

生物技術在水稻育種上之應用

台灣大學農藝系 林順福

引言大綱

- 生物技術簡介
- 基因轉殖技術在水稻育種上之應用
- 分子標誌在水稻育種上之應用
- 水稻育種相關之其他重要生物技術
- 台灣生物技術在水稻育種應用之現況
- 檢討與建議
- 問題討論

Biotechnology(生物技術)?

1. 利用生物系統進行大量生產之總稱 (K. Ereky, 1917)
2. 利用於生產或改良生物體之技術(美國技術評估局, 1988)
3. 運用生命科學方法, 如基因重組, 細胞融合, 細胞培養, 發酵工程, 酵素轉化等方法為基礎, 進行研發或製造產品, 或提昇產品品質, 以改善人類生活素質之科學技術. (經濟部工業局, 1998)
4. 在細胞及分子層次研究和利用生物體及其產品之技術.

生物技術應用範圍及相關產業

應用範圍:

1. **農業之應用**: 農 林 漁 牧
2. **醫藥之應用**: 藥用植物及動物之採集與萃取, 製藥
3. **工業之應用**: 釀酒, 醬油, 乳酪, 發酵食品

七大相關產業:

1. **醫療**: 抗生素, 疫苗及基因治療
2. **診斷試劑**: 臨床診斷, 環保檢驗, 農藥檢驗
3. **作物生產**: 新品種, 新特性, 高品質, 高附加價值
4. **食品業**: 啤酒, 麵包
5. **環保**: 污水及廢棄物處理
6. **化學藥品**: 酵素及DNA/RNA等藥品合成
7. **儀器**: 生物反應器及生物晶片等

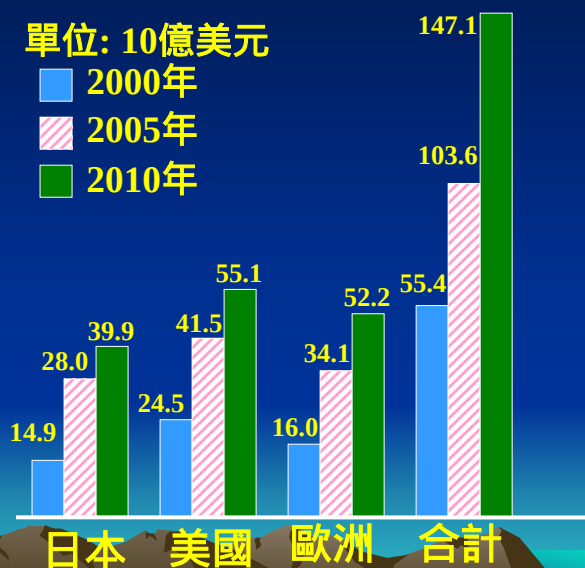
全球生物技術產業市場發展趨勢(2000年,生技中心整理)

單位: 10億美元

2000年

2005年

2010年



全球前十大生技公司營運狀況 (2000年生技中心整理)

1999年 排名	公司名稱	所在地	1999年營業額 (百萬美元)	員工數
1	Amgen Inc.	美國加州	3340	6400
2	Genetech Inc.	美國加州	1421	3883
3	Serono SA	日內瓦	(1546)	(4600)
4	Biogen Inc.	美國麻州	794	1351
5	Genzyme Corp.	美國麻州	772	3800
6	Chiron Corp.	美國加州	762	3110
7	Immunex Corp.	美國華盛頓州		
8	Medimmune Inc.	美國麻里蘭州	383	664
9	CSL Ltd.	澳洲		
10	Nabi	美國佛羅里達州	233	1746

全球前十大生技公司主要產品 (2000年,生技中心整理)

公司名稱	主要產品
1 Amgen Inc.	紅血球生成素,白血球生成素
2 Genetech Inc.	抗體
3 Serono SA	代謝及免疫等產品
4 Biogen Inc.	B型肝炎疫苗及B型肝炎診斷試劑
5 Genzyme Corp.	基因疾病治療產品
6 Chiron Corp.	預防及治療癌症,傳染性疾病,心血管病
7 Immunex Corp.	類風濕關節炎
8 Medimmune Inc.	免疫及生物科學治療產品
9 CSL Ltd.	小兒麻痺疫苗,胰島素,血漿等
10 Nabi	治療和診斷傳染疾病產品

生物技術專利申請

國家/區域	生技專利	製藥專利	人類DNA定序
美國	59%	51%	40%
歐洲	19%	33%	24%
日本	17%	12%	33%
其他	5%	4%	3%
合計	100%	100%	100%

水稻細胞及分子育種之重要進展

- 籼稻及梗稻由癒傷組織及原生質體再生為植株 (1989)
- 完成水稻整個葉綠體DNA定序((1989)
- 由花藥及花粉培養育成水稻品種 (1991)
- 完成水稻整個粒線體DNA定序((1992)
- 產生具有優良特性之水稻轉殖株 (1995)
- 產生體細胞雜交及細胞質融合水稻 (1995)
- 水稻整個基因體大片段選殖系建立(1995)
- 水稻重要基因(Xa-21)選殖(1995)
- 利用分子標誌輔助水稻選種(1996)
- 完成高密度之2250DNA分子標誌連鎖圖 (1998)
- 水稻整個基因體定序完成(2000)

- ## 水稻細胞及分子育種之重要進展
- 籼稻及梗稻由癒傷組織及原生質體再生為植株 (1989)
 - 完成水稻整個葉綠體DNA定序((1989)
 - 由花藥及花粉培養育成水稻品種 (1991)
 - 完成水稻整個粒線體DNA定序((1992)
 - 產生具有優良特性之水稻轉殖株 (1995)
 - 產生體細胞雜交及細胞質融合水稻 (1995)
 - 水稻整個基因體大片段選殖系建立(1995)
 - 水稻重要基因(Xa-21)選殖(1995)
 - 利用分子標誌輔助水稻選種(1996)
 - 完成高密度之2250DNA分子標誌連鎖圖 (1998)
 - 水稻整個基因體定序完成(2000)

Biotechnological applications for crop improvement

(Sharma et al., 2002)

```
graph TD
    subgraph Wide_crossing [Wide crossing]
        WS[Wide species] --> X1((X))
        X1 --> F1_1[F1]
        F1_1 --> BCF1[BCF1]
        BCF1 -.-> BCFn[BCFn]
    end
    subgraph Molecular_markers [Molecular markers]
        EL[Elite line] --> X2((X))
        X2 --> F1_2[F1]
        F1_2 --> F6_8[F6-8]
    end
    subgraph Conventional_breeding [Conventional breeding]
        LTO[Line with trait of interest] --> X3((X))
        X3 --> F1_3[F1]
        F1_3 --> F5[F5]
        F5 --> VSP[Varieties with specific traits]
    end
    subgraph Genetic_transformation [Genetic transformation]
        TL[Tissue culture] --> TNG[Transformation with novel genes]
        TNG --> C[Characterization]
        C --> T1_T3_5[T1 - T3-5]
        T1_T3_5 --> STP[Stable transgenic plants]
        STP --> FE[Field evaluation]
    end

    F1_1 -.-> F1_2
    F1_2 --> X4((X))
    X4 --> RP[Recurrent parent]
    RP --> BC1[BC1]
    BC1 --> BC3_5[BC3-5]
    BC3_5 --> F6_8
    F6_8 --> IL[Improved lines]
    BCFn --> IL
    F5 --> IL
    IL --> VSP
    VSP --> IL

    Wide_crossing --- T1[7-10 years]
    Molecular_markers --- T2[3-6 years]
    Conventional_breeding --- T3[7-10 years]
    Genetic_transformation --- T4[5-6 years]
```

The diagram illustrates four biotechnological approaches to crop improvement, each with a distinct timeline:

- Wide crossing:** Involves crossing wide species to produce F₁ and BCF₁ populations, eventually leading to BCF_n. This process takes 7-10 years.
- Molecular markers:** Utilizes elite lines and molecular markers to develop F₁ populations, which are then refined through recurrent parent selection (BC₁, BC₃₋₅) to produce F₆₋₈. This approach is the fastest, taking 3-6 years.
- Conventional breeding:** Focuses on a line with a trait of interest, crossing it with an elite line to produce F₁ and F₅ populations, leading to varieties with specific traits. This process also takes 7-10 years.
- Genetic transformation:** Employs tissue culture and transformation with novel genes to create stable transgenic plants, which are then evaluated in the field. This is the most rapid method, taking 5-6 years.

Improved lines from all methods converge into a final stage of varieties with specific traits, which are then evaluated in the field.

Biotechnological applications for crop improvement

(Sharma et al., 2002)

```
graph TD
    subgraph Wide_crossing [Wide crossing]
        WS[Wide species] --> X1((X))
        X1 --> F1_1[F1]
        F1_1 --> BCF1[BCF1]
        BCF1 -.-> BCFn[BCFn]
    end
    subgraph Molecular_markers [Molecular markers]
        EL1[Elite line] --> X2((X))
        X2 --> F1_2[F1]
        F1_2 --> F68[F6-8]
    end
    subgraph Conventional_breeding [Conventional breeding]
        LTO[Line with trait of interest] --> X3((X))
        X3 --> F1_3[F1]
        F1_3 --> F5[F5]
        F5 --> VSP[Varieties with specific traits]
    end
    subgraph Genetic_transformation [Genetic transformation]
        TL[Tissue culture] --> TNG[Transformation with novel genes]
        TNG --> C[Characterization]
        C --> T1T35[T1 - T3-5]
        T1T35 --> STS[Stable transgenic plants]
        STS --> FE[Field evaluation]
    end

    F1_1 -.-> F1_2
    F1_2 --> X4((X))
    X4 --> RP[Recurrent parent]
    RP --> BC1[BC1]
    BC1 --> BC35[BC3-5]
    BC35 --> F68
    F68 --> IL[Elite line]
    IL --> X5((X))
    X5 --> F1_4[F1]
    F1_4 --> F5
    F5 --> IL

    BCFn --> IL
    IL --> IL2[Elite line]
    IL2 --> TC[Tissue culture]
    TC --> TNG
    TNG --> C
    C --> T1T35
    T1T35 --> STS
    STS --> FE

    IL2 -.-> IL3[Elite line]
    IL3 --> X6((X))
    X6 --> F1_5[F1]
    F1_5 --> F5
    F5 --> IL3

    IL3 --> IL4[Elite line]
    IL4 --> X7((X))
    X7 --> F1_6[F1]
    F1_6 --> F5
    F5 --> IL4

    IL4 --> IL5[Elite line]
    IL5 --> X8((X))
    X8 --> F1_7[F1]
    F1_7 --> F5
    F5 --> IL5

    IL5 --> IL6[Elite line]
    IL6 --> X9((X))
    X9 --> F1_8[F1]
    F1_8 --> F5
    F5 --> IL6

    IL6 --> IL7[Elite line]
    IL7 --> X10((X))
    X10 --> F1_9[F1]
    F1_9 --> F5
    F5 --> IL7

    IL7 --> IL8[Elite line]
    IL8 --> X11((X))
    X11 --> F1_10[F1]
    F1_10 --> F5
    F5 --> IL8

    IL8 --> IL9[Elite line]
    IL9 --> X12((X))
    X12 --> F1_11[F1]
    F1_11 --> F5
    F5 --> IL9

    IL9 --> IL10[Elite line]
    IL10 --> X13((X))
    X13 --> F1_12[F1]
    F1_12 --> F5
    F5 --> IL10

    IL10 --> IL11[Elite line]
    IL11 --> X14((X))
    X14 --> F1_13[F1]
    F1_13 --> F5
    F5 --> IL11

    IL11 --> IL12[Elite line]
    IL12 --> X15((X))
    X15 --> F1_14[F1]
    F1_14 --> F5
    F5 --> IL12

    IL12 --> IL13[Elite line]
    IL13 --> X16((X))
    X16 --> F1_15[F1]
    F1_15 --> F5
    F5 --> IL13

    IL13 --> IL14[Elite line]
    IL14 --> X17((X))
    X17 --> F1_16[F1]
    F1_16 --> F5
    F5 --> IL14

    IL14 --> IL15[Elite line]
    IL15 --> X18((X))
    X18 --> F1_17[F1]
    F1_17 --> F5
    F5 --> IL15

    IL15 --> IL16[Elite line]
    IL16 --> X19((X))
    X19 --> F1_18[F1]
    F1_18 --> F5
    F5 --> IL16

    IL16 --> IL17[Elite line]
    IL17 --> X20((X))
    X20 --> F1_19[F1]
    F1_19 --> F5
    F5 --> IL17

    IL17 --> IL18[Elite line]
    IL18 --> X21((X))
    X21 --> F1_20[F1]
    F1_20 --> F5
    F5 --> IL18

    IL18 --> IL19[Elite line]
    IL19 --> X22((X))
    X22 --> F1_21[F1]
    F1_21 --> F5
    F5 --> IL19

    IL19 --> IL20[Elite line]
    IL20 --> X23((X))
    X23 --> F1_22[F1]
    F1_22 --> F5
    F5 --> IL20

    IL20 --> IL21[Elite line]
    IL21 --> X24((X))
    X24 --> F1_23[F1]
    F1_23 --> F5
    F5 --> IL21

    IL21 --> IL22[Elite line]
    IL22 --> X25((X))
    X25 --> F1_24[F1]
    F1_24 --> F5
    F5 --> IL22

    IL22 --> IL23[Elite line]
    IL23 --> X26((X))
    X26 --> F1_25[F1]
    F1_25 --> F5
    F5 --> IL23

    IL23 --> IL24[Elite line]
    IL24 --> X27((X))
    X27 --> F1_26[F1]
    F1_26 --> F5
    F5 --> IL24

    IL24 --> IL25[Elite line]
    IL25 --> X28((X))
    X28 --> F1_27[F1]
    F1_27 --> F5
    F5 --> IL25

    IL25 --> IL26[Elite line]
    IL26 --> X29((X))
    X29 --> F1_28[F1]
    F1_28 --> F5
    F5 --> IL26

    IL26 --> IL27[Elite line]
    IL27 --> X30((X))
    X30 --> F1_29[F1]
    F1_29 --> F5
    F5 --> IL27

    IL27 --> IL28[Elite line]
    IL28 --> X31((X))
    X31 --> F1_30[F1]
    F1_30 --> F5
    F5 --> IL28

    IL28 --> IL29[Elite line]
    IL29 --> X32((X))
    X32 --> F1_31[F1]
    F1_31 --> F5
    F5 --> IL29

    IL29 --> IL30[Elite line]
    IL30 --> X33((X))
    X33 --> F1_32[F1]
    F1_32 --> F5
    F5 --> IL30

    IL30 --> IL31[Elite line]
    IL31 --> X34((X))
    X34 --> F1_33[F1]
    F1_33 --> F5
    F5 --> IL31

    IL31 --> IL32[Elite line]
    IL32 --> X35((X))
    X35 --> F1_34[F1]
    F1_34 --> F5
    F5 --> IL32

    IL32 --> IL33[Elite line]
    IL33 --> X36((X))
    X36 --> F1_35[F1]
    F1_35 --> F5
    F5 --> IL33

    IL33 --> IL34[Elite line]
    IL34 --> X37((X))
    X37 --> F1_36[F1]
    F1_36 --> F5
    F5 --> IL34

    IL34 --> IL35[Elite line]
    IL35 --> X38((X))
    X38 --> F1_37[F1]
    F1_37 --> F5
    F5 --> IL35

    IL35 --> IL36[Elite line]
    IL36 --> X39((X))
    X39 --> F1_38[F1]
    F1_38 --> F5
    F5 --> IL36

    IL36 --> IL37[Elite line]
    IL37 --> X40((X))
    X40 --> F1_39[F1]
    F1_39 --> F5
    F5 --> IL37

    IL37 --> IL38[Elite line]
    IL38 --> X41((X))
    X41 --> F1_40[F1]
    F1_40 --> F5
    F5 --> IL38

    IL38 --> IL39[Elite line]
    IL39 --> X42((X))
    X42 --> F1_41[F1]
    F1_41 --> F5
    F5 --> IL39

    IL39 --> IL40[Elite line]
    IL40 --> X43((X))
    X43 --> F1_42[F1]
    F1_42 --> F5
    F5 --> IL40

    IL40 --> IL41[Elite line]
    IL41 --> X44((X))
    X44 --> F1_43[F1]
    F1_43 --> F5
    F5 --> IL41

    IL41 --> IL42[Elite line]
    IL42 --> X45((X))
    X45 --> F1_44[F1]
    F1_44 --> F5
    F5 --> IL42

    IL42 --> IL43[Elite line]
    IL43 --> X46((X))
    X46 --> F1_45[F1]
    F1_45 --> F5
    F5 --> IL43

    IL43 --> IL44[Elite line]
    IL44 --> X47((X))
    X47 --> F1_46[F1]
    F1_46 --> F5
    F5 --> IL44

    IL44 --> IL45[Elite line]
    IL45 --> X48((X))
    X48 --> F1_47[F1]
    F1_47 --> F5
    F5 --> IL45

    IL45 --> IL46[Elite line]
    IL46 --> X49((X))
    X49 --> F1_48[F1]
    F1_48 --> F5
    F5 --> IL46

    IL46 --> IL47[Elite line]
    IL47 --> X50((X))
    X50 --> F1_49[F1]
    F1_49 --> F5
    F5 --> IL47

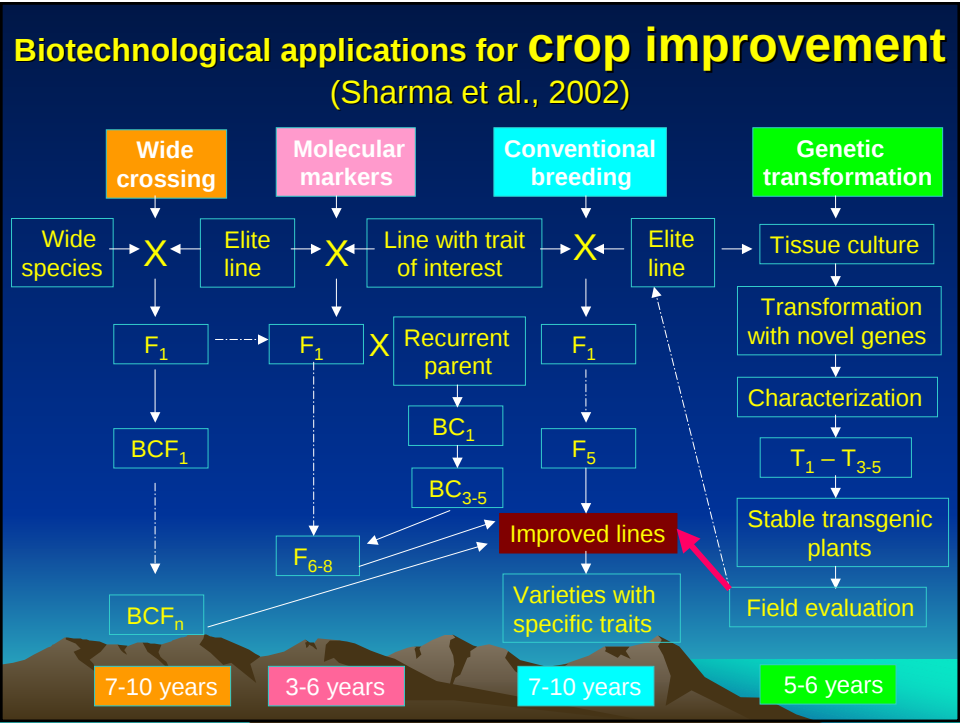
    IL47 --> IL48[Elite line]
    IL48 --> X51((X))
    X51 --> F1_50[F1]
    F1_50 --> F5
    F5 --> IL48

    IL48 --> IL49[Elite line]
    IL49 --> X52((X))
    X52 --> F1_51[F1]
    F1_51 --> F5
    F5 --> IL49

    IL49 --> IL50[Elite line]
    IL50 --> X53((X))
    X53 --> F1_52[F1]
    F1_52 --> F5
    F5 --> IL50

    IL50 --> IL51[Elite line]
    IL51 --> X54((X))
    X54 --> F1_53[F1]

```



世界GM水稻研究現況(2003,10月)

- 美國 1997-2002年共有173個 GM水稻田間試驗登記
其中Monsanto及Aventis佔80%以上
重點在抗殺草劑(但Monsanto亦加強高產技術)
康乃爾大學(耐旱/耐鹽, 2003, 但僅限於秈稻)
- 歐洲 只有8個 GM水稻田間試驗登記
Bayer著重抗殺草劑glufosinate
其他歐盟合作計畫重點在抗稻熱病及真菌病害
- 日本 1993年開始有1個隔離田間試驗,而2001年有11個
2000年有7個開放田間試驗
主要研究重點:
 - National Agri. Res. Center – 稻熱病
 - Monsanto – Glyphosate抗性 (Dec 2002宣佈失敗)
 - Japan Tobacco – 釀造用低蛋白質品種
 - National Ins. of Agrobio. Sci – (誘發胰導素, May, 2003)

世界GM水稻研究現況續(2003,10月)

- 南美 唯一之GM水稻試驗由Aventis在巴西及阿根廷進行抗
glufosinate GM水稻
- 印度 有4個研究機構進行GM水稻研究,正研擬田間試驗
- 澳洲 2001年有3個機構合作進行5個GM水稻試驗
CSIRO
Univ. of Southern Cross
Charles Stuart Univ
- 東南亞 Philippine Rice Research Institute進行3個GM水稻
田間試驗以評估Xa-21對9種白葉枯病抗性
中國在1999及2000年於武漢田間評估轉殖Bt之雜種水稻
正準備評估轉殖Bt,Xa-21及Dwarf Virus鞘蛋白水稻

預定培育之GM水稻特性(2003-2012年)

		2003-2005	2006-2008	2009-2012
Herbicide resistance	Glyphosate	***		
	Gluphosinate	***		
Disease resistance	Bacterial Leaf Blight	***		
	Rice Blast(chitinase)	*	**	**
	Rice Blast (PR5)	*	**	**
Virus resistance	RHBV (hoja blanca virus)	*	**	**
	RTSV (tungro spherical virus) *		**	**
	RYMV (yellow Mottle virus)	*	**	
	RRSV (ragged stunt virus)	*	**	
Insect resistance	Brown Plant Hopper		**	***
	Yellow Stem Borer (Bt)	***		
Nutrition	Vitamin A (psy, crt1, lyc)	*	***	
	Iron bioavailability (ferritin, phytase,metallothionin)	*	***	
	Iron bioavailability (IRT1, NAS)		**	**
	High quality protein (Asp1)		**	**
Abiotic Stress	Submergence		**	**
	Salt and drought tolerance		**	**
Yield	NMS/Novel hybrids		**	***
	Carbohydrate quality/content		*	***
	Panicle development/numbers		**	***

富含維他命A之黃金米(2001年)



每日食用量 3.7公斤白米
9.0公斤米飯

每粒善存(綜合維他命) 3 NT



另外160萬美元 補助提高玉米維他命及微量元素計畫(MAS)
--- ISU, UI, Monsanto (2003)

美國GM與非GM稻米生產成本

品系		生產成本 (NT/ha)	產值 (NT/ha)
NGM	Average	20732元	66395元
NGM Rice (mutants)	CL-XL8	20972元	75977元
	CL-161	13952元	60816元
GM Rice	Liberty Link (LL) / Round-up Ready (RR)	減產6.7% 節省殺草劑1735元 (26%)	61149元

* 台灣稻穀生產成本(近5年) 83000元/公頃 = 16.6元/公斤 × 5000公斤公頃
90年一期作生產成本103,191元/公頃; 二期作96271元/公頃

* GMO品種於2003年將於正式生產

分子標誌在水稻育種之應用

USDA (Rice Molecular Breeding & Genetics Program)

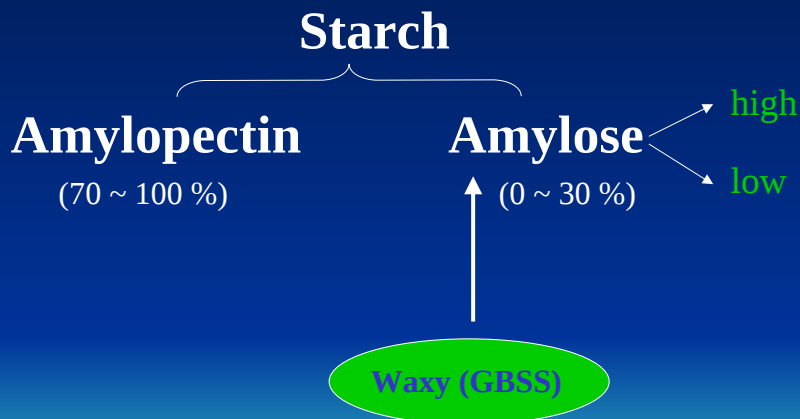
- 稻熱病抗性基因 (#2, #11, #12)達98%-100%效果
- 穀粒Amylose含量 (Waxy 基因)
- 米粒香氣(味) (#8)

研發中

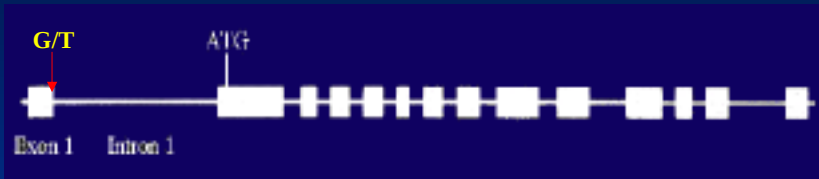
- 抗病性 (Sheath blight & blast)
- 穀粒品質 (碾米品質/Amylose含量/米飯延展性/鐵含量)
- 農藝性狀 (半矮性/健壯秧苗/稻株抗病反應)
- 指紋鑑定 (品種鑑定/GMO監控)

IRRI

- 抗逆境及病蟲害基因之釐定及改良
- 種原管理及核心收集(含品種基因體保存)
- 種原維他命A含量變異評估

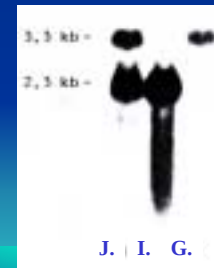


Waxy (GBSS)



14 Exon + 13 Intron

Transcription



預估最高amylose表現之Wx序列組合

144-G, (CT)₁₁, (AATT)₆, 20th-T, 230th-X, 229th-A,
363th-G, 390th-T

預估最低amylose表現之Wx序列組合

144-T, (CT)₁₇, (AATT)₅, 20th-G, 230th-T, 229th-G,
363th-T, 390th-C

與食味基因連鎖之分子標誌

食味質(Q)		食味質(Q)	
Marker	Pr < p	Marker	Pr < p
R606	0.034	OPS13	0.049
R613	0.037	UBC165	0.021
RM218	0.030	UBC326	0.032
RM38a	0.021	UBC221	0.001
RM38b	0.005	OPD15	0.039
OPD8	0.050	UBC257	0.011

官能品嚐與食味值之相關分析

食味計值 X1	外觀 X2	香味 X3	口味 X4	粘彈性 X5	硬性 X6	總評 X7	總分 X8
X1	0.25**	0.18*	0.30**	0.28**	0.25**	0.30**	0.29**
X2		0.41**	0.76**	0.73**	0.73**	0.76**	0.84**
X3			0.44**	0.34**	0.39**	0.39**	0.54**
X4				0.91**	0.90**	0.96**	0.95**
X5					0.91**	0.94**	0.94**
X6						0.93**	0.94**
X7							0.96**

利用分子標誌輔助選拔優良食味品系

		官能品嚐總評	各食味特性總評
未選拔(對照)		3.98	4.01
分子標誌輔助選拔			
1個標誌	R703	4.11	4.20
	R775	4.05	4.13
	RM213	4.06	4.20
2個標誌	R703+R775	4.24	4.28
	R703+RM213	4.26	4.28
	R775+RM213	4.16	4.28
3個子標誌	R703+R775+RM213	4.57	4.57
LSD		0.28	0.31
選拔強度 34 lines/1000 lines = 3.4 %			

水稻重要性狀之基因位置

- 白葉枯病 #1, 4, 4, 5, 6, 8, 11, 11, 11, 11
- 稻熱病 #4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 12
- 穗稻熱病 #11
- 瘰蚊 #4
- 褐飛虱 #12, 12
- 白背飛虱 #7
- 綠葉飛虱 #4
- 條紋病 #11
- 紋枯病 6對基因
- 半矮性 #3, 5
- 細稈 #3
- 矮性 #4
- 懶惰株 #11
- 雜種不稔性 #6
- 光敏感性 #6
- 光敏感不稔性 #3, 7
- 雜種親和性 #6
- 稔性恢復 #1, 7, 10
- 落粒性 #11
- 耐鹽性 #1
- 浸水耐性 #11(4對基因)
- 耐寒性 #2
- 滲透壓調節 #8
- 巨型胚 #7
- 甜胚乳 #8
- 糯性胚乳 #6
- 香米 #8
- 額外穎 #1
- 抽穗期 6 對基因
- 種子活力 11 對基因
- 耐旱性 15 對基因
- 產量 26對基因
- 捲葉 #1, 12
- -----

國際其他水稻分子生物研究計畫

- 北卡州立大學斥資約台幣一億研究水稻之演化
- 終結種子(Terminator seed)即將於2004年重現
- 加州大學以水稻生產治療肝病及膀胱病變疫苗

其他重要相關生物技術

1. 基因體/轉錄體/蛋白質體/代謝體
2. 生物資訊學
3. 生物晶片/奈米生物技術
4. 分子農場
5. 其他

加速生物技術產業推動方案

- 中華民國八十四年八月頒訂
- 中華民國八十六年八月修正
- 中華民國八十八年三月修正
- 中華民國九十年十月修正
- 中華民國九十二年六月修正(三年行動計畫)

施政重點

鼓勵 規劃 評估 協調

我國生物技術產業狀況 (2000年11月, 生技中心整理)

項 目	1999年	2000年	2005年(估值)
生產值 (新台幣億元)	123.3	140.0	400.0
生產值年平均成長率	3%	13.5%	25.0%
工廠家數	100	120	200
出口值(新台幣億元)	52.2	70.0	220.0
進口值(新台幣億元)	100.2	110.0	140.0

我國新成立生技公司類別(1997-2000年)

項目	比例 (共63家)
1.生技醫藥品	20.6%
2.健康食品/中草藥	15.9%
3.檢驗試劑	14.3%
4.創新投資	9.5%
5.環保	7.9%
6.農業	6.3%
7.生技服務	9.5%
8.特殊化材	4.8%
9.生物晶片	6.3%
10.生醫材料	4.8%

台灣水稻重要生物技術計畫

- 水稻第五對染色體定序
- T-DNA插入水稻基因突變品系選殖
- 疊氮化鈉誘變水稻基因之選殖
- 乳鐵蛋白基因轉殖水稻品種之選育 (1990年荷蘭)
- 干擾素基因轉殖水稻品種之選育 (1996年美國)
- 甜甜米水稻轉殖品種之選育
- 芝麻香米水稻轉殖品種之選育
- 組織培養技術在水稻育種上之應用
- 分子標誌利用於選殖抗褐飛蟲水稻品種
- 分子標誌利用於改良稻米品質(含稻熱病/褐飛蟲)
- 分子標誌利用於遺傳歧異性分析及品種鑑定
- 分子標誌利用於水稻耐旱基因位置之釐定
- 其他

水稻第五對染色體定序計畫

Rice Genome Project

Monsanto 2000年

中國 2001年

Syngenta 2002年

IRGSP 2002年



經費5億多元

基因轉殖植物田間試驗管理辦法（草案）

- 設置基因轉殖植物審議小組(審議試驗及推廣)
- 遺傳特性調查與生物安全評估
 - 隔離溫(網)室實驗
 - 隔離田間試驗
 - 指定田間試驗(經刪除???)
- ***生物安全調查項目:
 - 變成有害植物可能性
 - 與近緣植物雜交可能性
 - 與病害之關係及影響
 - 與蟲害關係及影響
 - 與其他昆蟲關係及影響
 - 與其他動物關係及影響
 - 植株及種子或花粉外流對生態影響
 - 栽培管理方式及注意事項
 - 人類健康安全維護 (缺???)
- 食品類應經中央食品衛生主管機關核准才可栽培
- 通過隔離田間試驗者:
 - 農委會所屬單位—通過新品種命名辦法規定, 才可推廣
 - 非農委會所屬單位—可逕行命名推廣

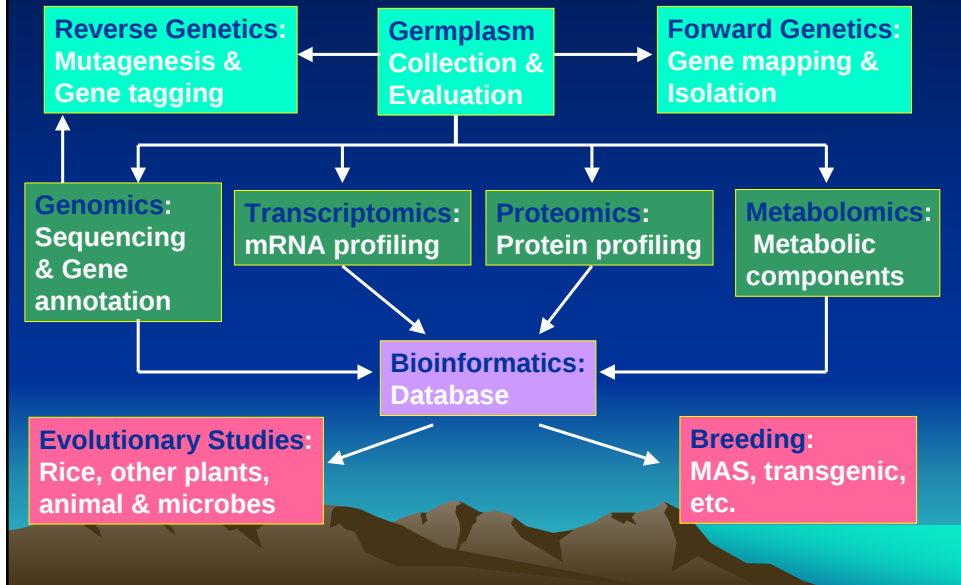
基因改造食品安全評估辦法(基本資料)

- 轉殖過程
- 分子性質描述及分析
- 轉殖新品系(種)田間評估(6年, 多地區)
- 新品系(種)安全性
 - 主成分及營養分析
(4地點栽培, 含對照品系及18參考品種:共51個調查項目)
 - 遺傳分析(遺傳穩定性及分子特性)
 - 安全性評估
 - 轉殖作物 (生態環境影響)
 - 轉基因來源生物 (使用微生物基因或抗抗生素基因)
 - 蛋白質之表現及食品安全 (動物餵食試驗及毒性或過敏性反應)

台灣已經申請隔離試驗之基因轉殖作物

青花菜--抗老化
馬鈴薯--營養組成
水稻--營養組成,生產澱粉水解酵素
木瓜--抗病毒

現代水稻研究之參考架構 (修改自Gowda et al., 2003)



生物技術利用於稻作育種之重要方向

- 品質及營養成份改良
- 抗病蟲害及殺草劑
- 抗倒伏/株型
- 耐逆境(耐鹽-Pokkali, 耐旱-Nona Bokra)
- 雄不稔及雜種優勢
- 細胞或組織培養技術應用
- 有機栽培品種
- 無融合生殖(Apomixis)

檢討與建議

- 自我改進(學校 農委會 改良場所)
- 經費合理分配
- 尊重專業(育種)
- 重視稻作育種
- 成立國家農業研究院/法人化
- 農業生物技術園區之建立

現況 合理之農業科技預算分配

基礎研究 50~55%			應用研究 15~30%			產學合作 20~30%		
重點	創新性	系統性 延續性	重點	創新性	政策性 延續性	重點	技術轉移	技術支援 延續性
70%	5%	25%	50%	15%	35%	90%	5%	5%

建議

基礎研究 15~20%			應用研究 65~75%			產學合作 10~15%		
重點	創新性	系統性 延續性	重點	創新性	政策性 延續性	重點	技術轉移	技術支援 延續性
15%	15%	70%	15%	15%	70%	60%	20%	20%

問題討論

- 台灣稻作育種或生產面臨何種問題？待解決問題之優先順序為何？
- 台灣農業生物技術在5年或10年內有何成果？是否有助於解決根本問題？對台灣農業或稻作生產之貢獻比例為何？是否符合農民及消費者需要？
- 我們有多少雞蛋(經費/人才/種原)可放在大籃子(無把握計畫)？如何健全產官學體系？
- 台灣稻作育種之願景為何？有無必要繼續進行傳統稻作育種？
- 如何落實生物技術於台灣稻作育種與生產？

台灣 梗米	美國長粒 (德州)	美國中粒 (加州)	泰國 完整粒	泰國 15%破粒	越南 5%破粒
1996/97	450	415	338	303	n/a
1997/98	415	396	302	275	269
1998/99	369	470	284	261	257
1999/00	284	454	231	185	202
2000/01	272	313	184	167	165
2001/02	232	273	184	159	184
20000NT/35 = 571 US					