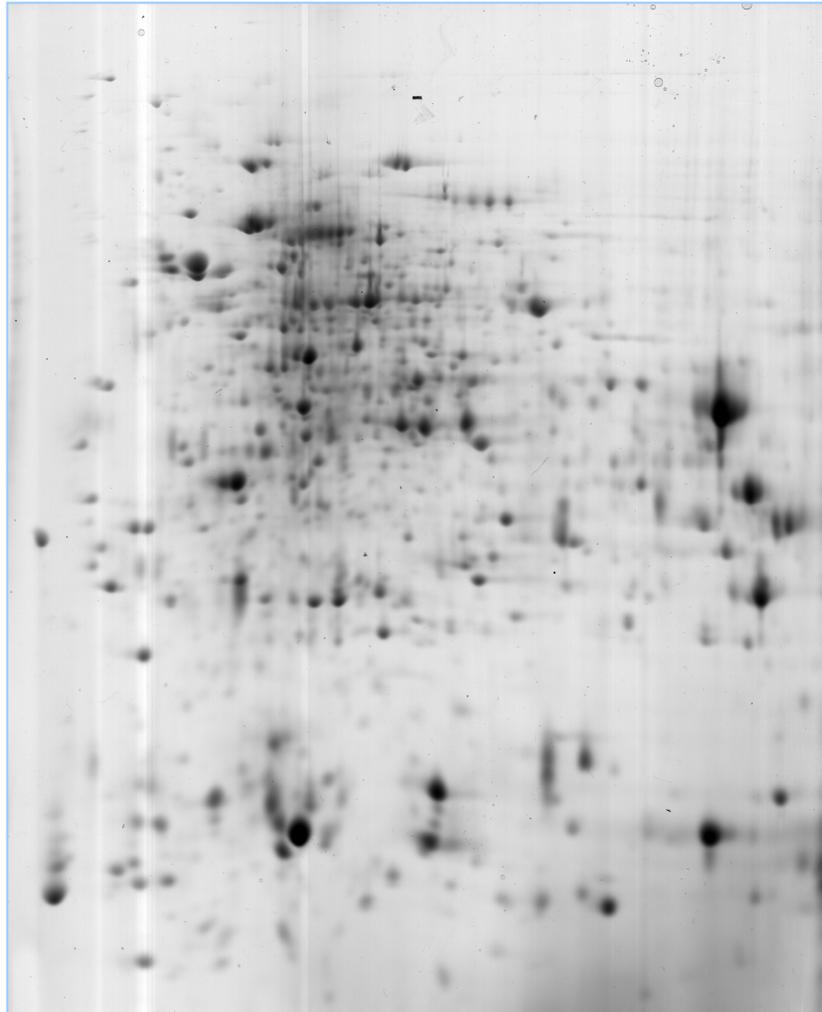


Table 1. Leaf and root parameters

Parameter	Control	Cu150 ppm
$F_v/F_m^{a)}$	0.830 ± 0.003	0.818 ± 0.008
Stem length (cm)	61.84 ± 3.51	$44.41 \pm 3.38^{b)}$
Root dry weight (g)	1.48 ± 0.22	$0.93 \pm 0.08^{b)}$
Shoot dry weight (g)	3.86 ± 0.23	$2.76 \pm 0.05^{b)}$
Leaf area (cm ²)	1679.56 ± 70.02	$1148.16 \pm 159.73^{b)}$
Total root length (cm)	$16\ 079.31 \pm 4194.99$	7031.62 ± 1269.54
Total surface area (cm ²)	3355.18 ± 754.21	1547.19 ± 225.00
Root volume (cm ³)	57.97 ± 10.20	$27.53 \pm 3.10^{b)}$
Number of tips	$32\ 928 \pm 9382.8$	$12\ 489.6 \pm 3319.8$

IPG 3-10 →

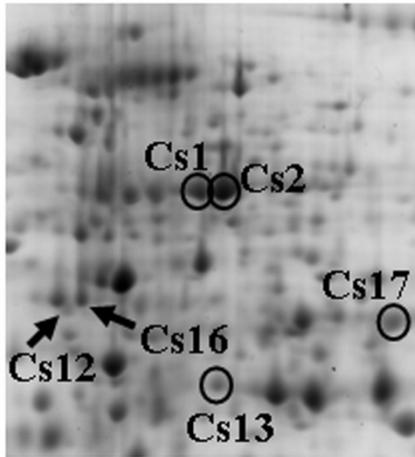
SDS ↓



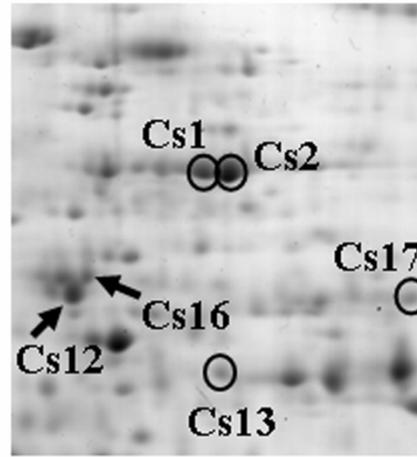
Mappa
bidimensionale
delle proteine
della radice

Analisi di
immagine tra
radici controllo e
trattate con rame

A control

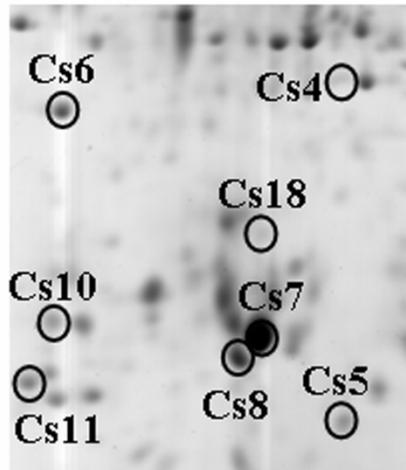


Cu

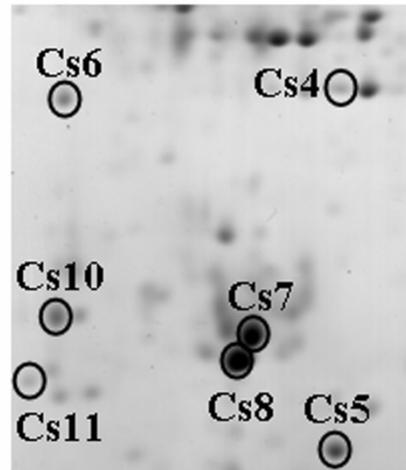


Aumento dell'espressione di
aldo-ketoreductase, enzima
con proprietà detossificanti

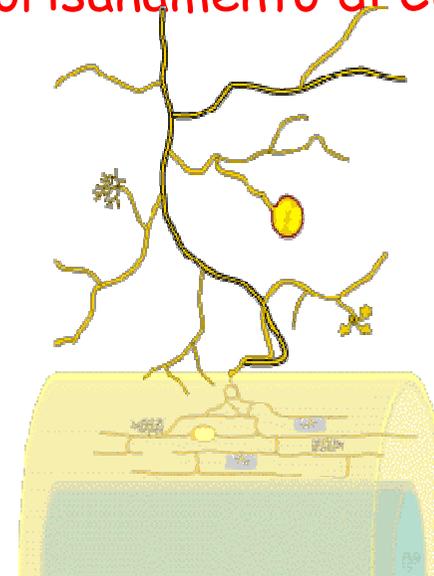
B control



Cu

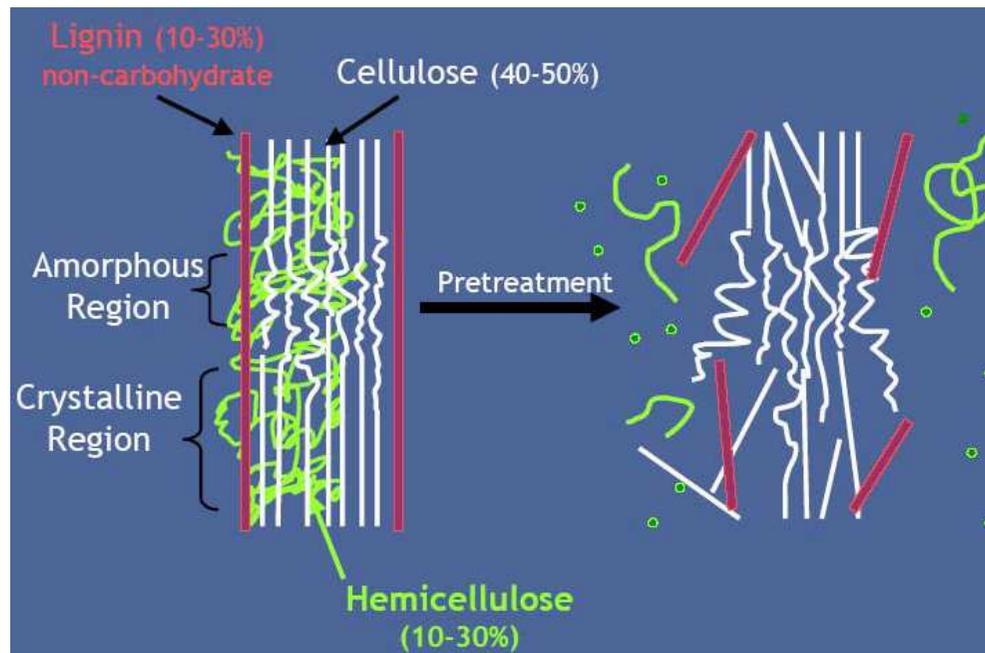


La simbiosi con funghi
micorrizici arbuscolari può
incrementare il
fitorisanamento di Cu, Cd e Ni



e dopo la fitostabilizzazione.....

Potenziale impiego del fusto e delle foglie in processi di bioconversione per la produzione di bioetanolo, biodiesel e molecole ad alto valore aggiunto

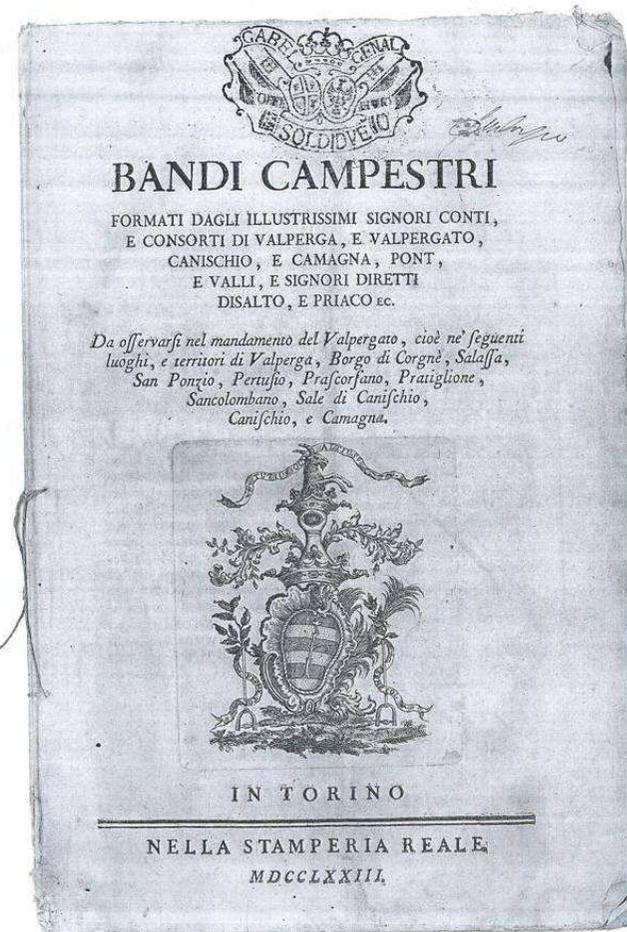


Digestione enzimatica con cellulasi per ottenere zuccheri fermentabili

Qualche documento sulla coltura della canapa nella storia della nostra regione



Ivrea Municipio



bia alteni, o vigne, s'intenderà questi incorso in dette pene, salvo giustifichi fra giorni tre dopo l'accusa, che gli siano state donate, o vendute.

82. Si dichiara, che colla ispezione giudiciale della vigna, o alteni, qual si ritrovasse vendemmiato, s'incorrerà dal padrone la pena suddetta secondo il giudicio, ed estimo, che verrà fatto delle quantità delle uve così vendemmiate dall'estimatore d'esso Luogo, o altro deputando in sussidio.

C A P O V I I .

quanto alle granaglie, marsaschi, canapa, e legumi.

83. **R**itrovandosi alcuna persona ad estirpare, o cavare canapa ne' beni altrui, cadrà nel bando per ogni pianta così estirpata di soldi due.

84. Per ogni coppo di caneparo, lire due, se più, o meno, a proporzione.

85. Per ogni pugno di canapa, soldi dieci.

86. Per ogni manipolo, o fia maffo, lire due soldi dieci, se in maggior, o minor quantità, a proporzione.

87. Chi farà ritrovato a metter canapa ad adacquare nell'altrui adacquatore senza licenza del padrone, oltre l'obbligo di estrarla, incorrerà nella pena di lire una.

88. Chi estirperà, o esporterà da' beni altrui intersecco, o maschiaffo, incorrerà nella pena di soldi dieci, oltre la restituzione delli suddetti intersecco, e maschiaffo.

Chi estirperà, o esporterà da' beni altrui ciavella di formento, incorrerà



Bandi campestri del 1773 Archivio comunale di Salassa



Grazie per l'attenzione

Contatti

n.guerrieri@ise.cnr.it
eliana.tassi@ise.cnr.it



maria.cavaletto@uniupo.it



Foto da Canapa Industriale 22,1,2015