

The Current Status and Development on Genetically Modified Organisms

林惠香、王維麒

E-mail: 9805530@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

21世紀是分子生物技術、基因工程的世紀，生物技術對人類生活有很高的重要性，如糧食作物之增產可以解決第三世界的糧食問題；創新的醫療技術為遺傳性疾病及癌症患者帶來一絲曙光；新藥物的開發可以提供人類更安全、有效的治療；而功能性作物的研發可以賦予作物抵抗環境逆境等功能。這些結果將會對於人類未來之生活產生極大的影響與改變。然而，利用基因工程產製之基因改造生物及其衍生之相關產物，可能帶來許多負面的爭議，如改變生物的多樣性、造成基因漂流的現象、降低生態系的穩定性、基因改造食品食用安全與否與宗教上的爭議等。所以，在發展尖端生物技術的同時如何兼顧生態環境穩定性的維護、生態環境中各式物種的生存權利、人體健康安全之保障等，實為重要的議題。基於上述種種問題之考量，對於基因改造生物所衍生之基因改造食品的管理規範及標示制度的建立，實為刻不容緩之課題。本報告即針對基因改造生物之現況與發展，和基因改造生物及其產物所衍生的相關問題加以分析、探討，並就未來基因改造生物之展望做一完整的敘述。

Keywords : 生物技術、基因改造生物、基因改造食品、生物多樣性

Table of Contents

1. 前言.....	1
2. 生物技術與基因改造生物.....	4
2.1 傳統生物技術.....	4
2.2 現代生物技術之進展.....	4
2.3 生物技術之重要性.....	9
2.4 基因改造生物.....	12
2.4.1 基因改造生物之定義及目的.....	12
2.4.2 基因改造生物之優點.....	13
2.4.3 基因改造生物的方法及程序.....	15
2.4.3.1 氯化鈣轉殖法.....	17
2.4.3.2 農桿菌轉殖法.....	17
2.4.3.3 粒子槍法.....	18
2.4.3.4 電穿孔法.....	18
2.4.3.5 顯微注射法.....	20
2.4.4 基因改造生物的方法與程序介紹.....	22
2.4.4.1 基因改造微生物.....	22
2.4.4.2 基因改造植物.....	25
2.4.4.3 基因改造動物.....	27
2.4.5 世界各國基因改造植物的種類與發展.....	31
2.4.6 我國基因改造植物的現況.....	31
3. 基因改造食品：現況、發展、危機與規範.....	38
3.1 基因改造食品之種類與現況.....	38
3.1.1 基因改造食品：微生物及其產物.....	38
3.1.2 基因改造食品：植物及其加工產品.....	39
3.1.3 基因改造食品：動物及其產物.....	40
3.2 基因改造食品所可能引發之問題.....	41
3.2.1 改變生物多樣性物.....	41
3.2.2 基因漂流的現象.....	42
3.2.3 降低生態系的穩定性.....	43
3.2.4 基因改造食品食用安全性.....	44
3.2.5 宗教上的爭議.....	45
3.3 基因改造食品之規範.....	47
3.3.1 各國對基因改造食品的規範.....	47
3.3.2 我國對基因改造食品的規範.....	49
4. 結論.....	50
4.1 結論.....	50
4.2 展望.....	53
參考文獻.....	57

REFERENCES

1. 牛惠之。2003。「基因科技之社會意涵與法制建構」。基因技術挑戰與法律回應。第37-38頁。學林文化事業有限公司。台北，台灣。
2. 王三郎。2001。生物技術。第101-107頁。高立圖書有限公司。台北，台灣。
3. 王澄清、吳哲文主編。2000。應用昆蟲學。國立台灣大學昆蟲學系。第401頁。台北，台灣。
4. 朱文深。2000。基因轉殖食品之發展現況與展望。食品工業32(2):1-19。
5. 朱文深。2001。生物技術與基因改造食品。環境檢驗34:7-26。
6. 余淑美、王月華、孫鵬凱。2004。植物基因轉殖技術之研發與展望。植物基因轉殖之原理與應用。第9-11頁。植物生物技術教育資源中心。
7. 吳文騰主編。2003。生物產業技術概論。第2-12頁。國立清華大學出版社。台北。台灣。
8. 吳希天、黃木秋。1991。電穿孔處理轉移基因之原理與影響因素。科學農業39:256-264。
9. 呂明怡。2000。以細胞融合法進行酵母菌育種之研究。第3-4頁。國立屏東科技大學碩士論文。屏東。
10. 李素華。2001。由聯合國及歐盟基因改造食品管理標示規範趨勢研析我國基因改造食品相關法制(上)。科技法律透析13(9):57-62。
11. 李素華。2004。各國GM管理法規及比較。基因改造議題：從紛爭到展望。第210-247頁。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
12. 林怡杏。2000。基因轉殖食品的偵測。食品工業32(2):43-44
13. 林澤揚、蔡淑貞、葉錫東、王叔苑、施養志。2001。GM-木瓜鑑別檢驗方法之探討與研究。基因改造食品之檢驗與管理研討會。第101-106頁。行政院衛生署藥物食品檢驗局主辦。
14. 邱華賢、何景富、林全信、劉仲康、王恆隆、葛孟杰、吳佳鴻蔣鳳琳、韓台賢等譯。2005。生物科技概論。第100-234頁。學富文化事業有限公司。台北，台灣。
15. 長谷川喜衛、德山泰、狗田徹、小幡齊。1988。細胞融合B12高生產性納豆菌形成。日本農業化學誌35(3):154-159。
16. 施宗偉。2002。豆腐乳、味噌及臭豆腐等食品基因轉殖成分檢驗方法之研究。第1-50頁。台灣大學農業化學研究所碩士論文。台北。
17. 孫文玲。2001。美國生技研發基本規範及新近爭議之初步研析。科技法律透析13(9):25-48。
18. 孫儒泳、李博、諸葛陽、尚玉昌。2000。普通生態學。第1-56頁。藝軒圖書出版社。台北，台灣。
19. 徐慈鴻、李國欽。2004。基因轉殖植物源食品之安全性評估及管理。植物基因轉殖之原理與應用。植物生物技術教學資源中心。第287頁。教育部。
20. 徐慈鴻、李貽華、李國欽。2003。基因轉殖植物之生物安全性評估及管理。毒藥專題報導70:1-50。行政院農委會農業藥物毒

物試驗所。台中。21.張詠修。2002。大豆加工製品之基因改造原料檢測。第1-50頁。台灣大學園藝學研究所。碩士論文。台北。22.郭華仁。2002。基因改造作物與農業政策。ELSL「探索基因科技」系列研討會。第1-70頁。國科會。23.陳任道。2000。基因工程運用在改變作物的巨量營養成分 - 脂質、碳水化合物、蛋白質。食品工業32:27-39。24.黃三光、曾經州。2001。基因改造作物的優點與潛藏危機。藥毒所專題報導63:2-3。25.黃心穎。2003。以聚合²鏈反應法檢測大豆及玉米基因改造成分之研究。第1-60頁。台灣大學農業化學研究所碩士論文。台北。26.黃進財、林讚峰。1994。酵母變異技術及酒類風味改進之應用。製酒科技專論16:101-118。27.楊惠淳。2004。基因改造作物之生態衝擊管理。第100-128頁。國立台北大學資源管理研究所碩士論文。台北。28.葉勤主編。2004。現代生物技術原理及其應用。第162-163頁。九州圖書文物有限公司。台北，台灣。29.趙謀明、劉通訊、劉潔生、張毅、吳暉、曹勁松、徐建祥編著。2002。食品生物技術。第150-190頁。藝軒出版社。台北，台灣。30.劉麗飛。2004。基因改造作物(作物之品種改良)。取自『後基因時代之生物技術』。第2-50頁。台北市。教育部。31.歐馨婷編譯。2006。食品的安全與品質。第1-20頁。合計圖書出版社。台北，台灣。32.潘子明。2000。基因改造食品檢驗方法總論。基因改造食品之貿易管理檢驗與標示問題研討會論文集。第32-34頁。中國農業化學會。33.蘇遠志。2001a。紅麴製品與市場概況。生物產業12(3):216-223。34.蘇遠志。2001b。國際基因改造食品標示制度的發展趨勢。基因改造食品之檢驗與管理研討會論文集。第1-23頁。35.蘇遠志。2002。國際基因改造作物產品發展趨勢。雜糧與畜產70:2-12。36.Agius, F., R. Gonzalez-Lamothe, J. L. Caballero, J. Munoz-Blanco, M. A. Botella, V. Valpuesta. 2003. Engineering increased vitamin C levels in plants by overexpression of a D-galacturonic acid reductase. *Nat. Biotechnol.* 21:177-81. 37.Altman, D. W., Benedict, J. H. and Sachs, E. S. 1996. Transgenic plants for the development of durable insect resistance. *Ann. NY Acad. Sci.* 792: 106-113. 38.Apse, M.P. and Blumwald, E. 2002. Engineering salt tolerance in plants. *Curr. Opin. Plant Biol.* 13:146-150. 39.Ammann, K., Y. Jacot and P. R. A. Mazyad. 2001. Safety of Genetically Engineered Crops, p.60-87 (Custers, R. Ed.), Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology. Zwijnaarde, Belgium. 40.Apse, M.P. and Blumwald, E. 2002. Engineering salt tolerance in plants. *Curr. Opin. Plant Biol.* 13:146-150. 41.Baguisi, A., E. Behboodi, D. T. Melican, J. S. Pollock, M. M. Destrepes, C. Cammuso, J. L. Williams, S. D. Nims, C.A. Porter, P. Midura, M. J. Palacios, S. L. Ayres, R. S.Denniston, M. L. Hayes, C. A. Ziomek, H. M. Meade, R.A. Godke, W. G. Gavin, E. W. Overstrom and Y.Echelard. 1999. Production of goats by somatic cell nuclear transfer. *Nat. Biotechnol.* 17: 456-461. 42.Bartley, D. M. and Hallerman, E. M. 1995. A global perspective on the utilization of genetically modified organisms in aquaculture and fisheries. *Aquaculture.* 137: 1-7. 43.Beyer, P., Al-Babili, S., Ye, X., Lucca, P., Schaub, P., Welsch, R., and Potrykus, I. 2002. Golden Rice: introducing the beta-carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defeat vitamin A deficiency. *J. Nutr.* 132: 506-510. 44.Bradshaw, L. D., Padgett, S. R., Kimball, S. and Wells, B. H. 1997.Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technol.*11: 189-98. 45.Chesne, P., P. G. Adenot, C. Viglietta, M. Baratte, L.Boulanger and J. P. Renard. 2002. Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells.*Nat. Biotechnol.* 20: 366-369. 46.Chiter, A., Forbes, J.M., and Blair, G.E. 2000. DNA stability in plant tissues: implications for the possible transfer of genes from genetically modified food. *FEBS Lett.* 481:164-168. 47.Christou, P. 1996. Transformation technology. *Trends Plant Sci.* 1:423-431. 48.Christou, P., McCabe, D. E. and Swain, W. F. 1988. Stable transformation of soybean callus by DNA-coated gold particles.*Plant Physiol.* 87: 671-674. 49.Cole, K. S. 1968. Membranes, ions, and impulses: A chapter of classical biophysics, p.12-18. University of California Press, Berkeley. 50.Conner, A.J., R.Glare and J.P.Nap. 2003.The release of genetically modified crops into the environment. II Overview of ecological risk assessment. *Plant J.* 33: 19-46. 51.Das, R. 2001. Production of therapeutic proteins from transgenic animals. *Bio Business.*10: 60-62. 52.Devlin, R.H., Yesaki, T.Y., Blagl, C.A. Donaldson, E.M., Swanson, P., and Chan, W.K. 1994. Extraordinary salmon growth. *Nature* 371: 209-210. 53.Diberardino, M. A., O. N. Hoffner and R. G. McKinnell. 1986. Fee-ding tadpoles cloned from Rana erythrocyte nuclei.*Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 83: 8231-8234. 54.Duffy, M., and Ernst, M. 1999. Does planting GMO seed boost farmers' profits? *Leopold Letter* 11: 1-5. 55.Duke, S.O. 1998. Herbicide resistant crops-their influence on weed science. *Journal of Weed Science and Technology (Zasso-Kenkyu, Japan)* 43:94-100. 56.Dunwell, J. M. 2000. Transgenic approaches to crop improvement. *Journal of Experimental Botany.* 51:487-96. 57.Figueroa, L. I., de Cabada, M. A., and de nan Broock, M. R. 1985. Alcoholic fermentation of starch containing media using yeast protoplast fusion products. *Biotechnol.Lett.* 7(11):837-840. 58.Fitch, M. M. M., R. M. Manshardt, D. Gonsalves, J.L. Slightom and J.C. Sanford. 1992. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene fo papaya ringspot virus. *Biotechnology.* 10:1466-1472. 59.Galli, C. et al. 2003. Pregnancy: a cloned horse born to its dam twin. *Nature.* 423:631-635. 60.Gasser, C. S. and Fraley, R. T. 1989. Genetically engineering plants for crop improvement. *Science.* 244: 1293-1299. 61.Gordon, K., E. Lee, J. A. Vitale, A. E. Smith, I. WestphaH, and L. Hennighausen. 1987. Production of human tissue plasminogen activator in transgenic mouse milk. *Bio. technol.* 5:1183-1187. 62.Gurdon, J. B., J. Pept. Sci.R. A. Laskey and O. R. Reeves.1975. The developmental capacity of nuclei transplanted from keratinized skin cells of adult frogs. *J. Embryol.* 63.Hammer, R. E., V. G. Pursel, Jr. C. E. Rexroad, R. J. Wall, D. J. Bolt, K. M.Ebert, R. D. Palmiter, and R. L. Brinster.1985. Production of transgenicrabbits, sheep and pigs by microinjection. *Nature.* 315:680-683. 64.Hausler, R.E., Hirsch, H.J., Kreuzaler, F., and Peterhansel, C.2002. Overexpresstion of C(4)-cycle enzymes in transgenic C (3) plants: a biotechnological approach to improve C(3)-photosynthesis. *J. Exp. Bot.* 53: 591-607. 65.Heatherly, L. G. and Hodges, H. F. 1999. Soybean production in the midsouth. p. 171-195.CRC press. Boca Raton. Florida. 66.Henry I. Miller, 1999. A Rational Approach to Labeling Biotech-Derived Foods *Science.* 284:1472-1999. 67.Hiatt, A., R. Cafferkey and K. Bowdish. 1989. Production of antibodies in transgenic plants. *Nature.* 342:76-78. 68.Hsieh-Li, H.M., Chang, J.G., Jong, Y.J., Wu, M.H., Tsai, C.H., and Li, H. 2000. A mouse model for spinal muscular atrophy. *Nat. Genet.* 24: 66-70. 69.James Kling, Could Transgenic Supercrops One Day Breed Superweeds. 1996. *Science.* 274:180-181. 70. Kato, Y., T. Tani, Y. Sotomaru, K. Kurokawa, J. Kato, H.Doguchi, H. Yasue and Y. Tsunoda. 1998. Eight calves cloned from somatic cells of a single adult. *Science.* 282:2095-2098. 71.Kerr, D. E., K. Plaut, A. J. Bramley, C. M. Williamson, A. J. Lax, K. Moore, K. D. Wells, and R. J. Wall.2001. Lysostaphin expression in mammaryglands confer

protection against staphylococcal infection in transgenic mice. *Nat. Biotechnol.* 19:66-70. 72. Klein, T. M., E. D. Wolf, R. Wu and J. C. Sanford. 1987. High-velocity microprojectiles for delivering nucleic acids into living cells. *Nature.* 346:776-777. 73. Lancashire, W. E. Modern genetics and brewing technology. 1986. *Brewer.* 72:345. 74. Lucca, P., Hurrell, R., and Potrykus, I. 2002. Fighting iron deficiency anemia with iron-rich rice. *J. Am. Coll. Nutr.* 21: 184-190. 75. Mitchell Peter. 2003. "Europe responds to UK's GM field trials." *Nature biotechnology.* 21:1418-1419. 76. Mori, I., Fonne-Pfister, R., Matsunaga, S., Tada, S., Kimura, Y., Iwasaki, G., Mano, J., Hakano, T., Koizumi, S., Scheidegger, A., Hayakawa, K. and Ohta, D. 1995. A novel class of herbicides. *Plant Physiol.* 107: 719-23. 77. Neijenhuis, F., H. W. Barkema, H. Hogeveen, and J. P. T. M. Noordhuizen. 2001. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *J. Dairy Sci.* 84:2664-2672. 78. Nottle, M. B., H. Nagashima, P. J. Verma, Z. T. Du, C. G. Grupen, S. M. Mciifpatrick, R. J. Ashman, M. P. Harding, C. Giannakis, P. L. Wigley, I. G. Lyons, R. J. Crawford, D. T. Harrison, B. G. Luxford, R. G. Campbell, and A. J. Robins. 1998. Production and analysis of transgenic pigs containing a metallothionein porcine growth hormone gene construct. In Murra, J. D., Anderson, G. B., Oberbauer, A. M. and McGloughlin, M. M. (eds), *Transgenic animals in agriculture.* Wallingham: CAB International. 145-156. 79. Palmiter, R. D., R. L. Brinster, R. E. Hammer, M. E. Trumbauer, M. G. Rosenfeld, N. C. Birnberg and R. M. Evans. 1982. Dramatic growth of mice that develop from eggs microinjected with metallothionein-growth fusion gene. *Nature.* 300:611-615. 80. Philipon, P. 2000. And now Super Rice? *Biofutur.* 200: 13. 81. Polejaeva, I. A., S. H. Chen, T. D. Vaught, R. L. Page, J. Mullins, S. Ball, Y. Dai, J. Boone, S. Walker, D. L. Ayares, A. Colman and K. H. S. Campbell. 2000. Cloned pigs produced by nuclear transfer from adult somatic cells. *Nature.* 407: 86-90. 82. Pursel, V. G., R. J. Wall, A. D. Mitchell, T. H. Elsasser, M. B. Solomon, M. E. Coleman, F. De Mayo, and R. J. Schwartz. 1998. Expression of insulin-like growth factor-1 in skeletal muscle of transgenic swine. In Murra, J. D., G. B. Anderson, A. M. Oberbauer, M. M. McGloughlin (eds), *Transgenic animals in agriculture.* Wallingham: CAB International. 131-144. 83. Rontein, D., Basset, G., and Hanson, A. D. 2002. Metabolic engineering of osmoprotectant accumulation in plants. *Metab. Eng.* 4:49-56. 84. Rudolph, N. S. 1999. Biopharmaceutical production in transgenic livestock. *Trends biotechnol.* 17:367-374. 85. Schuler, T. H., Poppy, G. M., Kerry, B. R., and Denholm, I. 1999. Potential side effect of insect-resistant transgenic plants on arthropod natural enemies. *Trends in Biotechnol.* 17: 210-216. 86. Seidel, G. E. Jr. 1993. Resource requirements for transgenic livestock research. *J. Anim. Sci.* 71:26-33. 87. Simons, J. P., M. McClenaghan, and A. J. Clark. 1987. Alteration of the quality of milk by expression of sheep beta-lactoglobulin in transgenic mice. *Nature.* 328:530-532. 88. Somkuti, G. A. 1968. *Bacteriol.* 95:1407-1411. 89. Southgate, E. M., Davey, M. R., Power, J. B. and Marchant, R. 1995. Factors affecting the genetic engineering of plants by micro-projectile bombardment. *Biotechnol Adv.* 13: 631-635. 90. Su, H. Y., N. P. Jay, T. S. Gourley, G. W. Kay, and S. Damak. 1998. Wool production in transgenic sheep: Results from first generation adults and second generation lambs. *Animal Biotechnology.* 9:135-147. 91. Thelen, J. J. and Ohlrogge, J. B. 2002. Metabolic engineering of fatty acid biosynthesis in plants. *Metab. Eng.* 4:12-21. 92. Vain, P., Buysy, J. D., Trang, V. B., Haicour, R. and Henry, Y. 1995. Foreign gene delivery into monocotyledonous species. *Biotechnol. Adv.* 13:653-671. 93. Wall, R. J. 1999. Biotechnology for the production of modified and innovative animal products: transgenic livestock bioreactors. *Lives. prod. sci.* 59:243-255. 94. Ward, K. A., Z. Leish, A. G. Brownlee, J. Bonsing, C. D. Nancarrow and B. W. Brown. 1998. The utilization of bacterial genes to modify domestic animal biochemistry. In Murra, J. D., Anderson, G. B., Oberbauer, A. M., McGloughlin, M. M. (eds), *Transgenic animals in agriculture.* Wallingham: CAB International. 157-176. 95. Wilmut, I., A. E. S., J. McWhir, A. J. Kind and K. H. S. Campbell. 1997. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cell. *Nature.* 385: 810-813. 96. Zimmermann, M. B. and Hurrell, R. F. 2002. Improving iron, zinc and vitamin A nutrition through plant biotechnology. *Curr. Opin. Biotechnol.* 13:142-145. 97. Zimmermann, U., J. Vienken and G. Pilwat. 1980. Development of drug carrier systems electric field induced effects in cell membranes. *J. Electro. Anal. Chem.* 116:553-574.