

# **BIOBÄDDAR – ETT SVENSKT BIDRAG TILL SKYDD FÖR MILJÖN FRÅN FÖRORENING MED BEKÄMPNINGSMEDEL**

María del Pilar Castillo<sup>1</sup>, Lennart Torstensson<sup>2</sup> och John Stenström<sup>2</sup>

<sup>1</sup> JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Box 7033, 750 07 Uppsala, Sverige

<sup>2</sup> Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Mikrobiologi, Box 7025, 750 07 Uppsala, Sverige

Kontaktperson: maria.castillo@jti.se

Mer information i:

Castillo, M.d.P., Torstensson, L. & Stenström, J. (2008). Biobeds for environmental protection from pesticide use: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56, 6206-6219.

**Biobäddar har sitt ursprung i Sverige som ett svar på behovet av enkla och effektiva metoder för att minimera förorening av miljön från användning av bekämpningsmedel, speciellt vid fyllning av spruttanken, en typisk punktkälla för förorening.**

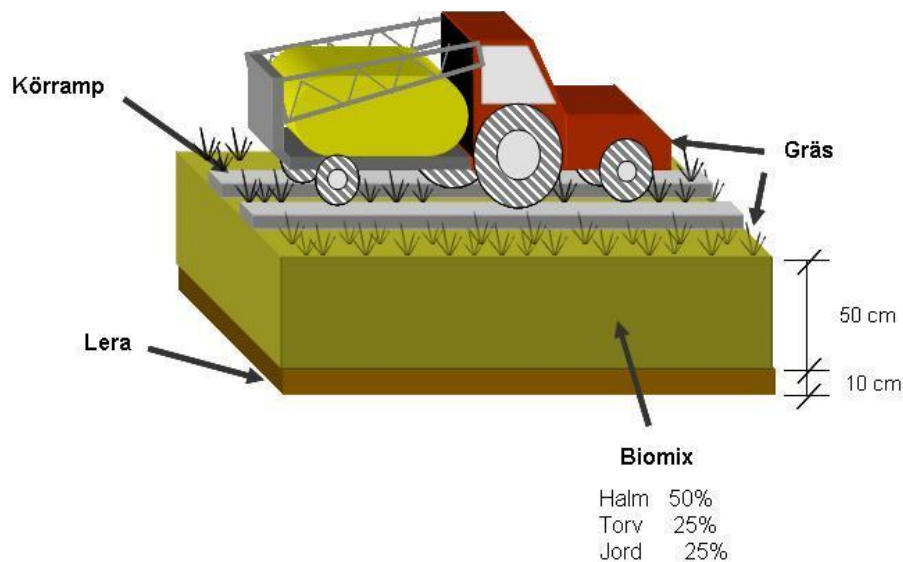
## **Punktkällor**

Bekämpningsmedel hanteras ofta på en speciell plats på ett lantbruk med nära tillgång till vatten, t ex på en gårdsplan. Om ett spill sker på gårdsplanen, en plats där matjorden har tagits bort och ersatts med ett lager av grus och sand, föreligger en uppenbar risk för grundvattenförorening från utlakning. Följaktligen har höga koncentrationer av bekämpningsmedel påvisats vid sådana platser och danska (1-3), tyska (4-6) och svenska (7) studier har visat att sådana punktkällor är en av de viktigaste källorna för förorening med bekämpningsmedel. Användning av biobäddar kan emellertid drastiskt minska risken för sådan förorening.

## **Vad är en biobädd?**

En biobädd är en enkel och billig konstruktion avsedd att samla upp och bryta ner spill av bekämpningsmedel (8, 9). Den består av tre komponenter i en 60 cm djup grop i marken (Fig. 1): a) ett lerlager i botten (10 cm), b) en bioblandning eller biomix bestående av halm, torv och matjord (50:25:25 vol-%) som fyller de återstående 50 cm, och c) ett gräslager som täcker ytan. Biobädden är också utrustad med en ramp för att kunna köra och ställa sprutan över biobädden.

Tanken är att all hantering vid fyllning av bekämpningsmedel i spruttanken görs över biobädden så att spill som inträffar binds och bryts ner. Biomixens sammansättning är utformad för att stimulera mikrobiella nedbrytningsprocesser.



**Fig. 1.** Biobäddens konstruktion.

## **Biobäddens delar**

### ***Lerlagret***

Lerlagret fungerar som ett svårgenomsläppligt skikt för att minska nedåtgående vattentransport i biobädden och därmed öka bekämpningsmedlens uppehållstid i den. En förutsättning för att lerlagret skall ha denna funktion är att det alltid är fuktigt för att undvika sprickbildning och därmed snabba vattenströmmar.

### ***Biomixen***

Biomixen ska ha förmågan att både binda bekämpningsmedel och kunna ge en god nedbrytning av dem. Båda dessa egenskaper påverkas av biomixens sammansättning, homogenitet, ålder, fuktighet och temperatur. Den ursprungliga svenska biomixen består av halm, torv och matjord i proportionerna 50:25:25 vol-%. Alla dessa tre komponenter har viktiga funktioner för att ge en god bindning och nedbrytning av bekämpningsmedel.

Halmen stimulerar tillväxt av lignin nedbrytande svampar och bildning av lignin nedbrytande enzymer (t ex mangan- och ligninperoxidaser och lackaser), som också kan bryta ner många olika bekämpningsmedel (12, 16-20).

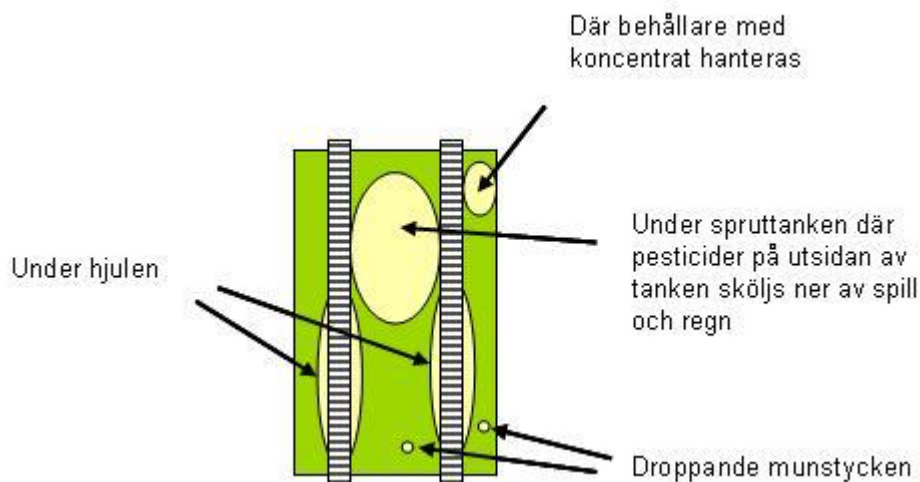
Matjorden ger förmåga att binda bekämpningsmedel och ska ha ett innehåll av organiskt material och lera som ger en god mikrobiell aktivitet (10). Jorden utgör också en viktig källa för bekämpningsmedel nedbrytande mikroorganismer som kan fungera i synergi med svamparna. Närvaro av jordbakterier kan ge en ökad nedbrytning av bekämpningsmedel, vilket har observerats t ex för nedbrytning av benzo(a)pyren, där

svampenzymer först modifierade molekylen följt av bakteriell nedbrytning av de mer polära metaboliterna (11).

Torven i biomixen bidrar med bindningskapacitet, fuktkontroll och ibland t.o.m. icke-biologisk (abiotisk) nedbrytning (12). Den sänker också biomixens pH, vilket är gynnsamt för de bekämpningsmedelsnedbrytande enzymernas aktivitet.

### **Gräslagret**

Gräslagret bidrar till att ge en effektivare biobädd, speciellt i dess översta skikt där det mesta av pesticiderna binds och bryts ner. Gräset bidrar också med att reglera biobäddens fukthalt genom att skapa en upptransport av vatten och dessutom producerar gräset rotextudat (t.ex. peroxidaser) som kan ge cometaboliska nedbrytningsprocesser (13). Gräslagret utgör också ett utmärkt pedagogiskt hjälpmedel eftersom det avslöjar spill av bekämpningsmedel, speciellt av ogräsmedel (herbicider). Skador på gräset kan ofta ses där koncentrationen hanteras, nedanför spruttanken från avrinning från dess utsida, under bekämpningsmedelsförorenade hjul och under läckande munstycken (Fig. 2).



**Fig. 2.** Spillmönster i på biobädd (14).

### **Biobäddar i Sverige**

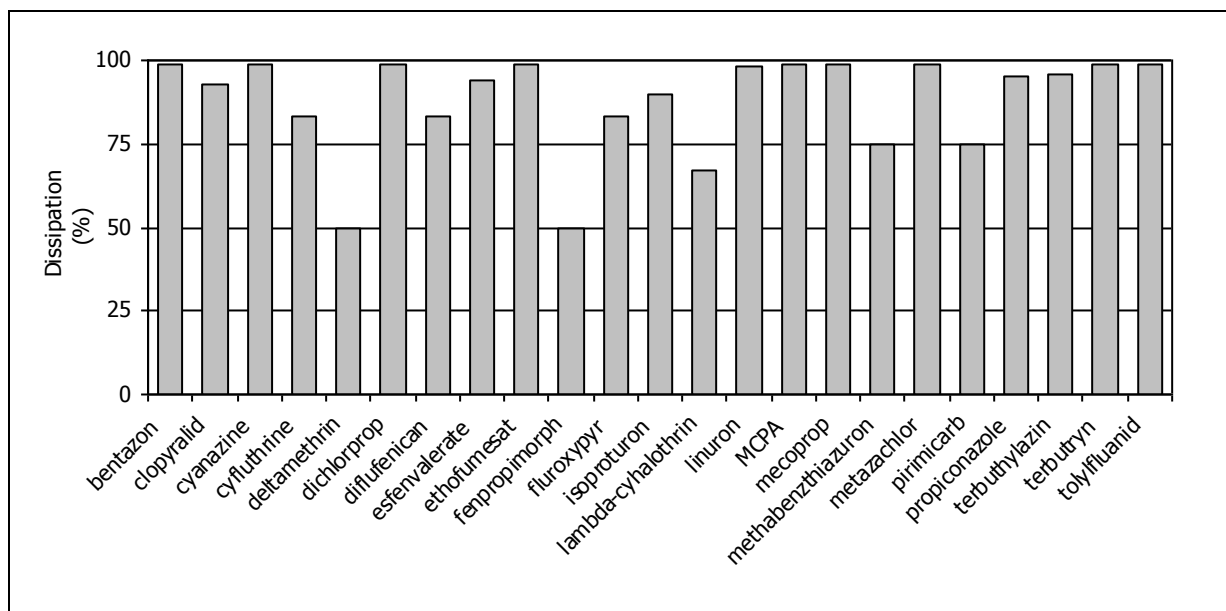
Biobädden är ett resultat av ett samarbete mellan *Odling i Balans* (info@odlingibalans.com) och institutionen för mikrobiologi, SLU (Lennart Torstensson och Maria del Pilar Castillo). Biobäddar har funnits i Sverige sedan 1993 när de första prototyperna byggdes och studerades (9, 15). Flera olika modeller har nu byggts av lantbrukare, som ofta återanvänder gammalt byggnadsmaterial som finns tillgängligt vid gården (Fig. 3). För närvarande är fler än 1500 biobäddar i drift i Sverige. Biobädden används också ofta som en plats för säker fyllning av drivmedel till traktorer och andra maskiner.



**Fig. 3.** Några exempel på olika modeller av biobäddar (8, 14).

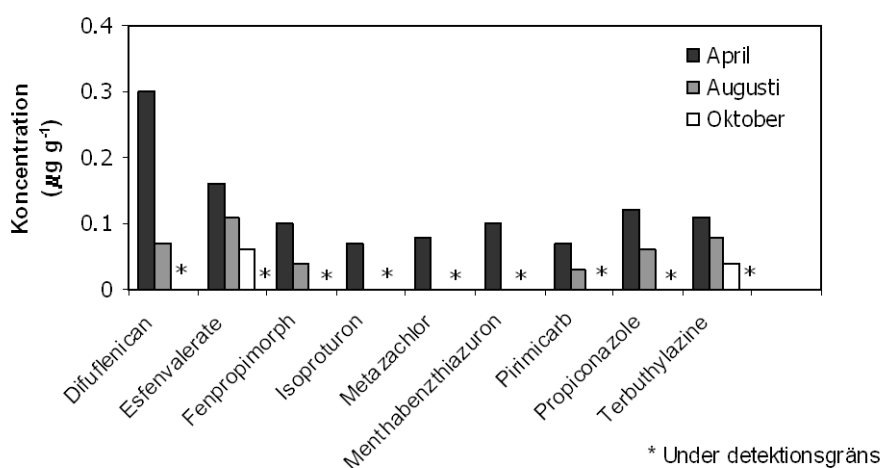
Under sprutsäsongen återfinns ofta de högsta halterna av bekämpningsmedel i biobäddarna (8, 9). När ett spill inträffar är det mesta av bekämpningsmedlet bundet till den övre delen av biobädden och de flesta bekämpningsmedel är nedbrutna inom ett år (Fig. 4).

Vid sydsvenska väderförhållanden minskar biomixens höjd ca 10 cm per år på grund av nedbrytning av det organiska materialet i biomixen, speciellt halmen. Denna förlorade volym ersätts genom att tillsätta en ny biomix varje år före sprutsäsongens början.



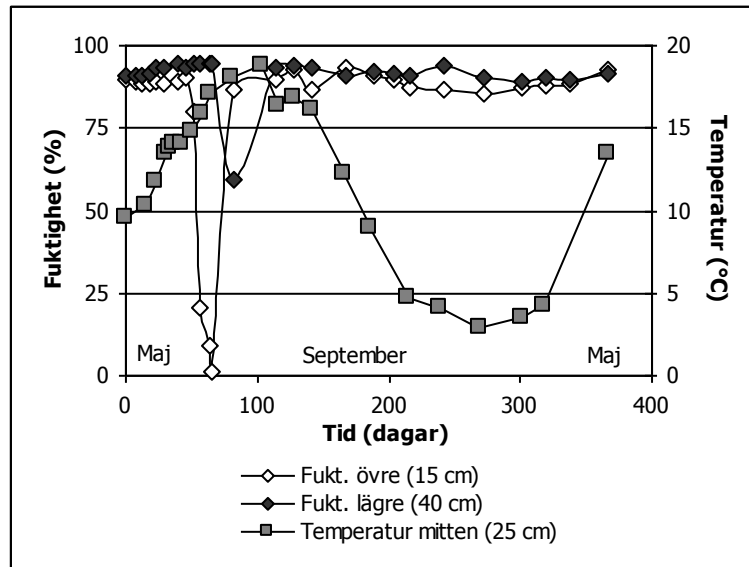
**Fig. 4.** Nedbrytning av pesticider i biobäddar efter ett år (14).

Till slut minskar dock biomixens effektivitet och den måste därför helt ersättas med ett nytt 50 cm djupt biomixlager. Det rekommenderas att detta byte görs efter 6-8 år i Sverige. Eftersom det borttagna materialet kan innehålla små restmängder av bekämpningsmedel, rekommenderas det att materialet komposteras i ett år, vilket var mer än tillräckligt för att mängderna skulle minska till mindre än detektionsgränsen (8).



**Fig. 5.** Efter kompostering av den borttagna biomixen i 6 månader är koncentrationerna under detektionsgränsen. För säkerhets skull rekommenderas dock kompostering i ett år av materialet..

Under sommaren observeras de högsta temperaturerna i biobäddarna (Fig. 6) med nivåerna beroende på var i landet biobädden befinner sig (8). De svenska klimatets temperaturvariationer medför att den huvudsakliga aktiviteten i biobädden är begränsad till vår, sommar och delar av hösten.



**Fig. 6.** Temperatur- och fuktighetsvariationer i en biobädd i södra Sverige under en ettårsperiod.

Fukthalten i biobädden är mycket viktig för dess funktion (Fig. 6), eftersom den påverkar syretillgång och mikrobiell aktivitet och eftersom vattenmättnad kan ge utlakning av bekämpningsmedel. I Sverige är biobädden avsedd att användas enbart för hantering av bekämpningsmedelskoncentrat och för att ge en lämplig plats för uppställning av sprutan. Det rekommenderas att tvättning av sprutan, liksom av traktorn, görs ute på åkern. Dock kan man tillåta regnvatten på biobädden.

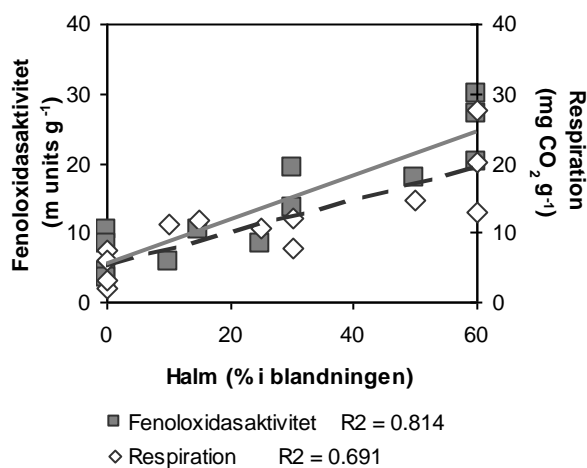
### **Mikrobiell aktivitet i biobäddar – Halmnedbrytande svampar är viktigast**

Halm utgör huvudssubstrat för bekämpningsmedelsnedbrytning och mikrobiell aktivitet, speciellt aktiviteten av ligninnedbrytande svampar som vitrötesvampar (Fig. 7), som producerar fenoloxidaser (peroxidaser och lackaser). Dessa enzyms ospecifika aktivitet gör dem lämpliga för nedbrytning av bekämpningsmedelsblandningar.



**Fig. 7.** Vitrötesvampar i en biobädd.

Nedbrytning av enskilda bekämpningsmedel av peroxidaser från vitrötesvampar har visats i flera studier (16-20). Dessutom har det visats i laboratorieskala att de flesta bekämpningsmedels nedbrytning i en blandning är korrelerad med fenoloxidasaktivitet och basrespiration och att båda dessa aktiviteter är korrelerade till mängden halm i biomixen (Fig. 8) (12). Därför rekommenderas en stor mängd halm i biomixen, dock i praktiken inte mer än 50 vol-% för att kunna erhålla en homogen biomix (9, 12).



**Fig. 8.** Basrespirationens och fenoloxidasaktivitetens beroende av biomixens halminnehåll (12).

Många vitrötesvampars ligninnedbrytande enzymssystem regleras av kvävetillgång (21). Vid låga kvävenivåer aktiveras tillverkningen av fenoloxidaser, medan höga nivåer kan stimulera tillväxt men inhibera enzymtillverkningen. Därför rekommenderas det att inget extra kväve sätts till biomixen.

### Biobäddar i världen

Biobädden har väckt intresse i andra länder (t.ex. England, Belgien, Italien, Frankrike, Peru och Guatemala) och dess införande har ibland lett till modifieringar av den ursprungliga utformningen till vad som kallas biofilter, biomassbed, Phytobac®, biobac och biotables (Fig. 9).

Biobäddar - UK  
[www.biobeds.info](http://www.biobeds.info)



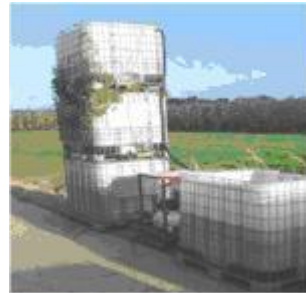
Biomassbed – Italien

(22, 23)



Biofilter – Belgien

(24-28)



Phytobac® - Frankrike

(29)



Biobac – Frankrike

[http://www.international.inra.fr/pres/s/detoxifying\\_plant\\_health](http://www.international.inra.fr/pres/s/detoxifying_plant_health)



**Fig. 9.** Bioprofylaktiska system i andra länder.

### Länkar

SJV <http://www.sjv.se/>

SLF <http://www.lantbruksforskning.se/>

Biobeds in the UK. <http://www.biobeds.info/content/default.asp>

Interreg 'Clean Region'. <http://www.cleanregion.dk/>

First European Workshop on Biobeds, Malmö, Sweden, 2004. <http://www.cleanregion.dk/>

Second European Workshop on Biobeds, Ghent, Belgium, 2007.

<http://www.cleanregion.dk/>

## Källor

- (1) Helweg, A. Threats to water quality from pesticides - Case histories from Denmark. *Pesticide Outlook* **1994**, 5, 12-18.
- (2) Spliid, N.H.; Brusch, W.; Jacobsen, O.S.; Hansen, S.U. In *Pesticide point sources and dispersion of pesticides from a site previously used for handling of pesticides*, 16th Danish Plant Protection Conference, Side effects of pesticides, Weeds, **1999**; 33-46.
- (3) Stenvang, L.; Helweg, A. In *Minimizing pollution risk at filling and washing sites for sprayers*, 17th Danish Plant Protection Conference, Overview/environment/weeds, **2000**; 73-77.
- (4) Fischer, P.; Hartmann, H.; Bach, M.; Burhenne, J.; Frede, H.G.; Spittler, M. Gewasserbelastung durch Pflanzenschutzmittel in drei Einzugsgebieten. *Gesunde Pflanzen* **1998**, 50, 142-147.
- (5) Fischer, P.; Hartmann, H.; Bach, M.; Burhenne, J.; Frede, H.G.; Spittler, M. Reduktion des Gewasserreintrags von Pflanzenschutzmitteln aus Punktquellen durch Beratung. *Gesunde Pflanzen* **1998**, 50, 148-152.
- (6) Frede, H.G.; Fischer, P.; Bach, M. Reduction of herbicide contamination in flowing waters. *Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* **1998**, 161, 395-400.
- (7) Kreuger, J. *Pesticides in the environment - atmospheric deposition and transport to surface waters*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, **1999**.
- (8) Torstensson, L. Experiences of biobeds in practical use in Sweden. *Pesticide Outlook* **2000**, 11, 206-212.
- (9) Torstensson, L.; Castillo, M. d. P. Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment. *Pesticide Outlook* **1997**, 8, 24-27.
- (10) Torstensson, L. Herbicides in the environment. In *Proceedings of the second international weed control congress, Copenhagen, Denmark, 25-28 June 1996: Volumes 1-4.*, **1996**; 267-274.
- (11) Kotterman, M.J.J.; Vis, E.H.; Field, J.A. Successive mineralization and detoxification of benzo[a]pyrene by the white rot fungus *Bjerkandera* sp. strain BOS55 and indigenous microflora. *Applied and Environmental Microbiology* **1998**, 64, 2853-2858.
- (12) Castillo, M.d.P.; Torstensson, L. Effect of biobed composition, moisture and temperature on the degradation of pesticides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2007**, 55, 5725-5733.
- (13) Vaughan, D.; Cheshire, M.V.; Ord, B.G. Exudation of peroxidase from roots of *Festuca rubra* and its effects on exuded phenolic acids. *Plant & Soil* **1994**, 160, 153-155.

- (14) Castillo, M.d.P.; Torstensson, L., Biobeds - Biotechnology for environmental protection from pesticide pollution. In *Methods and Techniques for Cleaning-up Contaminated Sites*, Annable, M.D.; Teodorescu, M.; Hlavinek, P.; Diels, L., Eds. **2008**.
- (15) Torstensson, L.; Olsson, G.; Norup, S.; Stenberg, B. In *Biobäddar minskar miljörisker vid fyllning av lantbrukssprutor*, 35th Swedish Crop Protection Conference, Uppsala-Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences. **1994**; 223-233.
- (16) Castillo, M.d.P.; Ander, P.; Stenström, J. Lignin and manganese peroxidase activity in extracts from straw solid substrate fermentations. *Biotechnology Techniques* **1997**, 11, 701-706.
- (17) Castillo, M.d.P.; Ander, P.; Stenström, J.; Torstensson, L. Degradation of the herbicide bentazon as related to enzyme production by *Phanerochaete chrysosporium* in a solid substrate fermentation system. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* **2000**, 16, 289-295.
- (18) Castillo, M.d.P.; Andersson, A.; Ander, P.; Stenström, J.; Torstensson, L. Establishment of the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* on unsterile straw of solid substrate fermentation systems intended for degradation of pesticides. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* **2001**, 17, 627-633.
- (19) Castillo, M.d.P.; von Wirén-Lehr, S.; Scheunert, I.; Torstensson, L. Degradation of isoproturon by the white rot fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Biology and Fertility of Soils* **2001**, 33, 521-528.
- (20) von Wirén-Lehr, S.; Castillo, M.d.P.; Torstensson, L.; Scheunert, I. Degradation of isoproturon in biobeds. *Biology and Fertility of Soils* **2001**, 33, 535-540.
- (21) Waldrop, M.P.; Zak, D.R. Response of oxidative enzyme activities to nitrogen deposition affects soil concentrations of dissolved organic carbon. *Ecosystems* **2006**, 9, 921-933.
- (22) Fait, G.; Nicelli, M.; Fragoulis, G.; Trevisan, M.; Capri, E. Reduction of point contamination sources of pesticide from a vineyard farm. *Environmental Science & Technology* **2007**, 41, 3302-3308.
- (23) Vischetti, C.; Capri, E.; Trevisan, M.; Casucci, C.; Perucci, P. Biomassbed: a biological system to reduce pesticide point contamination at farm level. *Chemosphere* **2004**, 55, 823-828.
- (24) De Wilde, T.; Spanoghe, P.; Debaer, C.; Ryckeboer, J.; Springael, D.; Jaeken, P. Overview of on-farm bioremediation systems to reduce the occurrence of point source contamination. *Pest Management Science* **2007**, 63, 111-128.

- (25) Debaer, C.; Jaeken, P. Modified biofilters to clean up leftovers from spray loading and cleaning; experience from pilot installations. *Aspects of Applied Biology* **2006**, 77, 247-252.
- (26) Pussemier, L.; Goux, S.; Van Elsen, Y.; Mariage, Q. Biofilters for on-farm clean-up of pesticide wastes. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* **1998**, 63/2a, 243-250.
- (27) Pussemier, L.; Vleeschouwe, C.d.; Debongnie, P. Self-made biofilters for on-farm clean-up of pesticides wastes. *Outlooks on Pest Management* **2004**, 15, 60-63.
- (28) Spanoghe, P.; Maes, A.; Steurbaut, W. Limitation of point source pesticide pollution: Results of bioremediation system. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* **2004**, 69, 719-732.
- (29) Guyot, C.; Chenivresse, D. A simple and affordable system to prevent water contamination. *ICMEDITION, Bayer CropScience* September 2006, **2006**, 31-33.