

# Area Wide Management of Rice Pests in Asia through Integrating Ecological Engineering Techniques



**K.L. Heong**

**Associate Senior Advisor, CABI SE Asia**

**Serdang, Malaysia**

**Qiushi Chair Professor**

**Zhejiang University, Hangzhou, China**

# Review

## The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice

Way and Heong

Bulletin of Entomological Research 1994

Insecticides are **NOT NEEDED** in most cases

- Way & Heong (1994)  
“ We conclude that

*insecticides are not needed*

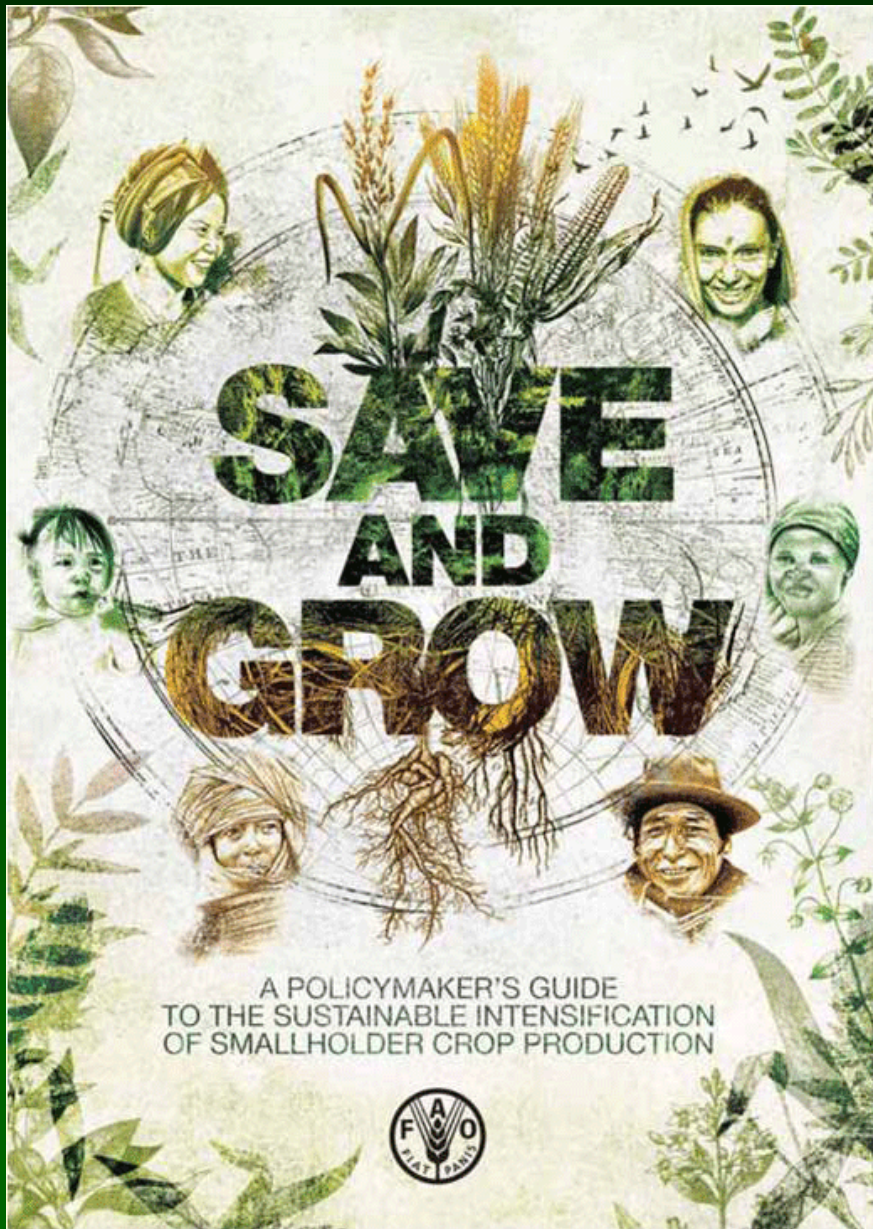
rather than they are and “pests” should be  
critically reassessed and *proven guilty  
before insecticide use is contemplated*”

SCPI: Sustainable Crop Production  
Intensification

FAO 2012:  
Most tropical  
rice crops under  
intensification  
require

***NO***

insecticide use





# Typically how insecticides applied in SE Asia

## Note

Spraying in early crop stages  
Spraying on top of the canopy  
Use equipment with poor delivery

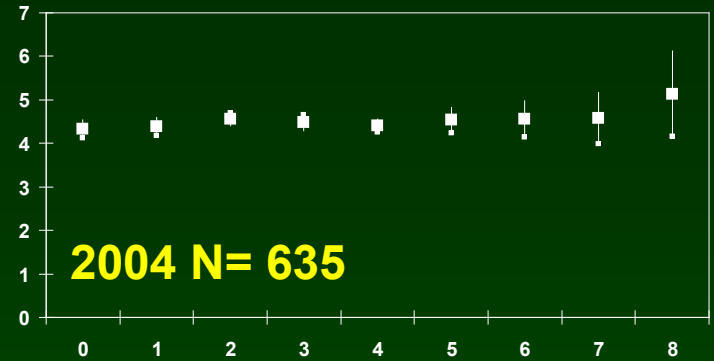
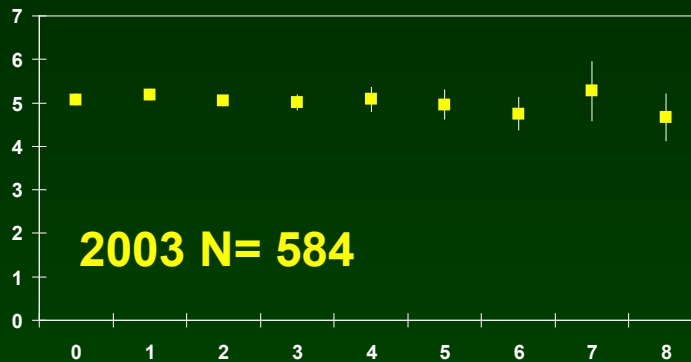


Rice farmers have little  
or no productivity gain  
from insecticide use

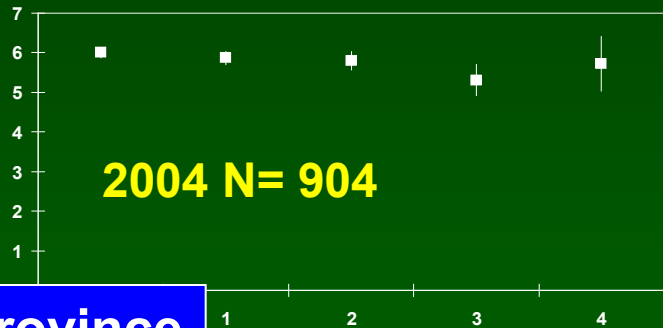
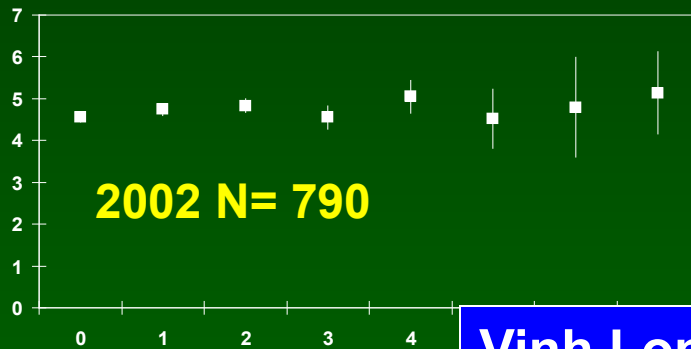
# % benefits of management strategies with health costs    Pingali et al 1997

Sites	Management strategies	# sprays	% Net benefits over no spray strategy
Laguna	Complete protection	6	<b>-11.7%</b>
	Farmers' strategy	2	<b>-3.6%</b>
	IPM	1	<b>-5.0%</b>
	No spray	0	<b>--</b>
Nueva Ecija			
	Complete protection	6	<b>-4.65%</b>
	Farmers' strategy	2	<b>-3.11%</b>
	IPM	1	<b>-3.50%</b>
	No spray	0	<b>--</b>

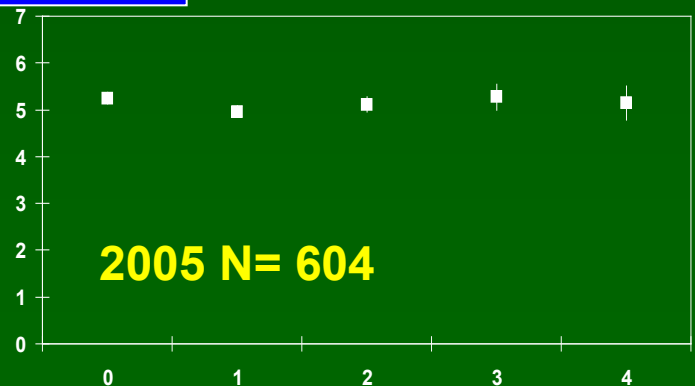
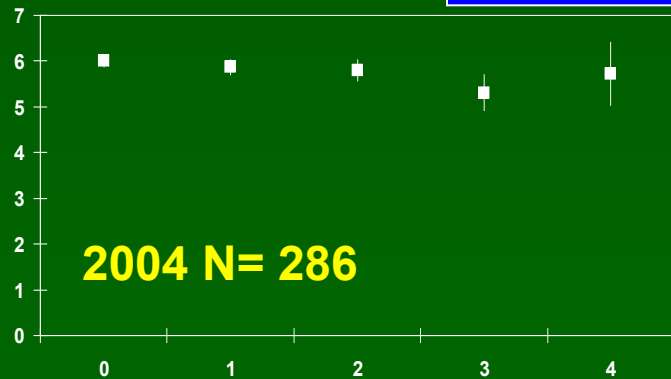
## Tiengiang province



## Cantho province



## Vinh Long province



Number of insecticide sprays

Yield in tons

# Early season blanket spraying





# Hopperburn in sprayed spots in Cantho province

Pictures by Pham van Quynh





# Hopperburn occur in parallel rows of the sprayer booms Malaysia



# Brown Planthopper (BPH)





# White backed planthopper (WBPH)



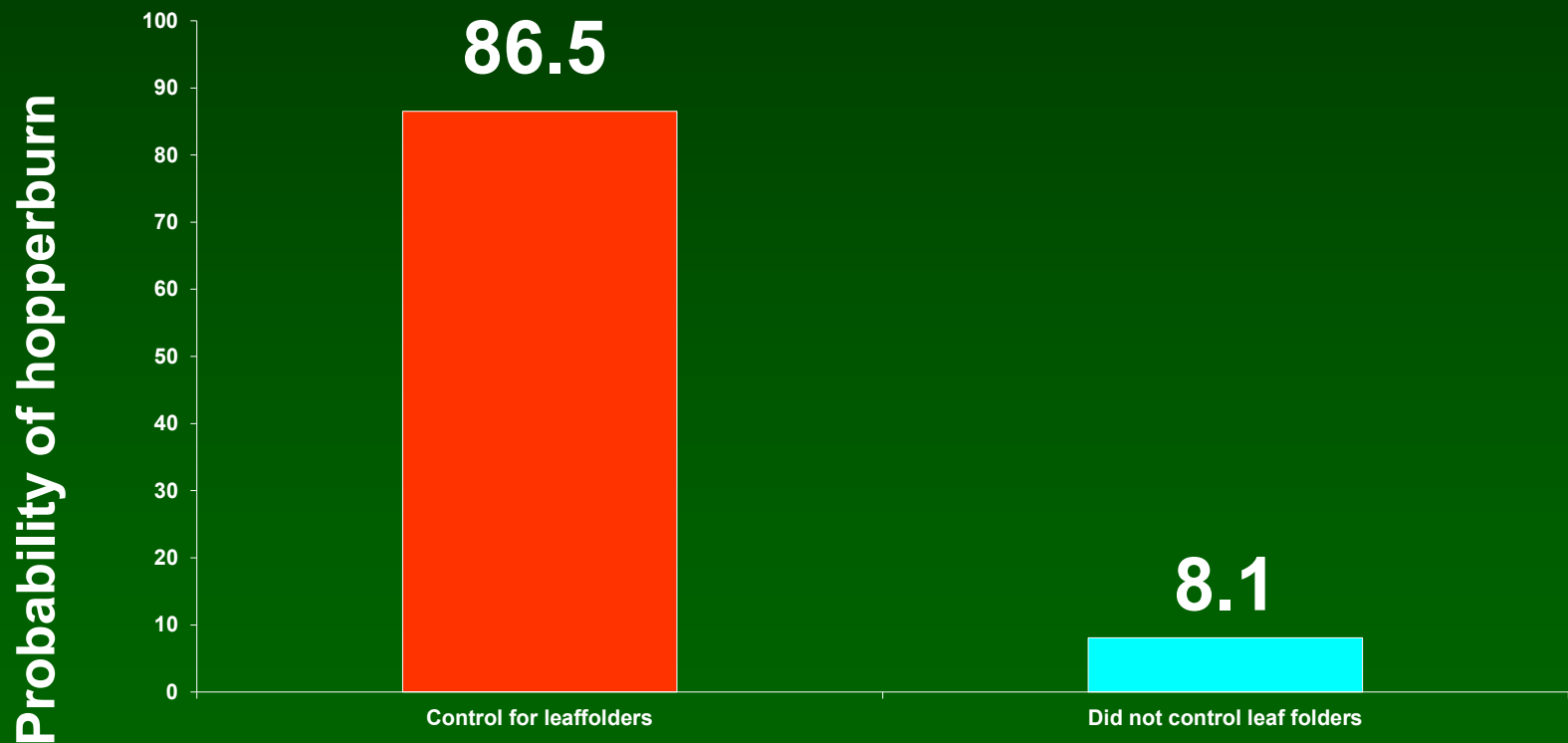
Planthoppers are secondary  
pest problems

INDUCED

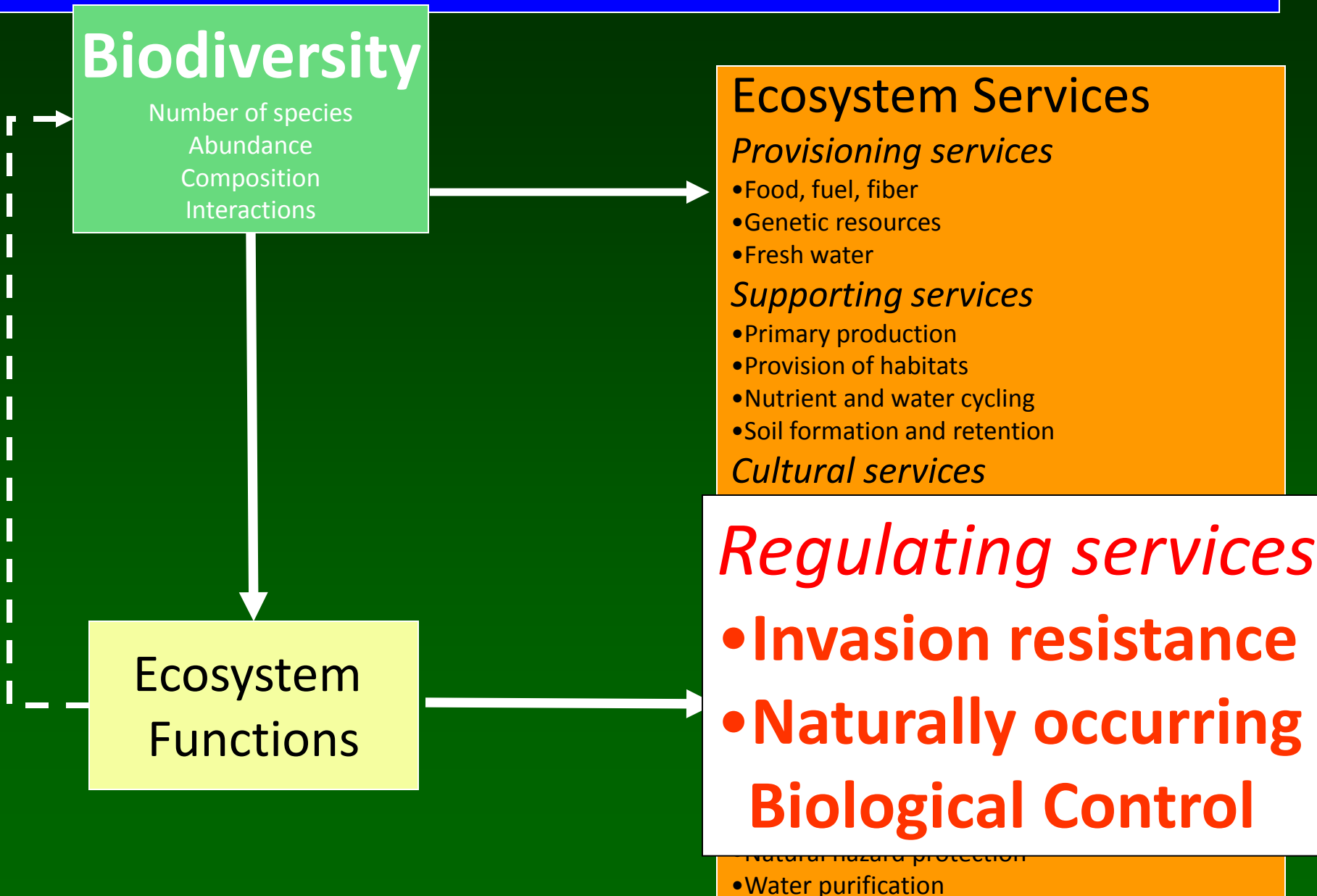
by

INSECTICIDES

# Leaf folder control in early crop stages increases vulnerability to hopperburn by 10 folds



# Biodiversity, ecosystem functioning, and ecosystem services



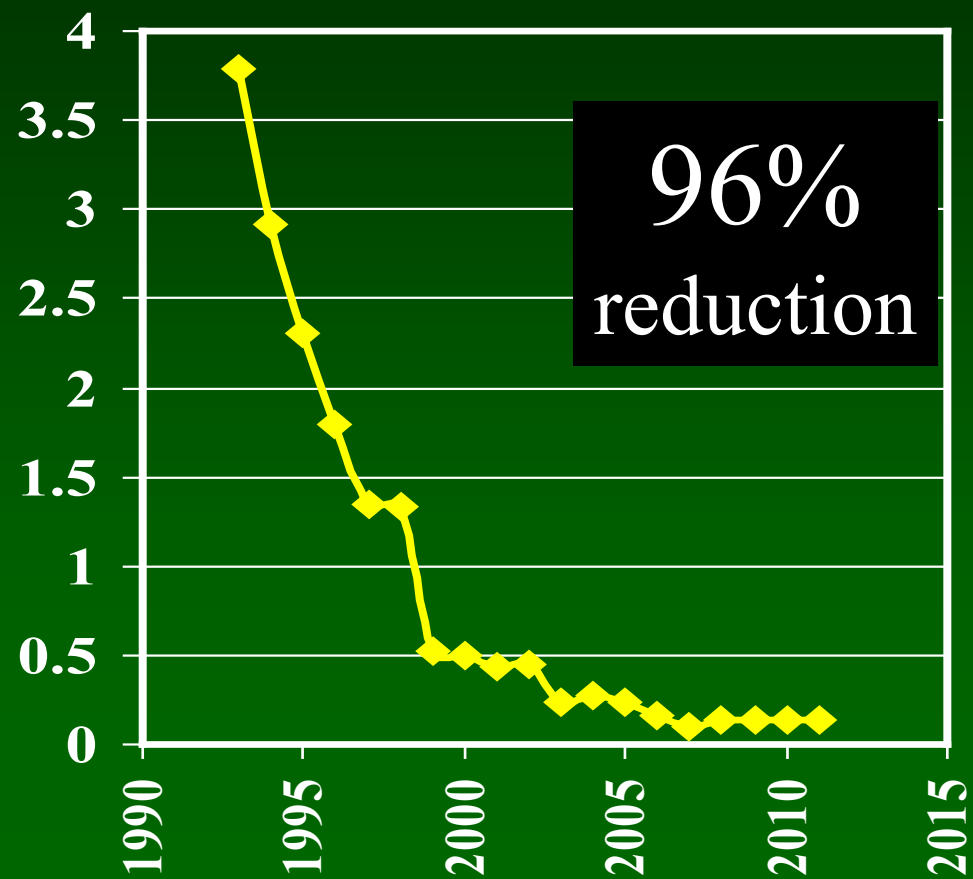


# Naturally occurring biological control services



# Total insecticides used in IRRI farm

Kg ai/ha/yr 1993 - 2011



# Comparison of arthropod communities between 1989 & 2005 in IRRI

Using rarefaction method after Gotelli and Entsminger. (2001)

Species richness $S_r$	1989	2005
Herbivores	14	36
Predators	38	65
Parasitoids	17	38
Detritivores	6	30
All arthropods	75	169





**A**

Photo credit: S Villareal



**B**

Photo credit: Norowi



**C**

Photo credit: H.V. Chien



**D**

Photo credit: Z.R. Zhu



**E**

Photo credit: KL Heong



**F**

Photo credit: SS Haque

# Loss in biocontrol services

# Light trap records in Chai Nat Thailand



# How farmers make decisions?

- Simple & frugal approaches rather than rational & optimal systems
- Farmers rely on simple “rules of thumb” or heuristics (Kahneman & Tversky, 1974)



# Heuristic

(or simple rule)

***"In the first 40 days  
of the rice crop,  
spraying for leaffolder  
control is  
not necessary"***

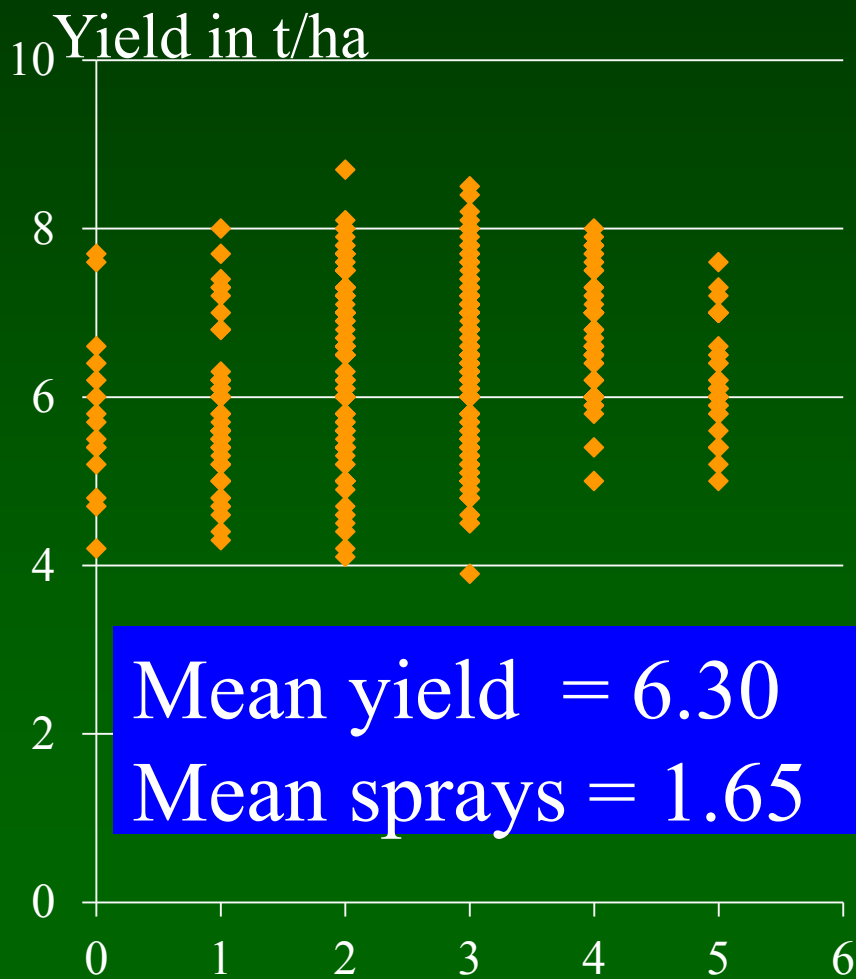
# Invite farmers to experiment



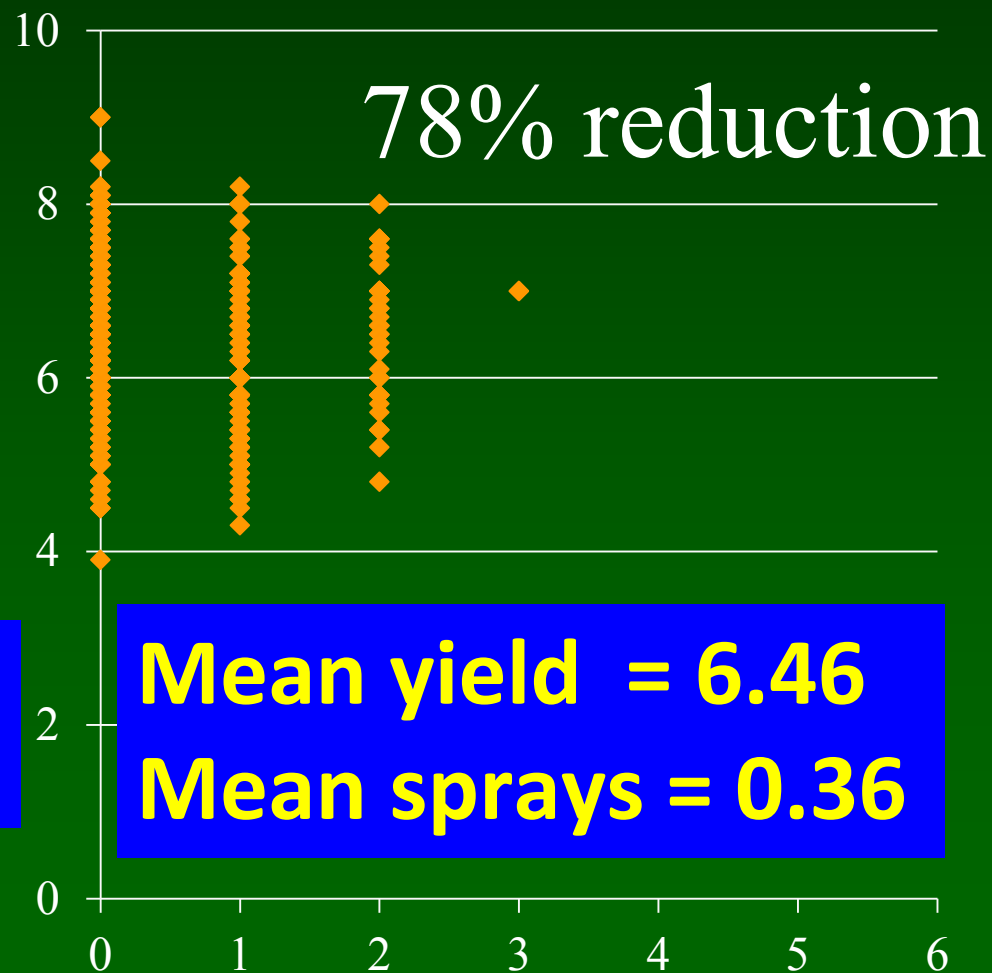
> 500,000 experiments were conducted in Vietnam

Farmers' participatory paired plot experiments  
Mekong Delta W-S season 2001/02 N=900

Control plot



Experimental plot



Number insecticide sprays

# Ecological Engineering

# 生态工程

# Cong Nghe Sinh Thai

# Ecological Engineering techniques

```
graph TD; A[Ecological Engineering techniques] --> B[Restore Biodiversity]; A --> C[Conserve Biodiversity]; B --> D[Species Biodiversity]; C --> D; D --> E[Ecosystem Services]
```

## Restore Biodiversity

Planting nectar flowers on bunds  
Crop diversification  
Increase diversity of varieties

## Conserve Biodiversity

Stop early season (first 40 days) insecticide use  
Avoid using insecticides toxic to bees and hymenoptera

### Species Biodiversity

Parasitoids, Predators, decomposers

## Ecosystem Services

Pest invasion resistance,  
Pest and disease regulation  
Pollination



# Ecological engineering began in Jin Hua

## 金华市水稻生态工程实验示范区

**示范目标：**示范区化学防治次数减少3次以上、化学农药使用量下降50%以上，水稻重大病虫害损失总体控制在3%以下，稻米达到无公害标准。

**技术措施：**选用抗病虫害品种；灯光、诱虫植物和性诱剂诱杀技术；田边留草和种植开花作物、保护和利用天敌；冬季种植绿肥、减少化肥使用量；水稻前期坚持不用或少用农药、全面放宽防治指标；优先选用生物农药、必要时选用选择性强、对天敌安全的化学农药；尽量选用农药单剂、实现农药轮换使用。

**示范内容：**水稻品种田间抗性评价；植物和节肢动物生物多样性；生物农药应用技术；开花作物对天敌种群增长的影响；肥料对害虫和天敌种群的影响；害虫抗药性监测；性诱剂、诱虫植物和杀虫灯对害虫的控制能力和对天敌种群的影响；优化农药防治策略。

**建设单位：**农业部农业技术推广服务中心  
浙江省植物保护检疫局

**实施单位：**金华市植物保护站

**技术依托：**国际水稻研究所 (IRRI)  
浙江大学

**资助项目：**亚洲发展银行ADB-IRRI基金项目  
部、省农作物病虫害绿色防控专项

浙江省农业科学院

金华市农业局

金华寺平稻米专业合作社

浙江省农业科学院植微所

中国水稻研究所

国家公益性行业(农业)科研专项



# Jinhua, China



# Sesame nectar food for biological control







**Butter daisy**  
(*Melampodium divaricatum*)



**Okra**  
(*Abelmoschus esculentus*)



**Mung bean**  
(*Vigna radiata*)



**Farmer's Friend/Cobbler's pegs**  
(*Bidens pilosa*)



**Chinese Wedelia**  
(*Wedelia chinensis*)



**Sesame**  
(*Sesamum indicum*)

# Key Resources Provided by Ecological Engineering

## SNAP

- Shelter
- Nectar
- Alternative Host/Prey
- Pollen

After Steve Wratten



# Multi-country, Multi year evidence



**Jin Hua China**

**Chai Nat Thailand**

– Central Plains

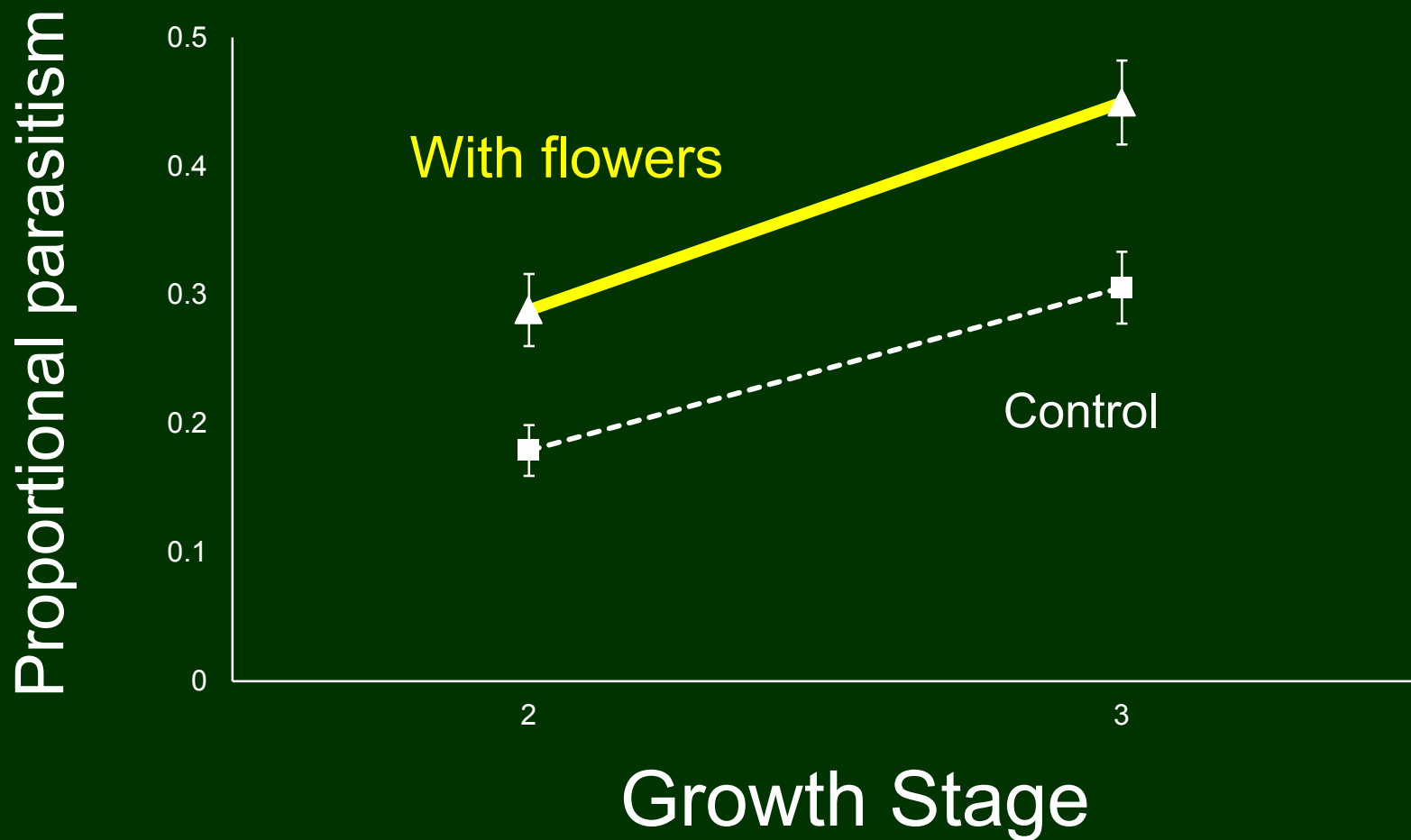
**Tien Giang Vietnam**

– Mekong Delta

Published in NATURE PLANT Feb 2016

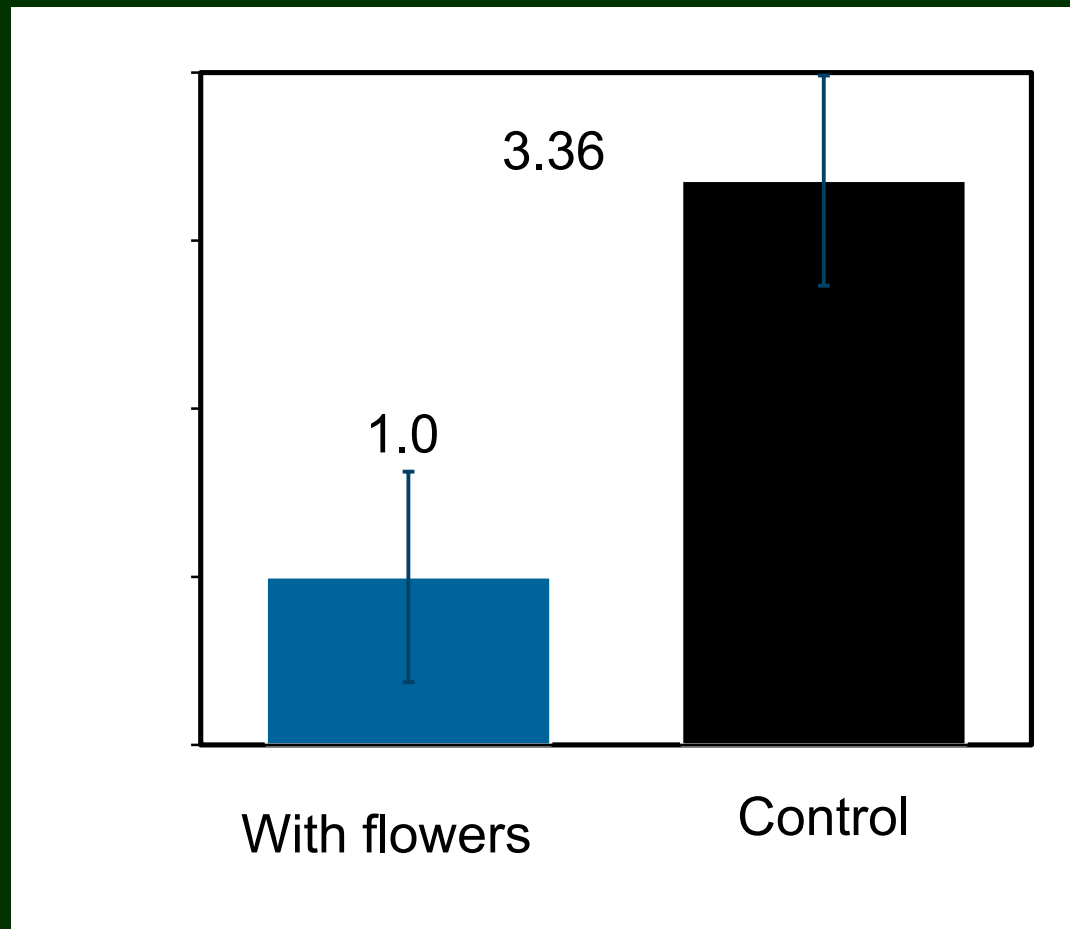
# Increase in biological control service

## Egg parasitism of BPH higher by 45%



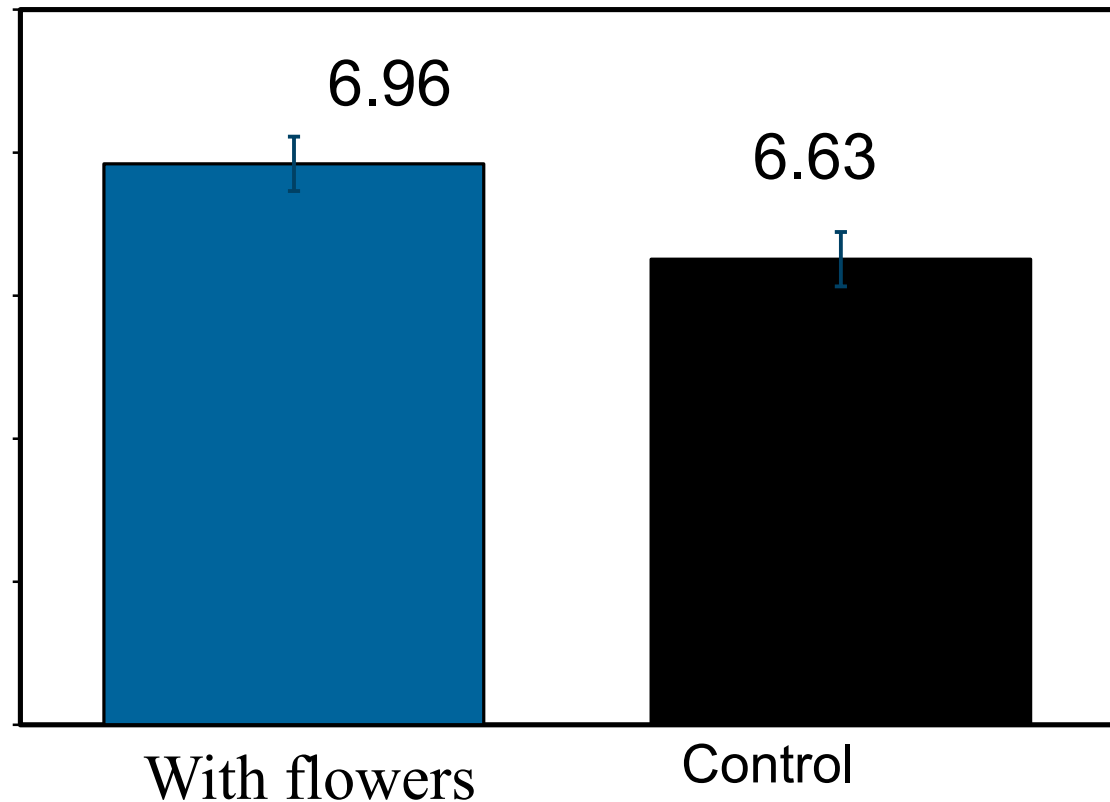
# Cultivating flowering plants to increase biodiversity

Number of insecticide sprays reduced by **70%**



# Cultivating flowering plants

Yields increased  
by 5% Yields increased



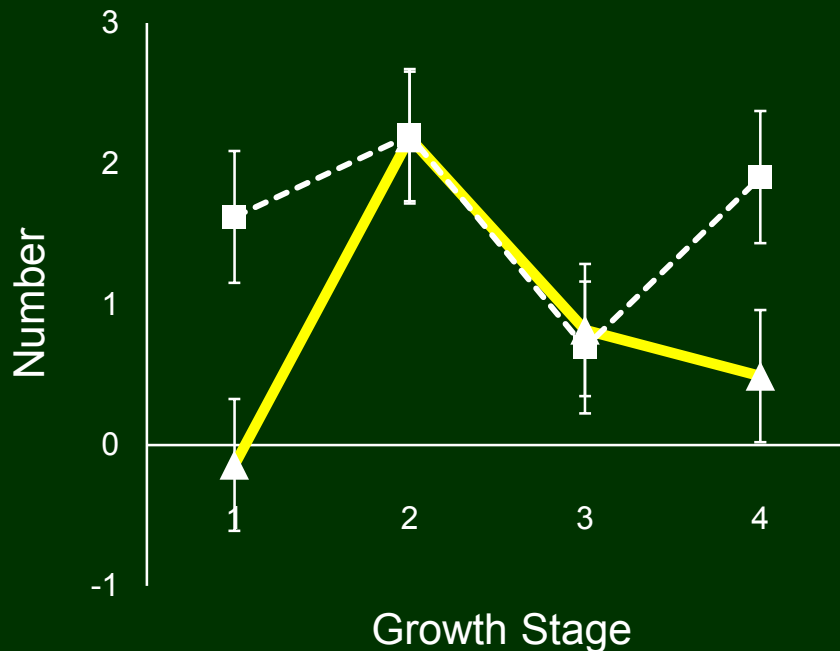


Cultivating flowering plants to increase biodiversity

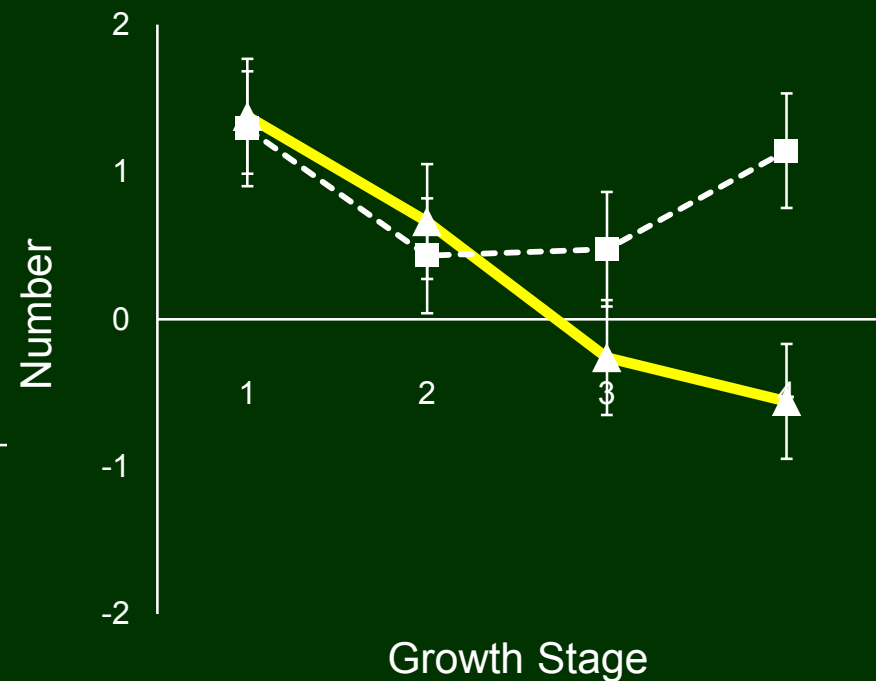
**Pest populations lower**

Decrease by 30%

Brown planthopper



White back planthopper





# Landscape transformation in many Vietnam provinces





# Ecological engineering village in Vietnam



Enhance honey production

To  
reach millions  
and motivate them  
to grow flowers,  
conserve biological control  
& reduce insecticides





## *Enabling farmers to appreciate parasitoids*



- Bees are bigger, easier to observe and also well known.
- Farmers are taught to observe the bee populations as indicators of parasitism.
- Parasitism concept little known in rural folks
- Created the name “small bees” for parasitoids

# Simple rule cluster

- Flowers on the bunds provide food to attract bees and “small bee” relatives.
- The bees and small bees will help me control the hopper invading my fields, so I don't need insecticides.
- If I apply insecticides, it will kill the bees and small bees.

# Motivate farmer adoption of ecological engineering in Vietnam

- **Multi media campaigns**
  - Printed materials – posters, leaflets, comics
  - Campaign launching
- **Entertainment education**
  - TV series – 80 episodes broadcast twice weekly





# CÔNG NGHỆ SINH THÁI

## RUỘNG CÓ HOA CHO 3 LỢI ÍCH



Địa chỉ liên hệ:

# CÔNG NGHỆ SINH THÁI

## RUỘNG CÓ HOA CHO 3 LỢI ÍCH



THU HÚT ONG MẬT  
ONG KỶ SINH



GIẢM THUỐC TRỪ SÂU



TĂNG THU NHẬP



Địa chỉ:



# Leaflet

## GIỚI THIỆU "CÔNG NGHỆ SINH THÁI" LÀ GÌ?

"Công nghệ sinh thái" là thiết kế lại hệ thống ruộng lúa sao cho đa dạng hóa về thực vật (Flora) và động vật (Fauna). Hay nói cách khác là làm cho các loài trong hệ sinh thái ruộng lúa được phong phú. Từ đó tạo được chuỗi thức ăn và mạng lưới thức ăn trong sự biến động nhưng cân bằng còn được gọi là dịch vụ sinh thái (Ecological Services). Từ dịch vụ sinh thái này các thiên địch sẽ tấn công các loài sâu hại và giữ mật số của dịch hại ở mức thấp nhất không gây ra sự mất mát năng suất và chúng ta không cần phải xử lý thuốc trừ sâu.

Trồng các loại hoa có phấn hoa và mật hoa trên các bờ ruộng thì các loài thiên địch ở giai đoạn trưởng thành cần ăn thêm mật và phấn hoa để bổ sung năng lượng cho sự sinh sản. Do đó, nếu trên bờ ruộng hay các cây trồng khác xung quanh có nhiều hoa với lượng mật và phấn hoa dồi dào sẽ thu hút chúng đến ăn và rồi cư ngụ ngay trong ruộng lúa để tấn công các loài sâu rầy. Công việc này được hiểu như kiến thiết lại đồng ruộng, đảm bảo được môi trường tự nhiên hay còn được gọi là "Công nghệ sinh thái" (Ecological Engineering).

Có nhiều loài cây nhỏ có nhiều hoa và hoa phát triển quanh năm sẽ thu hút nhiều côn trùng có ích. Chúng có thể trồng dễ dàng trên bờ ruộng, ít phải chăm sóc.

## NHỮNG LỢI ÍCH CỦA ỨNG DỤNG "CÔNG NGHỆ SINH THÁI"

1- Thu hút ong mật và ong ký sinh đến bầy vệ ruộng lúa

2- Giảm chi phí thuốc trừ sâu

Không cần phải phun thuốc cho ruộng có hoa trồng dọc theo bờ ruộng vì ong ký sinh thường xuyên bay từ ruộng vào bờ tìm mật hoa sau đó bay trở lại ruộng tìm sâu hại để đẻ trứng. Đặc biệt nhất là trứng rầy nâu sẽ bị ong ký sinh hơn 80% ở những ruộng sử dụng "công nghệ sinh thái".



### 3- Tăng lợi nhuận

Ngoài tiết kiệm chi phí từ không sử dụng thuốc trừ sâu, một nguồn lợi được tăng lên từ cây mè, cây đậu bắp hoặc cây ngăn ngừa nào khác cho nhiều hoa. Ruộng lúa thêm nhiều cá. Tăng thêm lợi nhuận.



### CÁC BƯỚC THỰC HIỆN

1. Chọn hoa: Nên chọn loại hoa dễ trồng, ít tốn công chăm sóc, ra hoa quanh năm và nhiều hoa, có nhiều màu sắc sặc sỡ như hoa xuyên chi, cúc mật trời, cẩm tú... Tùy điều kiện cụ thể ở địa phương, cây mè, cây đậu xanh, đậu bắp cũng có thể trồng.



Hoa xuyên chi trắng

Hoa cúc mật trời vàng



Cây đậu bắp

Cây mè

### 2. Kỹ thuật trồng hoa

#### 2.1 Nhân giống hoa

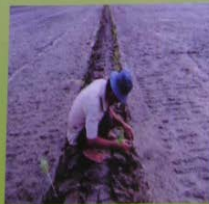
- Nhân giống hoa trước khi xuống giống lúa.  
- Gieo hạt trực tiếp hoặc trong bầu, hoặc giâm cành tùy theo loại hoa trồng.



Lương cây con và đem ra ruộng chuẩn bị trồng

#### 2.2 Cách trồng

- Khoảng cách trồng thay đổi tùy theo loại cây hoa.  
- Trồng hoặc gieo trực tiếp dọc theo hai bên bờ ruộng trước hoặc ngay sau khi sạ lúa.



### 2.3 Chăm sóc cây hoa

Trong giai đoạn đầu, sau khi trồng cây hoa cần được tưới nước để có thể phát triển tốt sau đó.

Khi thu hoạch lúa, những cây có khả năng tái sinh như xuyên chi, đậu bắp, nên cắt chừa góc để cây ra chồi mới và để tồn công trồng lại.



### 3. Gieo sạ lúa

Làm đất kỹ, quản lý tốt có đại ngay từ đầu vụ. Sạ lúa theo lịch thời vụ của địa phương: đồng loạt, và né rầy, bón phân cân đối NPK.

Bắt đầu theo dõi rầy nâu di trú, dự tính thời gian gieo sạ né rầy.



### 4. Chăm sóc lúa

- Phải bám theo sát nội dung của chương trình "3 Giảm 3 Tăng" hay "1 Phái 5 Giảm".  
- Gieo sạ "đồng loạt né rầy", áp dụng tốt "IPM".  
- Hạn chế tối đa sử dụng thuốc trừ sâu để bảo vệ thiên địch, con người và môi trường.



Ruộng lúa ứng dụng "công nghệ sinh thái" trồng cây có hoa và mật hoa dọc theo bờ ruộng;

- + Không tốn chi phí thuốc trừ sâu,
- + Sẽ xuất hiện nhiều cá trong ruộng,
- + Hình bên trái, nông dân làm hầm bắt cá.

## Chúc bà con nông dân TRUNG MÙA TRÚNG GIÁ



## NÔNG DÂN TÍCH CỰC THAM GIA CHƯƠNG TRÌNH "CÔNG NGHỆ SINH THÁI"

## RUỘNG CÓ HOA CHO 3 LỢI ÍCH



## TRỒNG CÂY HOA CÓ MẬT VÀ PHẤN HOA DỌC THEO BỜ RUỘNG

Cục Bảo vệ Thực vật  
Trung tâm Bảo vệ Thực vật phía Nam  
Chi cục Bảo vệ Thực vật các tỉnh DBSCL  
hợp tác với  
Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam  
Trường Đại học Cần Thơ

# Launching by vice minister and motor parade



# Entertainment-Education....



## *Platform*

A participatory process of designing and implementing a program to both

entertain and educate

so as to increase audience members'

*knowledge, create favorable attitudes,  
shift norms and change behavior*

Singhal and Rogers 2002



# Ecological engineering in TV series



ĐÀI PHÁT THANH - TRUYỀN HÌNH VĨNH LONG



# Ecological engineering TV series



# TV series

## Comparison of viewers and non viewers

Farmers' input practices and yields	Viewers	Non viewers	% Diff	F
Sample size	351	242		
Seed rates (kg/ha)	167.4	186.7	- 11.5%	18.3**
Nitrogen rates (kg/ha)	88.9	94.3	- 6.1%	4.1*
Mean number of insecticide sprays	2.1	2.6	23.8 %	21.1**
% farmers who did not spray	8.0%	4.1%		
Yields (t/ha)	6.1	5.9	+3.3%	4.6*



# What TV series viewers' learned

What farmers learned from the TV series	% farmers recalling*
Nectar flowers can attract natural enemies to help pest control.	29.9
Nectar flowers can help reduce insecticide use.	14.8
Helped in reducing production costs	52.2
Helped in reducing chemical inputs.	29.4
Increased net incomes.	34.6
Increased natural enemies.	27.7
Reduced pest infestations.	13.0

## Key ecological engineering beliefs

<b>Beliefs</b>	<b>% farmers believing statement is always true</b>		<b>Sig</b>
	<b>Viewers</b>	<b>Non viewers</b>	
Flowers on bunds can attract bees and parasitoids to protect rice.	<b>32.2</b>	<b>21.1</b>	<b>**</b>
Flowers on bunds are homes for spiders and predators.	<b>35.9</b>	<b>21.5</b>	<b>**</b>
Flowers on bunds help farmers reduce insecticide use.	<b>37.6</b>	<b>31.1</b>	<b>**</b>
Flowers on bunds can help reduce planthopper pest outbreaks.	<b>30.8</b>	<b>19.8</b>	<b>*</b>
Flowers on bunds make rice landscapes beautiful.	<b>68.3</b>	<b>55.4</b>	<b>**</b>



# Comparison of ecological engineering and perceived barrier beliefs composite indices

	Viewers	Non viewers	F values
Ecological engineering beliefs	0.73	0.64	21.6**
Perceived barrier beliefs	0.59	0.54	9.7**

# SUMMARY

- There is **NO PRODUCTIVITY** gain from insecticide use. Insecticides destroy biodiversity foundation
- Insecticide use destroy the biodiversity foundation and biological control services thus promoting secondary pest outbreaks.
- Ecological engineering **BUILDS** and **CONSERVE** biodiversity and is a powerful strategy for area wide sustainable pest management.

# SUMMARY

- **Mass communication such as TV entertainment-education programs can be used as a platform to promote ecological engineering area wide.**
- **The root cause why farmers are addicted to using pesticides is in the**  
**weak regulatory controls in**  
**pesticide marketing.**



# FAO Report to the UN Human Rights Council

March 15 2017

<https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G17/017/85/PDF/G1701785.pdf?OpenElement>

Pesticide use **'threatens human rights'**, UN advisers say

It is a **'myth'** that pesticides are necessary to feed the world

The pesticide industry is accused of

- systematic denial of harms
- aggressive, unethical marketing tactics
- heavy lobbying of governments which has obstructed reforms and paralyzed global pesticide restrictions.



# Challenges (1)

## Area wide pest management

- Developing pest control strategies and methods based on utilizing **biodiversity as the foundation** that will maximize ecosystem services
- **Pesticide marketing regulatory frameworks** need to be strengthened to prevent pesticides being sold as FMCGs by unlicensed and unqualified individuals or sectors.

# Challenges (2)

## Area wide pest management

- Governments and private sectors need to comply by the **FAO & WHO International Code of Conduct on Pesticide Management (2014)** endorsed by countries of the UN and pesticide companies.
- **Professionalization of plant protection.** Practitioners in medicine, dentistry, pharmacology, ophthalmology, biotechnology, architecture, engineering and many others have to be certified by respective associations and approved by government authorities.