

146. Matsuo K., Hong J.-S., Tabayashi N., Ito A., Masuta C., Matsumura T. Development of Cucumber mosaic virus as a vector modifiable for different host species to produce therapeutic protein. *Planta* (2007) 225:277-286.
147. Kannan L., Geyer B. C., Garnaud P.-E., Woods R. R., Muralidharan M., Cherni I. and Mor T. S. Partial Characterization and Purification of Plant Derived Butyrylcholinesterase to Treat Organophosphate Poisoning. *In Vitro Cellular & Developmental Biology* 44, Issue Abstract, Spring 2008, S56.
148. Nemchinov LG, Paape MJ, Sohn EJ, Bannerman DD, Zarlenga DS, Hammond RW. Bovine CD14 receptor production in plants reduces severity of intramammary bacterial infection. *FASEB J.* 20(9): 1345-1351 (2006).
149. Weathers P. J., Liu C., Medrano G., Dolan M. C., Cramer C. L. Murine Interleukin 12 Production in Tobacco Hairy Roots in 3 Reactor Systems. *In Vitro Cellular & Developmental Biology* 44, Issue Abstract, Spring 2008, S64.
150. Tissot G, Canard H, Nadai M, Martone A, Botterman J, Dubald M. Translocation of aprotinin, a therapeutic protease inhibitor, into the thylakoid lumen of genetically engineered tobacco chloroplasts. *Plant Biotechnol J.* 2008 Apr;6(3):309-320.
151. Sadler M. T. Transgenic Tobacco BY-2 with cDNA of Human Calcitonin. *In Vitro Cellular & Developmental Biology* 44, Issue Abstract, Spring 2008, S62.
152. Shaaltiel, Yoseph; Baum, Gideon; Bartfeld, Daniel; Hashmueli, Sharon; Lewkowicz, Ayala. Production of glycosylated high-mannose proteins in plant culture. U.S. Pat. Appl. Publ. (2008), 59pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 554,387. CODEN: USXXCO US 2008038232 A1 20080214 Patent written in English. Application: US 2007-790991 20070430. Priority: IL 2003-155588 20030427; WO 2004-IL181 20040224; US 2005-554387 20051025. CAN 148:231463 AN 2008:192573
153. Kim Y.-K., Park S.-U. Resveratrol Production in Transgenic Hairy Root Culture of Peanut, *Arachis hypogaea* L. *In Vitro Cellular & Developmental Biology* 44, Issue Abstract, Spring 2008, S78.
154. Deeter, Scott; Schmidt, Joseph E.; Mabery, Kenneth J.; Bethell, Delia R.; Huang, Ning. Components of animal cell culture media produced from transgenic plant cells. *PCT Int. Appl.* (2007), 67pp. CODEN: PIXXD2 WO 2007002762 A2 20070104 Designated States W: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC. Designated States RW: AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR, BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, ML, MR, NE, SN, TD, TG. Patent written in English. Application: WO 2006-US25195 20060627. Priority: US 2005-694236 20050628. CAN 146:116011 AN 2007:14071

155. Sticklen, Masomeh B. Genetic engineering of cell wall-degrading enzymes in *E. coli* and *FLC*-cellulase transgenic plants and use of the plants to degrade lignocellulosic materials to fermentable sugars. U.S. Pat. Appl. Publ. (2007), 110pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 451,162. CODEN: USXXCO US 2007192900 A1 20070816 Patent written in English. Application: US 2006-489234 20060719. Priority: US 2006-354310 20060214; US 2006-451162 20060612. CAN 147:270207 AN 2007:912736
156. Li, Xiaokun; Zhang, Chi; Xiao, Yechen; Ke, Shi; Pang, Shifeng. Method for expressing human metallothionein in plant oil body. *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu* (2007), 27pp. CODEN: CNXXEV CN 101003806 A 20070725 Patent written in Chinese. Application: CN 1017-1662 20061231. Priority: . CAN 147:270190 AN 2007:835019
157. Van Rooijen, Gijs; Richard Glenn, Keon; Shen, Yin; Boothe, Joseph. Commercial production and isolation of bovine chymosin in a transgenic plant seed comprising an oil fraction. U.S. (2008), 25 pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 378,696, abandoned. CODEN: USXXAM US 7390936 B1 20080624 Patent written in English. Application: US 2000-643755 20000823. Priority: US 99-378696 19990823. CAN 149:98143 AN 2008:764113
158. 福澤徳穂, 一町田紀子, 片岡千和, 石原岳明, 増田 税, 田林紀子, 松村 健. 植物ウイルスベクターによる抗ダイオキシン単鎖抗体の発現、第26回日本植物細胞分子生物学会大阪大会・シンポジウム (2008.9.1-2) 講演要旨集 p171.
159. Unnisa, Syeda Azeem; Seshabala, P.; Reddy, P. Chandra Sekhar. Synergistic use of transgenic plant to remediate the soil. *Pollution Research* (2008), 27(2), 269-272.
160. Yoshihara, Toshikazu; Goto, Fumiyuki; Shoji, Kazuhiro. Transgenic chimeric plants with improved heavy metal resistance and accumulation, and their use for environmental remediation. *Jpn. Kokai Tokkyo Koho* (2007), 12pp. CODEN: JKXXAF JP 2007195471 A 20070809 Patent written in Japanese. Application: JP 2006-18481 20060127. Priority: . CAN 147:208126 AN 2007:867298
161. Zhang, Yu-xiu; Xu, Jin; Wang, Xiao; Chai, Tuan-yao. Research advances in drought resistance and heavy metals tolerance of transgenic plant. *Yingyong Shengtai Xuebao* (2007), 18(7), 1631-1639.
162. Morikawa, Hiromichi; Takahashi, Misa. Preparation of transgenic woody plant with enhanced nitrogen dioxide incorporation ability. *Jpn. Kokai Tokkyo Koho* (2007), 28pp. CODEN: JKXXAF JP 2007228858 A 20070913 Patent written in Japanese. Application: JP 2006-53286 20060228. Priority: . AN 2007:1022214
163. Stearns, Jennifer C.; Shah, Saleh; Glick, Bernard R. Increasing plant tolerance to metals in the environment. *Methods in Biotechnology* (2007), 23(Phytoremediation), 15-26.
164. De Lorenzo Prieto, Victor; Gonzalez Pastor, Jose Eduardo. Transgenic plant expressing cloned bacterial *linA* gene, and use for degrdn. of lindane herbicide in

- contaminated soils. PCT Int. Appl. (2007), 25pp. CODEN: PIXXD2 WO 2007045709 A2 20070426 Designated States W: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG. Designated States RW: AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR, BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, ML, MR, NE, SN, TD, TG. Patent written in Spanish. Application: WO 2006-ES574 20061018. Priority: ES 2005-200502537 20051018. CAN 146:456430 AN 2007:464313
165. Yoshihara, Toshikazu; Goto, Fumiyouki; Shoji, Kazuhiro. Production of transgenic plants with promoted iron transport abilities to breed hyper-accumulator strains for soil bioremediation. Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2007), 25pp. CODEN: JKXXAF JP 2007215402 A 20070830 Patent written in Japanese. Application: JP 2005-330821 20051115. Priority: . CAN 147:293319 AN 2007:964003
166. Kawaoka, Akiyoshi; Ebinuma, Hiroyasu. Protein and cDNA sequences of Nicotiana tabacum gene CDR1 and CDR2 involved in stress resistance. Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2007), 18pp. CODEN: JKXXAF JP 2007215513 A 20070830 Patent written in Japanese. Application: JP 2006-41578 20060217. Priority: . CAN 147:293336 AN 2007:964555
167. Fluhr, Robert; Sagi, Moshe. Control of sulfur dioxide metabolism in transgenic plants expressing sulfite oxidase (SO) and bioremediation, monitoring and anti-poisoning uses. PCT Int. Appl. (2008), 88pp. CODEN: PIXXD2 WO 2008093326 A2 20080807 Designated States W: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT. Designated States RW: AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IS, IT, LU, MC, MT, NL, NO, PT, SE, TR, BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, ML, MR, NE, SN, TD, TG. Patent written in English. Application: WO 2008-IL79 20080117. Priority: US 2007-898103 20070130. CAN 149:262760 AN 2008:943768
168. Ma, Chen Feng; Sato, Kazuhiro. Cloning of cDNA for the MATE transporter protein associated with the resistance to aluminum from barley. Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2008), 22pp. CODEN: JKXXAF JP 2008220308 A 20080925 Patent written in Japanese. Application: JP 2007-65630 20070314. Priority: . CAN 149:348760 AN 2008:1150843
169. Gaxiola, Roberto A.; Fink, Gerald R.; Alper, Seth L. Vacuolar pyrophosphatase (AVP1)-overexpressing salt-tolerant

- transgenic plants with increased orthophosphate uptake. U.S. Pat. Appl. Publ. (2008), 44pp., Cont.-in-part of U.S. Ser. No. 119,683. CODEN: USXXCO US 2008104733 A1 20080501 Patent written in English. Application: US 2007-890795 20070807. Priority: US 99-164808 19991110; US 2000-644039 20000822; US 2001-834998 20010413; US 2005-119683 20050502. CAN 148:445178 AN 2008:526722
170. Parkash, Om. Construction of metal-resistant transgenic plants transformed with plant arsenate reductase and microbial phytochelatin biosynthetic enzymes. PCT Int. Appl. (2008), 60pp. CODEN: PIXXD2 WO 2008103350 A1 20080828 Designated States W: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT. Designated States RW: AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IS, IT, LU, MC, MT, NL, NO, PT, SE, TR, BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, ML, MR, NE, SN, TD, TG. Patent written in English. Application: WO 2008-US2181 20080220. Priority: US 2007-890730 20070220. CAN 149:300715 AN 2008:1042734
171. Tamura, Hideo; Mizuno, Takafumi. Buckwheat gene for preparation of transgenic plant resistant to heavy metal. Jpn. Kokai Tokkyo Koho (2008), 26pp. CODEN: JKXXAF JP 2008220368 A 20080925 Patent written in Japanese. Application: JP 2008-33062 20080214. Priority: JP 2007-34901 20070215. CAN 149:351384 AN 2008:1150937
172. Sonoki, Shigenori; Fujihiro, Satoru; Hisamatsu, Shin. Genetic engineering of plants for phytoremediation of polychlorinated biphenyls. Methods in Biotechnology (2007), 23(Phytoremediation), 3-13.
173. 真嶋綾子, 土反伸和, 杉山暁史, 矢崎一史. BBI 遺伝子を用いた重金属耐性植物の作出. 第25回日本植物細胞分子生物学会千葉大会・シンポジウム講演要旨集 (2007.8) p.177.
174. Chen, Limei; Yu, Yongxiong; Li, Kunzhi; Liu, Diqui; Hu, Qingquan; Zhao, Yue. Application of specific recombinant plant expression vector Ppzp211-Prbcs-cs incorporating citrate synthase. Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu (2008), 23pp. CODEN: CNXXEV CN 101265479 A 20080917 Patent written in Chinese. Application: CN 2007-10066419 20071205. Priority: . CAN 149:395614 AN 2008:1136865
175. Hirai, Hirofumi; Kashima, Yoshiyuki; Hayashi, Katsuma; Sugiura, Tatsuki; Yamagishi, Kenji; Kawagishi, Hirokazu; Nishida, Tomoaki. Efficient expression of laccase gene from white-rot fungus *Schizophyllum commune* in a transgenic tobacco plant. FEMS Microbiology Letters (2008), 286(1), 130-135.
176. Hussein HS, Ruiz ON, Terry N, Daniell H. Phytoremediation of mercury and organomercurials in chloroplast transgenic

- plants: enhanced root uptake, translocation to shoots, and volatilization. Environ Sci Technol. 2007 Dec 15;41(24):8439-8446.
177. Matsui, Keisuke; Togami, Junichi. Plants transformed with a transcription factor PHR1 involved in phosphate starvation response and plants capable of accumulating inorganic phosphate at high level. PCT Int. Appl. (2007), 48pp. CODEN: PIXXD2 WO 2007049816 A1 20070503 Designated States W: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG. Designated States RW: AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR, BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, ML, MR, NE, SN, TD, TG. Patent written in Japanese. Application: WO 2006-JP322038 20061027. Priority: JP 2005-313225 20051027. CAN 146:476691 AN 2007:485637
178. Zhang, Yong; Zhao, Lihong; Wang, Yao; Yang, Baoyu; Chen, Shiyun. Enhancement of heavy metal accumulation by tissue specific co-expression of *iaaM* and ACC deaminase genes in plants. Chemosphere (2008), 72(4), 564-571.



図1. 薬用及び環境浄化用 GM 植物米国野外圃場作付け状況 (2005-2008) ①

表1. 薬用及び環境浄化用 GM 植物- 米国野外圃場栽培申請・認可状況 2009 年 (Jan. 16, 2009 まで)

企業等	作物	生産物	州	審査状況	作付け状況
Applied Biotechnology Institute	トウモロコシ	不明	カリフォルニア	審査中	
Ventria Bioscience	イネ	ラクトフェリン、リゾチーム、ヒト血清アルブミン	バージン諸島	承認	完了
		ラクトフェリン、リゾチーム、ヒト血清アルブミン	カンザス	承認	未完了
		不明	カンザス		
SemBioSys Genetics	ベニバナ	不明	ノースカロライナ	審査中	
		不明	ワシントン	審査中	
Washington State University	オオムギ	不明	ワシントン	申請取下	
University of Washington	ハコヤナギ属	チトクロームP450 2E1(ラビント由来)	ワシントン	承認	完了
Purdue Univ	ポプラ	チトクロームP450 2E1	インディアナ	承認	未完了

表2. 薬用及び環境浄化用 GM 植物- 米国野外圃場栽培申請・認可状況 2008 年

企業等	作物	生産物	州	審査状況	作付け状況
Ventria Bioscience	イネ	ラクトフェリン、リゾチーム、ヒト血清アルブミン	ノースカロライナ (>100エーカー)	承認	完了
		ラクトフェリン、リゾチーム、ヒト血清アルブミン、社外秘	ノースカロライナ (<10エーカー)	承認	完了
		ヒトラクトフェリン、ヒトリゾチーム、ヒト血清アルブミン	カンザス (<3,200エーカー)	承認	完了
		不明2件	ノースカロライナ	申請取下	
SemBioSys Genetics	ベニバナ	社外秘	ワシントン (<250エーカー)	承認	完了
		ヒトブロインシュリン	ワシントン (<1エーカー)	承認	未完了
Planet Biotechnology	タバコ	抗虫菌産抗体	ケンタッキー (<100エーカー)	承認	未完了
Kentucky BioProcessing	タバコ (TW)	ウシ筋由来アプロチニン	ケンタッキー (2.0エーカー)	承認	未完了
Iowa State University	トウモロコシ	大腸菌易感性腸管毒素Bサブユニット(試験用)	アイオワ (0.25エーカー)	承認	完了
University of Minnesota	トウモロコシ	不明	ミネソタ	申請取下	
Purdue University	ポプラ	チトクロームP450 2E1	インディアナ (1.35エーカー)	承認	未完了
		不明	インディアナ	申請取下	
University of Washington	ハコヤナギ属	チトクロームP450 2E1	ワシントン	承認	完了

表 3. 薬用及び環境浄化用 GM 植物- 米国野外圃場栽培申請・認可状況 2007 年

企業等	作物	生産物	州	審査状況	作付け状況
Ventria Bioscience	イネ	ヒト血清アルブミン(医療用)	ノースカロライナ(10-49エーカー)	承認	完了
		合成ラクトフェリン、リゾチーム	ノースカロライナ(>100エーカー)	承認	完了
		ヒト血清アルブミン	カンザス(<100エーカー)	承認	完了
		ヒトラクトフェリン	カンザス(<100エーカー)	承認	完了
		ヒトリゾチーム	カンザス(<3000エーカー)	承認	完了
SemBioSys Genetics	ベニバナ	コイ成長ホルモン	ワシントン	承認	未完了
Washington State U	オオムギ	ヒトラクトフェリン、リゾチーム	ワシントン(0.2エーカー)	承認	完了
Planet Biotechnology	タバコ	抗虫菌菌抗体	ケンタッキー(<100エーカー)	承認	未完了
	タバコ(低ニコチン)	抗虫菌菌抗体	ケンタッキー(100エーカー)	審査中	
Chlorogen	タバコ(葉緑体)	未公開	ケンタッキー	申請取下	
Kentucky BioProcessing	タバコ(TMV)	ウシ肺由来アプロチニン	ケンタッキー(2エーカー)	承認	完了
Novoplant	アカエンドウ	抗大腸菌抗体(単鎖、豚飼料用)	ノースダコタ(<0.2エーカー)	承認	未完了
Iowa State U	トウモロコシ	大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット(医療用)	アイオワ(0.25エーカー)	承認	完了
University of Washington	ハコヤナギ属	チトクロームP450 2E1	ワシントン	承認	未完了
Applied PhytoGenetics	ポプラ	水銀イオン還元酵素、有機水銀分解酵素	アラバマ、コネティカット	更新	完了

表 4. 薬用及び環境浄化用 GM 植物- 米国野外圃場栽培申請・認可状況 2006 年

企業等	作物	生産物	州	作付け状況
Ventria Bioscience	イネ	血清アルブミン(医療用)	ノースカロライナ(10-49エーカー)	完了
		ヒトラクトフェリン(食用)	ノースカロライナ(>100エーカー)	完了
		ヒトリゾチーム(食用)	ノースカロライナ(>100エーカー)	完了
SemBioSys Genetics	ベニバナ	オレオシシ+コイ成長ホルモン	ワシントン(10エーカー-2カ所)	完了
Washington State U	オオムギ	ヒトラクトフェリン+リゾチーム	ワシントン(<10エーカー)	完了
Planet Biotechnology	タバコ	抗虫菌菌抗体	カリフォルニア(<10エーカー)	完了
		抗風邪ウイルス抗体	ケンタッキー(<10エーカー)	完了
Novoplant	エンドウ	社外秘(医療用)	ノースダコタ(<10エーカー)	完了
Chlorogen, Inc	タバコ(葉緑体)	社外秘	ケンタッキー(<10エーカー)	完了
Iowa State U	トウモロコシ	大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット(医療用)	アイオワ(<10エーカー)	完了
Edenspace Systems	タバコ	エンドグルカナーゼ(セルロースからのエタノール合成)	アリゾナ(<10エーカー)	完了
Ventria Bioscience	イネ	詳細不明	ミズーリー	申請取下
SemBioSys Genetics	ベニバナ	詳細不明	ワシントン	無効
社外秘	トウモロコシ	社外秘	アイオワ	申請取下
Applied PhytoGenetics	ポプラ	水銀イオン還元酵素、有機水銀分解酵素	アラバマ、コネティカット	完了

表 5. 2006. -2009 年 1 月に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

## (機能性食品・嗜好品) その 1

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
機能性食品	ミラクリン	トマト	ミラクリン (糖尿病およびメタボリックシンドローム予防) 発現トマトを T6 まで世代促進し、遺伝的に安定して発現することを確認。また、さらに発現量増加が期待できる新規プロモーター、ターミネーターを得、さらなる増産を実施中。植物工場における高収量栽培技術、トマト果実からのミラクリン抽出・精製法の確立も実施。	日・筑波大学&植物物質情報センター&インプラントイノベーションズ	2, 3
機能性食品	ゴマ由来 CYP81Q 遺伝子+PLR 遺伝子 RNAi	レンギョウ	ゴマ由来 CYP81Q 遺伝子および PLR 遺伝子 RNAi 配列を挿入した発現ベクターをシロイヌナズナに導入し、CYP81Q の発現と PLR の発現抑制を確認し、同ベクターをレンギョウ葉に導入し、培養細胞を樹立。この培養細胞におけるセサミン生産を確認。	日・サントリー&大阪大学	4
機能性食品	ニコチンアミン合成酵素 (NAS1)	イネ	種子特異的プロモーター、Nos ターミネーター制御下で、NAS1 遺伝子をイネに導入したところ、種子中の鉄、亜鉛、ニコチンアミン含量が増加した。	中・Zhejiang University	5
機能性食品	ソルガム Δカフィリン 2 タンパク質、サトウキビ Δプロラミン 2 タンパク質、ソルガム リジンケトグルタレートレダクターゼ (LKR)	穀類	ソルガム Δカフィリン 2 タンパク質、サトウキビ Δプロラミン 2 タンパク質、ソルガム リジンケトグルタレートレダクターゼ (LKR) 遺伝子の利用により、穀物または種子中のタンパク質を変化させることが出来、消化性向上、栄養向上、アミノ酸含量増加を行うことが出来る。	米・Pioneer Hi-Bred International	6
機能性食品	Leuconostoc mesenteroides (乳酸菌の 1 種) アルタナンスクラージェ	コムギ	多糖アルタナンの合成	独・Bayer Cropscience	7
機能性食品	ミオイノシトール酸素添加酵素 (MIOX)、グルクロン酸還元酵素 (GlcUAR)、L-グルロ-1, 4-ラクトン酸化酵素 (GLOasa)	シロイヌナズナ、クレンソ、ハルザキヤマガラシ	ビタミン C (L-アスコルビン酸) 生合成酵素 (イノシトール経路) を過剰発現させたシロイヌナズナは、野生型植物の 2-3 倍のビタミン C を含有し、様々な環境ストレス (塩、低温、高温、メチルビオロゲン) に対し、耐性を示し、また、トリクロロエチレン、ピレン、多環芳香族炭化水素等の環境汚染物質に対しても耐性を示し、地上部および地下部の生育量も増加した	米・Arkansas State University	8
機能性食品	シロイヌナズナ液胞カルシウム逆輸送体、Cation exchanger 1 (CAX1)	ニンジン	高カルシウム (骨粗鬆症予防) : マウスおよびヒトに CAX1 ニンジンを選択させコントロールと比較した結果、いずれにおいても CAX1 の方がカルシウム吸収率が高いことを確認	米・Texas A&M University	9
機能性食品	Δ9 伸長酵素 (Eulgena gracilis)、Δ8 不飽和酵素 (Tetraetretia poniquetensis、Pavlova lutheri)、Δ5 不飽和酵素 (Mortierella alpina)、Δ15 不飽和酵素/ω3 不飽和酵素 (fad3) (soybean)	油糧作物	アラキドン酸	米・不明	10
機能性食品	ラッカセイ主要アレルゲンタンパク質 (Ara h1、Ara h2、Ara h3) RNAi	ラッカセイ	アレルゲンタンパク質の除去: 形質転換ラッカセイ種子中の Ara h1、Ara h2、Ara h3 の低下または除去率は、それぞれ、9%、10%、16%であり、3%の種子はこれら 3 種のアレルゲンを含有しなかった。IgE 結合能を調べた結果、Ara h フリー種子は、野生型に比べて著しく結合能が低下した。	米・Alabama A&M University	11
機能性食品	シロイヌナズナ H+/Ca2+輸送体 (sCAX1)	レタス	カルシウム含量増加: 細胞分裂サイクル (cdc2a) プロモーターあるいは CaMV35S プロモーター制御下で輸送体遺伝子を導入したレタス葉では、コントロールに比べカルシウム含量が 25%増加したが、レタスの生育および収量に変化はなかった。	米・Kansas State University	12
機能性嗜好品	チトクローム p450 遺伝子発現抑制	タバコ	タバコ中の nornicotine およびその発がん性代謝物である N'-nitrosornicotine (NNN) を低下さ	米・North Carolina State	13



			せ、喫煙および二次喫煙による発ガンリスクの低下	University, USA: University of Kentucky Research Foundation	
機能性食品	ミラクリン	イチゴ	ミラクリン (味覚修飾機能タンパク質、メタボリックシンドローム予防) 生産	日・筑波大学	14
機能性食品	$\beta$ -コングリシニン $\alpha$ '及び $\beta$ サブユニット	イネ	単独発現系統を交配させ、 $\alpha$ '及び $\beta$ サブユニットの共発現系統を作出	日・京都大学&農業生物資源研究所	15
機能性食品	デカブレニル 2 リン酸合成酵素	イネ	コエンザイム Q10 強化米: 機能性向上	日・農業生物資源研究所	16
機能性食品	改変アントラニル酸合成酵素、イネトリプトファン脱炭酸酵素	イネ	新規二次代謝物合成能: 形質転換カルスにおいてインドール二次代謝物の生産を確認	日・科技構 CREST & 京都大学&東京農業大学	17
機能性食品	イネアントラニル酸合成酵素 $\alpha$ サブユニット	イネ	高トリプトファン	日・作物研	18
機能性食品	イノシトール 1 リン酸合成酵素遺伝子 (RIN01) アンチセンス	イネ	低フィチン酸、飼料米中のリン貯蔵形態の改変 (消化吸収が困難なフィチン酸から無機リンへ); オレオシン遺伝子プロモータ制御型にすることにより、全リン濃度野生型と同じで、無機リン濃度が約 21 倍に増加し、フィチン酸が約 68% 減少した低フィチン酸米作出に成功	日・東京大学	19
機能性食品	Floury-2 RNAi または アンチセンス	イネ	米アレルゲンタンパク質 (16kDa タンパク質) の減少	日・東京理科大学	20
機能性食品	脂肪酸不飽和化・鎖長延長酵素 ( $\Delta 5$ -, $\Delta 6$ -desaturases, fatty acid elongases, オオアラセイトウ由来)	オオアラセイトウ	EPA、ドコサペンタエン酸、DHA	独・BASF Plant Science G.m.b.H.	21
機能性食品	$\Delta 6$ -不飽和化酵素 (藍藻由来)	カラシナ	$\gamma$ -リノレン酸合成: 栄養機能向上	印・ボーズ研究所&米・クリーブランド医療財団&印・北ベンガル大学	22
機能性食品	デンプン枝作り酵素 RNAi	コムギ	高アミロース (>70%、難消化性デンプン); ラットで大腸機能向上を確認	豪・オーストラリア 連邦科学産業研究機構&英・バイジェンマ社	23
機能性食品	グルタミン:フルクトース-6-フォスフォアミノトランスフェラーゼ (GFAT)	コムギ	N-アセチルグルコサミン誘導体、グルコサミノグリカン (ヒアルロン) 入り小麦粉生産	独・Bayer Cropscience GmbH	24
機能性食品	10KD ゼイン	サツマイモ	10KD ゼイン: アルコール溶解性タンパク質の増加	中・Heze University	25
機能性食品	スクロース異性化酵素 (イソマルツロース合成酵素、タマネギ腐敗病由来)	サトウキビ	イソマルツロース (商品名パラチノース、抗酸蝕性で低カロリーの代替甘味料); サトウキビ GM カルスでイソマルツロースの蓄積を確認	豪・The University of Queensland of St. Lucia	26

表 5. 2006. -2009 年 1 月に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

(機能性食品・嗜好品) その 2

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
機能性食品	$\beta$ -ケトラーゼ、フィトエン合成酵素	ジャガイモ	ケトカロテノイド、アスタキサンチン生産; 抗酸化、動脈硬化予防	英・スコットランド作物研究所	27
機能性食品	homogentisate phytyltransferase	植物	トコフェロール類: 食品中のビタミン E 含量の増加	韓・Chonbuk National University	28
機能性食品	脂肪酸不飽和化・鎖長延長酵素 ( $\Delta 3$ -, $\Delta 4$ -, $\Delta 5$ -, $\Delta 6$ -, $\Delta 8$ -, $\Delta 12$ -desaturases,	植物	種々不飽和酵素遺伝子と鎖長延長酵素の組み合わせによる長鎖不飽和脂肪酸 (アラキドン酸、エイコサペンタエン酸) の収量向上、栄養機能を強化した飼料、食材、化粧品、医薬品への利用	独・BASF Plant Science G.m.b.H.	29

	fatty acid elongases)				
機能性食品	ヒアルロン酸合成酵素、グルタミン：フルクトース-6-フォスフォ-アミノトランスフェラーゼ(GFAT)、UDP-グルコースデヒドロゲナーゼ	植物	ヒアルロン酸：食品及び飼料成分としてのヒアルロン酸生産	独・Bayer Cropscience GmbH	30
機能性食品	ソルガムスチルベン合成酵素	シロイヌナズナ	シスバイシード(レスベラトロール配糖体)生産	中・香港大学	31
機能性食品	改変アントラニル酸合成酵素	ダイズ	高トリプトファン生産：他の代謝物への影響を調べ、トリプトファン以外に変化が無いことを確認	日・京都大学&科 技構 CREST&北海道 農研セ&東京農業 大学	32
機能性食品	γ-トコフェノールメチルトランスフェラーゼ(γ-TMT、シソ由来)	ダイズ	α-トコフェロール：種子特異的プロモーター制御下でγ-TMTを過剰発現させたGMダイズを2世代に渡って解析し、T2世代でα-トコフェノール含量が10.4倍、β-トコフェノール含量が14.9倍に増加した種子が得られ、ビタミンE活性は、野生型の4.8倍高かった、また、高いα-トコフェノール含量は、貯蔵や発芽に伴う種子油の酸化を防止した。	米・ケンタッキー 大学	33
機能性食品	p-ヒドロキシ安息香酸プレニルトランスフェラーゼ	タバコ	高コエンザイム Q10 生産：機能性成分	日・京都大学&東 洋大学	34
機能性食品	イソフラボン合成酵素+チャルコン異性化酵素	タバコ	非マメ科植物でのイソフラボン生産	米・サミュエル・ ロバーツ・ノー ブル基金	35
機能性食品	イソフラボン合成酵素(IFS、ダイズ由来)、フラボノイド/イソフラボノイド合成関連酵素機能の改変	タバコ、ベ チュニア、レ タス	IFS 導入タバコの花弁、ベチュニア葉と花弁、レタス葉でゲニステイン(ダイズのイソフラボン)生産に成功、IFS 導入とともにフラバノ-3-水酸化酵素発現をアンチセンスにより抑制したタバコでは、ゲニステイン収量が増加した、また、IFSとともにフェニルアラニンアンモニアアゼ(PAL)を過剰発現させると、タバコ花弁、レタス葉においてIFS単独よりもゲニステイン収量が増加した。	中・Peking University	36
機能性食品	アントシアニン還元酵素、PAP1 MYB 転写因子	タルウマ ゴヤシ、タ バコ	フラバノ-3-オール合成：家畜、人の消化性向上	米・ノーベル財団	37
機能性食品	ヤーコン及びキクイモスクローススクロース1-フルクトース転移酵素(1-SST)	テンサイ、シロイ ヌナズナ	フラクトオリゴ糖生産：腸内環境改善、糖尿病予防	日・茨城大学&道立 中央農試	38
機能性食品	ゼイン RNAi	トウモロ コシ	19及び22kDαゼインの減少とともにリジン、トリプトファンを始め、アスパラギン、アスパラギン酸、グルタミン酸の増加：栄養機能向上	米・モンサント社	39
機能性食品	トウモロコシデンプン分岐酵素(sbe2b)アンチセンス	トウモロ コシ	高アミロースデンプン：アミロペクチン合成を抑制し、アミロース含量増加のため、花粉管法により、トウモロコシデンプン分岐酵素(sbe2b)アンチセンスをトウモロコシに導入。GMトウモロコシでは、デンプン分岐酵素の活性が低下し、アミロース含量が顕著に増加。T1世代でのアミロース含量は、2.2-24.9%に増加し、最大59.4%に増加。アンチセンスは、分離比3:1でほとんどのT2世代植物に遺伝したが、一部15:1の分離比を示すものもあった。	中・吉林農業大学	40
機能性食品	シンナモイル CoA 還元酵素 RNAi	トマト	機能性成分(フェノール性化合物)含量増加	仏・ CNRS-Universite Paul Sabatier	41
機能性食品	NADHを補酵素とするグルタミン酸脱水素酵素(トマト由来)	トマト	GM植物の葉でWTの2倍の転写を確認、果実中の遊離アミノ酸含量の増加(2.1-2.3倍)、グルタミン酸含量の増加(約2倍)	日・味の素	42

機能性食品	スチルベン合成酵素、シナピン酸グルコース転移酵素 RNAi	ナタネ	バイシード (レスベラトロール配糖体) ; 心臓病予防、動脈硬化予防	独・ゲオルグアウグスト大学	43.
機能性食品	カロテノイド代謝関連遺伝子7種	ナタネ	アスタキサンチン: 微生物で既に同定されているカロテノイド代謝関連遺伝子7種のそれぞれに種子特異的発現用プロモーター、RubisCo小サブユニット由来トランジットペプチド配列、ターミネーターを連結した遺伝子カセットを作製し、さらに多重遺伝子連結技術により、これらのカセットを連結した発現用プラスミドを構築。これを用いてナタネの形質転換を行い、種子中の総カロテノイド量が非形質転換体に対して19-30倍に増加し、アスタキサンチン等のケト基を有するカロテノイドが検出された。	日・キリン&かずさDNA研&石川県立大学	44
機能性食品	デサチュレース、エロングース	油糧種子作物	長鎖不飽和脂肪酸: 機能性油脂成分の増加	英・ヨーク大学	45
機能性食品	スチルベン合成酵素	リンゴ	バイシード (レスベラトロール配糖体) ; 心臓病予防、動脈硬化予防	独・ハノーヴァー大学	46

表6. 2006-2009年1月に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する論文等  
(経口ワクチン) その1

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
経口ワクチン	コレラ毒素B鎖 (CTB)	イネ	コレラ予防米: グルテリンプロモーター、グロブリンプロモーター、プロラミンプロモーターの3種のプロモーターを連結したCTB遺伝子をイネに導入し、胚乳部分での蓄積量を調査した結果、グルテリンプロモーターを用いたイネで1.5-2.3mg/gの生産量が確認できた。ヒトでは米約1g/回でワクチン効果が期待できる	日・日本製紙&農業生物資源研究所&ロート製薬&東京大学	47, 48
経口ワクチン	インフルエンザウイルスヘマグロチン HA1+CTB	イネ	インフルエンザワクチン米: グルテリンプロモーターを用い、インフルエンザウイルス H1N1 pR8株抗原HAとCTBを連結したワクチン抗原CTB-HA1をイネに導入。米での発現量0.1mg/gに成功。	日・日本製紙&農業生物資源研究所&ロート製薬&東京大学	47, 48
経口ワクチン	Mannheimia haemolytica A1 (牛呼吸器病; パスツレラ性肺炎の原因菌) GS60(54) (外膜リポタンパク質) 抗原	アルファルファ	ウシ肺炎性パスツレラ症予防ワクチン: Mannheimia haemolytica A1 (牛呼吸器病; パスツレラ性肺炎の原因菌) 感染予防、少し短くしたGS60抗原(GS54)を生産。乾燥植物中の抗原は、室温で1年以上安定、植物で生産した抗原をウサギへ注射すると免疫反応を示し、経口投与すると血清反応反転が認められた	加・University of Guelph	49
経口ワクチン	腸毒素産生性大腸菌線毛末端タンパク質	植物	腸毒素産生性大腸菌感染によるブタ胃腸炎の予防	韓	50
経口ワクチン	コレラトキシンBサブユニット-HIV-1 gp41膜近位融合タンパク質 (CTB-MPR649-684)	タバコ	エイズサブユニットワクチン: GMタバコで発現させた融合タンパク質は、5量体に構成され、GM1ガングリオシド結合型であり、高マンノース型のN型糖鎖が結合していた。このタンパク質は、免疫原性とGM1ガングリオシド結合能を示し、マウス投与で粘膜および液性免疫を誘導した。	米・Arizona State University	51
経口ワクチン	大腸菌易熱性腸管毒素Bサブユニット (LT-B)	トウモロコシ	LT-B: 抗下痢剤、免疫賦活剤、5年間の野外圃場試験で明らかになった環境影響評価結果と低レベルのこのコーンの暴露が引き起こすリスクアセスメントについて、ヒト健康影響と生態系の面から報告	米・Iowa State University	52
経口ワクチン	腸管出血性大腸菌 Escherichia coli O157:H7 インチミン (intimin 付着因子)	トマト	腸管出血性大腸菌ワクチン: 2種のプラスミドを用いて、トマトにインチミン遺伝子 (カルボキシル基末端261アミノ酸残基: int261) を導入。1つは、小胞体移行のためのシグナルペプチドを結合したもの、もう1つはシグナルペプチドを結合していないもの。タバコでは、シグナルペプチドを含むコンストラクトで導入すると、発現量は上昇するものの、int261に糖鎖が付加され、免疫原性が変化した。しかし、トマトではシグナルペプチドの付加によりint261の発現量は10倍に増加するが、糖鎖は付加されなかった。得られた	米・Arizona State University	53

			int261 生産トマト果実を凍結乾燥し、ELISA で最も含量が高かった (1g トマト果実当たり 1mg の int261) もの、マウスを用いた動物実験に使用予定である。		
経口ワクチン	マラリアメロゾイト表面タンパク質抗原 (MSP-1, MSP-2, MSP-3)	トマト	マラリア食用ワクチン: 5 種のトマト品種の中から、最も再分化効率の高い 2 種を選んで形質転換法を最適化し、様々なライフサイクルのマラリア原虫の抗原遺伝子をトマトに導入し、トマト果実での抗原発現を調べた	米・Claflin University	54
経口ワクチン	Hepatitis C virus vaccine	ニンジン、ハツカダイコン、サツマイモ、トマト他	C型肝炎ウイルスワクチン	中・Qingdao University of Science and Technology	55
経口ワクチン	腸管出血性大腸菌毒素 B サブユニット (Stx2eB)	レタス、タバコ培養細胞	ブタ浮遊病経口ワクチン: ワクチン抗原生産量向上のため、翻訳エンハンサー の利用、Stx2eB のタンデム連結、シグナルペプチド連結、HA タグおよび小胞体残留シグナル (HDEL) の連結、Stx2eB 間への Pro 残基を含むスペーサー (PG12) の挿入等を検討した結果、Stx2eB 間のスペーサーの長さやアミノ酸配列が、2×2Stx2eB の蓄積レベル向上の重要なファクターであることが明らかとなった。	日・出光興産、奈良県農業総合、奈良先端大、帯藩大	56
経口ワクチン	トリレオウイルス構造タンパク質 SigmaC	アルファルファ	培養細胞での生産を確認	台・成功大学	57
経口ワクチン	ニューキャッスル病 F タンパク質	イネ	ニューキャッスル病予防: 腹腔内投与したマウスで特異抗体産生を確認	中・揚州大学	58
経口ワクチン	ニワトリロイコチトゾーン原虫シゾンド膜タンパク質	ジャガイモ	ニワトリロイコチトゾーン原虫経口ワクチン: 血清抗体価上昇、感染防御効果を確認	日・産総研 (北海道七)	59
経口ワクチン	ロタウイルス VP7	ジャガイモ	ロタウイルスワクチン: 15 世代目のジャガイモでも初代と同様な免疫誘導を摂取マウスで確認	中・第 3 軍医大学	60
経口ワクチン	高病原性トリインフルエンザウイルス (HPAI) ヘマグルチニン (HA) および核タンパク質 (NP)	ジャガイモ	家禽用高病原性トリインフルエンザウイルス (HPAI) ワクチン: HA、NP 抗原を抗原活性を維持したまま発現する GM ジャガイモを作出。葉での発現量は、HA 1-2 μg/g、NP 5-6 μg/g	日・北里大学&産総研	61
経口ワクチン	腸管毒素産生性大腸菌フィンブリア附着因子 FaeG	植物	子豚下痢症予防: 摂取マウスで血清 IgG、IgG 及び糞中 IgA を確認	中・上海交通大学	62
経口ワクチン	アメーバー赤痢病原体 LecA タンパク質	植物	アメーバー赤痢ワクチン	米・中央フロリダ大学	63
経口ワクチン	イヌバルボウイルス (CPV) VP2 タンパク質抗原ペプチド (2L21) + p53 転写因子 4 量体ドメイン (TD, 41 アミノ酸)	シロイヌナズナ	2L21 と TD の融合により、多価抗原の作製に成功し、免疫原性に影響を与えることなく、植物内における 2L21 ペプチドが安定となり、蓄積量が増した。	西・INIA	64
経口ワクチン	ブタ胸膜肺炎菌外毒素 ApxIIA	タバコ	マウスへの経口投与で免疫誘導および感染阻止効果を確認	韓・Chonbuk 大学	65
経口ワクチン	ピロリ菌熱ショックタンパク質 A	タバコ	マウスへの粘膜免疫で血清抗体産生を確認	中・山東大学	66
経口ワクチン	腸管出血性大腸菌不活化志賀型毒素 A サブユニット	タバコ	免疫マウスで粘膜 IgA、中和血清 IgG 産生、感染阻止効果を確認	米・Uniformed Services University of the Health Sciences	67
経口ワクチン	B型肝炎表面抗原 (HBsAg) + ヒト免疫不全症ウイルス (HIV-1) ポリエピトープ	タバコ、シロイヌナズナ	HIV-1/hepatitis B virus 多価ワクチン: ヒト化マウスへ粗エキスを経口投与した結果、抹消リンパ節および脾臓において、抗 HIV 活性特異的な CD8+ T 細胞の誘導を確認	仏・Institut Pasteur, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)、伊・Universita' degli Studi di Milano	68

表 6. 2006-2009 年 1 月に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

## (経口ワクチン) その 2

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
経口ワクチン	SARS-Cov スパイロタンパク質 (S1)	タバコ、レタス (核あるいは葉緑体)	細胞質内での生産を確認	中・香港大学	69
経口ワクチン	大腸菌易熱性腸管毒素 B サブユニット (LT-B)	トウモロコシ	若いマウスと老年期マウスでの免疫誘導の差を試験	米・アイオワ州立大学	70
経口ワクチン	ニューキャッスル病 F タンパク質	トウモロコシ	ニューキャッスル病予防: 摂食させたヒヨコで通常のワクチンと同様の感染阻止効果を確認	メキシコ・Cinvestav Campus Guanajuato	71
経口ワクチン	エンテロウイルス 71 (手足口病) VP1	トマト	摂取マウスで糞中 IgA、血清 IgG を確認	台・台湾大学	72
経口ワクチン	ベスト菌 F1-V 抗原	トマト	抗原を皮下注射したマウスに対し、経口で追加免疫効果を確認	米・アリゾナ州立大学	73
経口ワクチン	ロタウイルス VP2、VP6	トマト	マウスへの腹腔内投与で血清抗体産生を確認	メキシコ・Centro de Investigacion y de Estudios Avanzados del IPN	74
経口ワクチン	HIV ENV、GAG エピトープ+B 型肝炎ウイルス表面抗原	トマト	摂取マウスの血中と糞中に抗体を確認	露・State Research Center of Virology and Biotechnology Vector	75
経口ワクチン	ヒト B 型肝炎ウイルス表面抗原	トマト	人工的に設計した HBV 抗原 (large surface antigen) 遺伝子にタバコの感染特異的蛋白質 S シグナルペプチド遺伝子を 5' 末端に付加し、3' 末端のアミノ酸残基を改変させ、果実特異的プロモーター制御下でトマトに導入した結果、最高で果実中可溶性タンパク質の 0.02% 生産され、大きな果実ほど含量が高く、電子顕微鏡下でウイルス様粒子の存在を確認。	中・Shanghai Academy of Agricultural Sciences	76
経口ワクチン	コレラトキシン B サブユニット (CTB)+小胞体保留シグナル (SEKDEL)	ニンジン	コレラワクチン: アグロバクテリウム形質転換でニンジン根にコレラトキシン B サブユニットを発現。不定胚誘導により、6ヶ月の培養で、14の GM ニンジン植物体を得。植物中の sCTB タンパク質は、低重合体あるいは 5 量体として存在し、GM1 ガングリオシドに対し、強い結合性を有していた。sCTB の発現レベルは、ニンジン根の可溶性タンパク質の 48% であった。	韓・全北大学校	77
経口ワクチン	トリインフルエンザワクチン抗原	ミヤコグサ	トリインフルエンザワクチン	中・Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing	78
経口ワクチン	麻疹ウイルスヘマグルチニン (MV-H)	レタス	レタスエキスのマウスへの腹腔内投与と皮下注射で中和抗体産生を確認、凍結乾燥レタス中では最大 13ヶ月間室温で安定、50℃では最低 1 週間安定であることを確認	豪・The Macfarlane Burnet Institute for Medical Research and Public Health	79
経口ワクチン	大腸菌易熱性腸管毒素 B サブユニット (LT-B)	レタス	レタス葉中の可溶性タンパク質の 1-2% の生産に成功	韓・Chonbuk 大学	80
経口ワクチン	志賀毒素 2e 型 (Stx2e)	レタス	ブタ浮腫病ワクチン: レタスにおける発現量増加のため、細胞質、小胞体、アポプラスト、液胞及び葉緑体局在型 Stx2eB を作製した結果、小胞輸送経路 (小胞体、液胞、アポプラスト) に Stx2eB を輸送することで蓄積量を高められることを確認、また、翻訳エンハンサーとして NtADH5' UTR が有効であることを確認	日・出光興産	81

表7. 2006-2009年1月に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する論文等

## (食用医薬)

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
食用医薬	イヌインターフェロン $\alpha$ (CaINF)	イチゴ	イヌインターフェロン $\alpha$ (イヌ歯周病予防・治療) : 植物工場施設での実証試験開始 (事業性・採算性)	日・産総研	82
食用医薬	ヒトアディポネクチン	イチゴ	ヒトアディポネクチン:CaMV35Sプロモーター制御による形質転換により、イチゴ果実において200ng/g以上の生産量を示すイチゴが得られた。	日・北海三共&産総研&北海道大学&藤田保健衛生大学	83
食用医薬	ウシ $\alpha$ ラクトアルブミン	イチゴ	ウシ $\alpha$ ラクトアルブミン:CaMV35Sプロモーターおよびストロベリーベインバンディングウイルス (SVBV) より新たに探索した花托高発現プロモーター (SV10) 制御によるイチゴ形質転換を行い、SV10系統で果実中の生産量200ng/g以上の系統が得られた。	日・北海三共&産総研&北海道大学&藤田保健衛生大学	83
食用医薬	グルカゴン様ペプチド1	イネ	グルカゴン様ペプチド1 (インスリン分泌促進、糖尿病予防)	日・農業生物資源研究所&三和化学	84
食用医薬	スギ花粉抗原T細胞エпитープ (7Crp)	イネ	スギ花粉症緩和米: 食品としての安全性を動物モデルで試験中	日・農業生物資源研究所&慈恵医大&日本製紙	85
食用医薬	ノボキニン (RPLKPW) ペプチド	イネ	高血圧予防米: ノボキニン (高機能化卵白アルブミン由来オボキニンペプチド) をイネ種子の主要な貯蔵タンパク質であるグルテリンの可変領域に挿入し、グルテリンの一部として高度集積 (1g米中最大約470 $\mu$ g)、この米を粉末化し自然発症高血圧ラット (SHR) に体重1kgあたり1gを経口投与し、2時間後に平均15.6 $\pm$ 4.8mmHgの最大の血圧低下を確認し、経口6時間後も有意な血圧降下を観察	日・農業生物資源研究所	86
食用医薬	ラクトスタチン (IIAEK) ペプチド	イネ	高コレステロール緩和米: 血清コレステロール値低下機能を有する乳清由来ラクトスタチンペプチドを12連結し、複数のグルテリンの可変領域に置換・挿入して目的のラクトスタチンを高蓄積	日・農業生物資源研究所	86
食用医薬	ランブルキナーゼ (ミミズから分離したフィブリノリジンの一種)	植物	脳血栓、心臓血栓、血栓治療薬	中・不明	87
食用医薬	ヒトチオレドキシニン1 (hTRX1)	レタス (葉緑体)	ヒトチオレドキシニン1 (ストレス・炎症・アレルギー抑制) : 葉緑体形質転換ベクターを用い、コドン非改変型およびコドン改変型hTRX1をレタス葉緑体ゲノムに導入し、コドン非改変型の導入においても可溶性タンパク質の約3%を占めるhTRX1生産を確認。	日・奈良先端大学&近畿大学&京都大学&大阪府立大学&三洋電機&レドックスバイオサイエンス&植物ハイテック研究所	88

表8. 2006-2009年1月に公表・出版された薬用及び環境浄化用GM植物に関する論文等

## (ワクチン抗原)

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
ワクチン抗原	鶏ニューカッスル病ウイルス抗原エピトープ+ロイシンジッパー構造	タバコ (ウイルスベクター)	鶏ニューカッスル病ウイルスワクチン: ウイルスベクターをタバコに混合接種し、抗原分子と免疫増強成分が発現し、ロイシンジッパー (補体との結合のため) により会合していることを確認	日・ホクレン&北海道大学&産総研	89
ワクチン抗原	高リスク型ヒトパピローマウイルス (HPV16) E7タンパク質 (HPV16E7)	イネ	子宮頸癌予防ワクチン: イネ種子中でHPV16E7を発現させるため、2種のコンストラクトで導入した。1つはイネ貯蔵タンパク質のグルテリン1 (Glt1) の小胞体シグナルペプチドにE7を連結させたもの、もう1つはプロテインボディにE7を移行させるため、イネレクチンのC末端プロペプチド (CTPP) を利用したものである。いずれもプロモーターはイネグルテリン1プロモーターを用い、発現カセットはタンパク質精製のための6x-His tagとFXaプロテアーゼ認識部位を含んでいる。イネ種子で生産したE7タンパク質のウエスタン解析の結果、CTPPシグナ	米・Arkansas State University	90

			ルを E7 のカルボキシル基末端に付けるとイネ種子のプロテインボディに E7 タンパク質が移行するが、プロテアーゼで切断されにくくなることが判明した。		
ワクチン抗原	ベスト菌 F1-V 抗原-ヒト免疫不全ウイルス HIV-1 gp41 膜近位タンパク質 (MPR649-684)	植物	ベストワクチン: F1-V-MPR649-684 融合タンパク質をウイルスを用いた一過的発現システムで植物に生産させた。	米・Arizona State University	91
ワクチン抗原	鶏ニューカッスル病ワクチン抗原 (HN)	植物細胞	40 世代安定なことをサザン分析で確認し、AFLP で安定性を確認、1000 羽に 2 回投与を 3 カ所で試験し、安全性、有効性を確認し、2006 年 1 月に米国で初の認可を得たが、モデルケースとしての実施のため商品化予定なし、次の動物ワクチンは商品化を指向しており、動物でうまく行けばヒトにも応用予定	米・ダウアグロサイエンス	92
ワクチン抗原	トリインフルエンザ抗原	植物 (植物ウイルス)	高病原性トリインフルエンザウイルス (H5N1) 抗原 (ウイルス様粒子 VLP) : 低容量の H5N1 VLP ワクチンを投与されたマウスでは、致死的な H5N1 トリインフルエンザウイルスチャレンジに対し、100% の防御効果を示し、ワクチン作成時に用いた株と異なる H5N1 ウイルスに対しても防御効果があることを確認	加・メディカゴ社	93
ワクチン抗原	コレラトキシン B サブユニット	タバコ	コレラワクチン	印・インド国立植物研究所	94
ワクチン抗原	ピロリ菌 CagA, UreB	タバコ	ピロリ菌由来 CagA と UreB をコレラトキシン B サブユニット (CTB) との融合タンパク質として生産	中・Zhejiang University	95
ワクチン抗原	ヒトパピローマウイルス 16 型 L1	タバコ	ヒト型コドンで挿入したものが、元の遺伝子配列や植物型コドン改変遺伝子よりも発現量が高く、葉緑体局在型の遺伝子を導入した場合は、細胞質および小胞体結合型にした場合よりも生産量が高く、一過性発現で植物から得られた L1 は、マウスへの腹腔内投与で免疫誘導を確認	南ア・University of Cape Town	96
ワクチン抗原	抗エボラウイルスグライコプロテイン 1 (GP1) 単クローン抗体-GP1 融合タンパク質	タバコ	免疫複合体 (抗原-抗体複合物) は、体液性免疫、細胞性免疫の両方を活性化することが出来る。免疫複合体のワクチン効果を調べるため、タバコで抗エボラウイルス GP1 単クローン抗体-GP1 融合タンパク質をさせた。	米・Arizona State University	97
ワクチン抗原	B 型肝炎表面抗原 (HBsAg)	タバコ (ウイルスベクター)	HBsAg: マウスへの投与で抗体産生を確認	米・Arizona State University	98
ワクチン抗原	ヒト免疫不全ウイルス HIV-1 gp41 膜近位タンパク質 (MPR649-684)	タバコ (ウイルスベクター)	エイズサブユニットワクチン: MPR649-684 単独では免疫原性はないため、B 型肝炎ウイルス外核タンパク質と gp41 を融合させ、ウイルス発現ベクターをタバコ葉に感染させたところ、全可溶性タンパク質の 2% の融合タンパク質生産が確認された。MPR-HBc 融合タンパク質はウイルス様粒子を形成し、その粗精製物をマウスの鼻腔内に投与したところ、MPR に対する強い体液性免疫が誘導された。	米・Arizona State University	99
ワクチン抗原	ブタコレラウイルス (CSFV) E2 糖タンパク質	タバコ (PVX)	ウサギで免疫誘導を確認	伊・Universita degli Studi di Perugia	100
ワクチン抗原	トリインフルエンザ A ウイルス M2e 外部ドメインペプチド	タバコ (PVX)	高病原性トリインフルエンザウイルス (H5N1) 抗原: 高病原性トリインフルエンザウイルス (H5N1) 抗原エpitep をウイルス様粒子 (VLP) として生産	米・USDA	101
ワクチン抗原	ポリオウイルス I 型カプシドタンパク質 VP1, VP3	タバコ (TMV)	マウスへの腹腔内投与で抗体産生を確認	日・大阪大学	102
ワクチン抗原	ヒト免疫不全ウイルス HIV-1 外被タンパク質 gp41-Gag (ウイルス外被構成タンパク質)	タバコ (TMV)	エイズサブユニットワクチン: Gag/gp41 キメラタンパク質を TMV を用いた一過的発現システムでタバコ葉に生産させたところ、径約 100nm のウイルス様粒子 (VLPs) が形成された。この Gag を基にした VLPs の結果は、他の HIV-1 エンベロープを VLPs として発現させることが可能なことを示している。	米・Arizona State University	103

ワクチン抗原	ワタオウサギバピローマウイルス L1 カプシドタンパク質	タバコ (核あるいは TMV)	ウサギでの免疫誘導及び感染阻止効果を確認	南ア・ケープタウン大学	104
ワクチン抗原	炭疽病防御抗原 (PA)	タバコ (葉緑体)	最高可溶性タンパク質の 14.2% の生産に成功し、マウスへの皮下注射で感染阻止効果を確認	米・中央フロリダ大学	105
ワクチン抗原	ジフテリア菌、百日咳菌および破傷風菌外毒素エпитープ (DPT)	タバコ (葉緑体)	ジフテリア菌、百日咳菌および破傷風菌外毒素エピトープ (三種混合ワクチン) ; DPT エピトープをタバコ葉緑体に導入したところ、4 系統で発現を確認した。ELISA の結果、DPT タンパク質は抗 DPT 毒素抗体により認識された。ウエスタン解析の結果、葉緑体形質転換でのタバコ葉での DPT エピトープの生産量は、以前にトマト核形質転換で得られた生産量の 100 倍高く、新世代の DPT サブユニットワクチン生産が期待できる。	米・University of Illinois	106
ワクチン抗原	腸毒素産生性大腸菌 (ETEC) 耐熱性毒素 (ST) -大腸菌易熱性腸管毒素 B サブユニット (LT-B)	タバコ (葉緑体)	腸毒素産生性大腸菌 (ETEC) ワクチン: 葉緑体 16S リボソーム RNA 遺伝子プロモーターと T7 フェージの遺伝子 10 の 5' 非翻訳領域に連結した LT-B-ST 融合タンパク質遺伝子をタバコ葉緑体形質転換により導入したところ、全可溶性タンパク質の 2.36% の生産量であった。	米・University of Illinois	107
ワクチン抗原	トリインフルエンザヘマグルチニン (HA)	タバコ培養細胞 NT-1	HA1 ポリペプチド: マウスへ投与し感染阻止効果を調べた結果、粗エキスクワクチンは、精製ワクチンよりも抗体価が高く、感染阻止効果および他の種類のウイルス阻止効果も高かった	米・Dow Agrosciences LLC	108

表 9. 2006-2009 年 1 月に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

(抗体医薬)

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
抗体医薬	Single chain Fv gene of monoclonal antibody 3G1 against Hantaan virus	シロイヌナズナ	ハンターンウイルス (腎症候性出血熱原因ウイルス、げっ歯類媒介の畜共通感染症) 抗体	中・Xian University of Arts and Science	109
抗体医薬	ヒト化抗 CD20 単抗体	ウキクサ	ヒト化抗 CD20 単抗体: 非ホジキン性リンパ腫治療、糖鎖を最適化することで、標準薬のリツキシマブに比べて細胞毒性を向上し、副作用を軽減 (前臨床)	米・バイオレッククス	110
抗体医薬	抗ヒト CD20 ヒト・マウスキメラモノクローナル抗体、 $\alpha 1, 3$ -フコース転移酵素 (FucT) RNAi、 $\beta 1, 3$ -キシロース転移酵素 (XylT) RNAi	ウキクサ (Lemna)	フコース、キシロース付加のないリツキシマブ (rituximab) ; Lemna で生産したリツキシマブは、ほ乳動物細胞で生産したリツキシマブと同様の CD20 結合能とより高い抗体由来の細胞毒性および B 細胞減少作用を血液全体に対し示した。より高い活性と、少ない副作用が期待できる。	米・バイオレッククス	111
抗体医薬	ウサギ出血性疾患ウイルス VP7	植物	ワクチン: マウスで免疫活性化を確認	西・INIA	112
抗体医薬	IgG、IgG 単鎖、植物由来 calreticulin	植物	治療用抗体: 植物由来 calreticulin により抗体収量が 2 倍に増加	米・ラトガース大学	113
抗体医薬	ラクダ抗 MUC1 ムチン単一可変領域抗体断片	タバコ	抗癌抗体	イラン・Tarbiat Modares 大学	114
抗体医薬	抗コクシジウムニワトリ sIgA	タバコ	コクシジウム結合性の V 鎖をファージ提示法で選抜し、人工的に IgA を合成、IgA H 鎖、L 鎖、J 鎖、分泌片をタバコで発現させ sIgA を作成	オランダ・ワーニンゲン大学	115
抗体医薬	抗ボツリヌス菌 A 型毒素抗体 Fv 単鎖	タバコ	抽出マウス筋を用いた試験でタバコで生産した抗体 Fv 単鎖が神経筋接合部においてボツリヌス菌 A 毒素の麻痺作用を中和することを確認	加・グエルフ大学	116
抗体医薬	ヒト抗 HIV 単クローン抗体	タバコ	効率的なタバコからの抗体抽出法を検討	ギリシア・アテネ農業大学	117



抗体医薬	抗 2 本鎖 RNA 抗体	タバコ	導入遺伝子の細胞内発現部位を変化させ抗体の安定性・生産性を検討	ハンガリー・生物学研究所	118
抗体医薬	抗レイス Y 糖鎖抗原単クローン抗体	タバコ	抗癌抗体：低アルカロイドタバコで生産した抗体で乳癌細胞および結腸癌細胞の細胞毒性を確認、結腸癌を移植したヌードマウスで制癌作用を確認	米・トーマスジェファソンン大学	119
抗体医薬	ヒト抗狂犬病ウイルス単クローン抗体	タバコ	タバコ培養細胞で、30 $\mu$ g/g 乾燥重 (0.5mg/L) の生産に成功	米・トーマスジェファソンン大学	120
抗体医薬	シロイヌナズナキシロース転移酵素+ヒト $\beta$ 1-4ガラクトース転移酵素 I	タバコ	マウス単クローン抗体産生タバコと交配し、植物型糖鎖が著しく減少した (低アレルゲン性) 抗体を生産	蘭・ワーニンゲン大学	121
抗体医薬	ヒト N-アセチルグルコサミン転移酵素 (GnT)-III、抗体	タバコ	GnT-III 導入植物で生産した抗体の N-グリカンのほとんどは 2 分岐型であり、抗体の品質向上が示唆された。	蘭・ワーニンゲン大学	122
抗体医薬	IgG 抗体	タバコ	IgG 抗体：IgG 抗体をアポプラスト、細胞膜あるいは小胞体に蓄積する GM タバコを用い、種々の葉からの抗体抽出法を検討した結果、蓄積部位の違いにより、最適な抽出条件が異なることが判明し、抽出バッファーへの界面活性剤の添加は抽出効率を改善したが、蓄積部位の違いによりその効果は異なっていた	英・University College London	123
抗体医薬	単クローン抗体 (mAb)、 $\alpha$ 1,3-フコース転移酵素 (FucT) RNAi、 $\beta$ 1,2-キシロース転移酵素 (XylT) RNAi	タバコ	ヒト型糖鎖の単クローン抗体：個別に RNAi を導入した組換え植物ではわずかながらフコースあるいはキシロースが付加された単クローン抗体が得られたが、両方を発現させた植物では、フコースおよびキシロースが付加しない単クローン抗体が得られ、何世代も安定であった。	ベルギー・Bayer BioScience	124
抗体医薬	血液型タイピング IgGC5-1	タバコ (Nicotiana benthamiana: ササゲモザイクウイルス)	血液型タイピング IgGC5-1: IgG 遺伝子を RNA-2 全長または RNA-2 遺伝子を短くした断片に挿入したササゲウイルスベクターを作製し、アグロバクテリウムを介し、RNA-1 存在下でタバコ葉にウイルス感染を行い、IgG を生産させた。どちらのベクターでも IgG 生産が認められたが、RNA-2 を短くして遺伝子導入を行ったウイルスの方が、生産量が高かった。また、抗体重鎖の C 末端に小胞体維持シグナルを付加すると生産量が増加した。	英・John Innes Centre & 加・Medicago Inc	125
抗体医薬	抗 HIV-1 単クローン抗体 2G12、RNAi による糖鎖修飾変化	タバコ (Nicotiana benthamiana)	種々の N 型糖鎖を有する抗 HIV-1 単クローン抗体：野生型タバコおよび RNAi により糖鎖修飾を変化させたタバコで単クローン抗体を生産させ、抗体原性およびアレルゲン性を調査。植物型糖鎖修飾 (野生型植物で生産) を受けた単クローン抗体をウサギに免疫すると、様々な糖タンパク質に反応する IgG 抗体が産生され、また、アレルギー患者血清の IgE に強い反応性を示した。一方、植物型糖鎖修飾を受けない植物で生産した IgG は、アレルギー患者血清由来の IgE と結合しなかった。	オーストリア・University of Natural Resources and Applied Life Sciences & 独・アーヘン工科大学	126
抗体医薬	ヒト化単クローン抗体	トウモロコシ	ヒト化単クローン抗体を種子で生産	米・モンサントプロテインテクノロジー社	127
抗体医薬	抗 HIV モノクローナル抗体	トウモロコシ	HIV 抗 HIV モノクローナル抗体：感染予防、トウモロコシ由来の抗体と CHO 由来の抗体のウイルス中和活性を調べた結果、トウモロコシ由来の抗体の方が約 3 倍活性が高かった	西・Universitat de Lleida	128
抗体医薬	抗 HIV-1 単クローン抗体 2G13+KDEL+蛍光マーカータンパク質 (DsRed)	トウモロコシ	抗 HIV-1 単クローン抗体 2G13: 単クローンと蛍光マーカータンパク質 (DsRed) とともにトウモロコシ胚乳で生産。生産された抗体の重鎖は、ゴルジ特異的な糖鎖修飾 (フコース、キシロース) を欠いており、ほとんどの糖鎖が除かれていた。これは胚乳内在のグリカナーゼによるものと思われる。生産された単クローン抗体は、CHO で生産されたものと同等かそれ以上の HIV 中和活性が認められた。	独・アーヘン工科大学 & オーストリア・University of Natural Resources and Applied Life Sciences	129
抗体医薬	抗コキシジウムニワトリ IgA	トマト	抗体遺伝子をもつアグロバクテリアを果実に注射し、トマト果実内での IgA 生産に成功	蘭・ワーニンゲン大学	130

抗体医薬	抗ウイルスY抗原抗体、フコース転移酵素ノックアウト	ヒメツリガネゴケ	抗ウイルスY抗原抗体：コケは半数体でクローン増殖が可能で短期間で大量に増産でき、相同組換えによる遺伝子ノックアウトが可能。遺伝子導入も容易で全ゲノム解読終了。抗ウイルスY抗原抗体活性の上昇、副作用軽減。	独・Greenovation	131
------	---------------------------	----------	---	----------------	-----

表 10. 2006-2009 年 1 月公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

(治療薬)

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
治療薬	アポリポロタン A-I	イネ	アポリポロタン A-I 2 量体及び多量体 (apo A-I、HDL の主要な構成成分、HDL の代謝に関与、コレステロール代謝異常の改善) : 種子特異的プロモーターの利用により、種子中に apo A-I を蓄積、この種子から作製したライスミルク中の apo A-I は 4°C で 63 日間安定であることを確認	伊・Plantechno S.r.l.	132
治療薬	ヒトプラスミン (フィブリン分解酵素)	ウキクサ	プラスミン (血栓溶解) 2008 年前半に第 1 層臨床試験開始予定、2008 年後半に深部静脈血栓症、エコノミークラス症候群を対象に第 2 相 a 試験予定	米・バイオレックス	133
治療薬	ヒト I 型コラーゲン α 1(CIa1) 鎖	オオムギ	CIa1 : ドラッグデリバリー担体	フィンランド・VTI Technical Research Centre of Finland	134
治療薬	UDP-グルコシルトランスフェラーゼ、モルヒネ脱水素酵素、モルヒネ還元酵素	ケシ	モルフィナンアルカロイド類 : コドン最適化した UDP-グルコシルトランスフェラーゼ、モルヒネ脱水素酵素、モルヒネ還元酵素の導入により、アルカロイド量が増加	米・Ceres, Inc.	135
治療薬	ヒトインスリン	植物	ヒトインスリン (糖尿病治療薬)	中・Jilin Agricultural University	136
治療薬	β-アミリン合成酵素	植物	トリテルペンサポニン類の含量増加	米・不明	137
治療薬	組織プラスミノゲン活性化物質	植物	組織プラスミノゲン活性化物質 (血栓溶解薬)	韓	138
治療薬	パラオキソナーゼ 1 (PON-1)	植物(ウイロスペクターも含む)	パラオキソナーゼ 1 (PON-1、有機リン系神経毒、化学兵器中毒の治療薬) : PON-1 を植物で生産するため、アグロバクテリウムによる形質転換、植物ウイルス感染による一過的タンパク質発現システムを比較した。	米・Arizona State University	139
治療薬	シアノウィリン N	タバコ	cyanovirin-N (抗ウイルスタンパク質) 生産 ; エイズ治療薬	英・ロンドンセントジョージ大学	140
治療薬	トリファルネシル 2 リン酸合成酵素、テルペン合成酵素	タバコ	パチョロール (タキソール前駆体) の生産	米・ケンタッキー大学	141
治療薬	ヒト α-L-イゾロニダーゼ、Abscisic Acid Insensitive3 (CnABI3、アラスカヒノキ由来)、アルセリン 5-2 遺伝子 5' フランキング、シグナルペプチド、3' フランキング (サヤインゲン由来)	タバコ	イゾロニダーゼ (ムコ多糖症治療薬) : イゾロニダーゼ遺伝子のみ導入では生産量が低い、CnABI3 の共発現により、特に ABA 存在下において生産量が増加し、さらに、ER 移行シグナルペプチドの不可により、生産量が増加した。	加・Simon Fraser University	142
治療薬	クロレラウイルス由来ヒアルロン酸合成酵素 (cvHAS)、UDP-グルコースデヒドロゲナーゼ (Ugd)、グルタミン : フルクトース-6-リン酸アミドトランスフェラーゼ (GFAT)	タバコ	ヒアルロン酸 : cvHAS、Ugd および GFAT を連結した三重遺伝子を導入した形質転換タバコでは、ヒアルロン酸生産量が著しく向上した。	日・東洋紡	143
治療薬	ヒトアセチルコリンエステラーゼ (AChE)	タバコ	ヒトアセチルコリンエステラーゼ (AChE、有機リン系神経毒、化学兵器中毒の治療薬) : 発現カセット	米・Arizona State	144

			および精製法を最適化してタバコで生産させた AChE は、ほ乳動物由来の AChE と同様の酵素活性を示し、さらに、甚だしくひどい有機リン系神経毒中毒の臨床症状を完全に緩和することが出来、長時間有効であった。	University	
治療薬	GDP-D-マンノース-4, 6-脱水酵素 (GMD)	タバコ (ウイルスベクター)	植物型糖鎖付加の抑制; キュウリモザイクウイルス (CMV) ベクターを用いたウイルス誘導ジンサイレンシング (VIGS) 法により GMD 遺伝子ノックダウンを試みた。GMD 遺伝子の一部を CMV ベクターに導入して GMD 遺伝子抑制用のウイルスベクターを構築し、タバコへ接種し糖鎖へのフコース修飾の抑制を試みた結果、フコース修飾が削除された糖鎖の増加およびフコース修飾糖鎖の減少が観察された。	日・産総研	145
治療薬	酸性線維芽細胞成長因子	タバコ、ダイズ、シロイヌナズナ (CMV)	酸性線維芽細胞成長因子 (aFGF、細胞分裂誘起、血管新生)	日・産総研	146
治療薬	ヒトブチルコリンエステラーゼ (BChE)	タバコ (TMV も含む)	ヒトブチルコリンエステラーゼ (BChE、有機リン系神経毒、化学兵器中毒の治療薬): タバコで BChE を生産するため、アグロバクテリウムによる形質転換、2 種の組換え植物ウイルス (TMV:MagnICON およびインゲン黄萎ウイルス: EPEPE) 感染による一過的タンパク質発現システムを比較した。	米・Arizona State University	147
治療薬	CD14	タバコ (ジャガイモウイルス X)	感染症予防: ウシで乳腺炎予防効果を確認	米・USDA	148
治療薬	マウスインターロイキン 12 (mIL-12)	タバコ (毛状根培養)	マウスインターロイキン 12 (mIL-12): タバコ毛状根培養による mIL-12 生産スケールアップのため、フラスコでの振とう培養、ミストリアクター、エアリーフリアクターでの培養を検討した結果、フラスコでの振とう培養が最も新鮮重量、mIL-12 生産量が高く、毛状根中の含量 76.2 μg/g 新鮮重、培地中の濃度 167.6 μg/L であった。	米・Arkansas State University	149
治療薬	アプロチニン	タバコ (葉緑体)	アプロチニン (セリンプロテアーゼ阻害薬、心臓血管外科等での手術における血液、体液等の漏出防止)	仏・Bayer BioScience	150
治療薬	ヒトカルシトニン	タバコ培養細胞 BY-2	ヒトカルシトニン (変形性関節症において軟骨保護作用を示し、骨痛に対し鎮痛作用を持つ): 植物用発現ベクター pCambia にクローン化したカルシトニン遺伝子を組み込み、細菌の選抜マーカーはカナマイシン耐性、植物での選抜はハイグロマイシンとし、アグロバクテリウム・ツメファシエンシス C58C1 を形質転換し、植物の形質転換に用いた。	ヨルダン・University of Jordan	151
治療薬	ヒトグルコセレブロシダーゼ、α-ガラクトシダーゼ	ニンジン (細胞培養)	高マンノースリソソーム酵素 (リソソーム蓄積症治療薬): ニンジン培養細胞で生産された酵素が、Man/GlcNAc レセプターを介し、標的マクロファージに取り込まれ、機能していることを確認、マウスへの投与では、最高濃度においても副作用は認められなかった	イスラエル・Protalix Ltd.	152
治療薬	アグロバクテリウム・リゾジェネシス T-DNA、GUS、NPTII	ラッカセイ	レスベラトロールの効率的生産のため、A. r. 15834 を感染させ、ラッカセイ毛状根を誘導した。	韓・Seoul National University	153

表 11. 2006-2009 年 1 月に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

(診断薬・試薬)

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
診断薬・試薬	詳細不明	イネ	細胞培養成分: 細胞培養に必須の成分をイネで生産	米・Ventria Bioscience	154
診断薬・試薬	セルラーゼ E1 (放線菌由来)、exo-cellulohydrolase cbh1 (糸状菌由来)、dextranase (連鎖球菌由来)	イネ、タバコ、トウモロコシ	タンパク質は、葉緑体またはアポプラストに蓄積させるため、ルビスコスモールサブユニットのシグナルペプチドやタバコの感染特異的蛋白質 1a を利用、粉碎した GM 植物は、植物材料のリグノセ	米・ミシガン州立大学	155

	来)、 $\beta$ -glucosidase (嫌気性陽性桿菌由来、反刍胃内細菌由来)、ligninase (担子菌由来)、xylanase (糸状菌由来)、Flowering Locus C (FLC)		ルコースを発酵可能な糖に分解できる、バイオマス増加のため、花成を遅延させる Flowering Locus C (FLC) 遺伝子も導入している		
診断薬・試薬	ヒトメタルチオネイン	植物	ヒトメタルチオネイン：オイルボディタンパク質との融合タンパク質として生産	中・Jilin Agricultural University	156
診断薬・試薬	プレプロキモシン	植物 (種子)	プレプロキモシン：キモシン商業生産のための植物種子での発現方法について記載。この手法では、少なくとも全種子タンパク質の 0.5% をキモシンが占める。また、種子からのキモシン単離の改良法、プレプロキモシンキメラ遺伝子を搭載した植物用形質転換ベクターについても記載。	加・Sembiosys Genetics Inc.	157
診断薬・試薬	抗ダイオキシン単鎖抗体 (scFV)	タバコ (ウイルスベクターも含む)	大量生産を検討するため、形質転換タバコとキュウリモザイクウイルス (CMV) ベクターによる発現の比較を行った結果、CMV ベクター接種上葉の発現量が、最も発現量が高い形質転換タバコの約 7 倍であることが判明した。さらにこのとき、ポティウイルスを重複感染させることにより、さらに生産量を増加させることが判明した。	日・産総研	158

表 12. 2006-2009 年 1 月に公表・出版された薬用及び環境浄化用 GM 植物に関する論文等

(環境浄化)

区分	導入遺伝子	作物	生産物・機能及び特徴等	研究・開発国	文献
環境浄化	不明	カラシナ	鉢植え植物を用いた試験で、組換えにより重金属を蓄積するようになった植物は、重金属耐性を持ち、土壌中のクロムを茎葉部に蓄積した。	印・Jawaharlal Nehru Technological University	159
環境浄化	ヘビノネコザとの交差または細胞融合	シダ植物	土壌中の重金属除去	日・電力中央研	160
環境浄化	LEA (late embryogenesis abundant protein)、aquaporins、Cation-efflux transport proteins	シバ	乾燥耐性、重金属耐性	中・China University of Mining and Technology	161
環境浄化	亜硝酸還元酵素 (シロイヌナズナ由来)	シャリンバイ	二酸化窒素同化、大気中窒素酸化物の減少	日・科学技術振興機構	162
環境浄化	1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸 (ACC) 脱アミノ酵素	植物	植物のストレスと関連の深いエチレンレベルを導入遺伝子で下げるにより、ストレス耐性植物を作出	加・University of Waterloo	163
環境浄化	LinA ( $\gamma$ -HCH デヒドロクロリナーゼ、Sphingomonas paucimobilis リグニン由来芳香族化合物の分解菌由来)	植物	土壌中の $\gamma$ -ヘキサクロロシクロヘキサン ( $\gamma$ -HCH、リンダン、昔殺虫剤として使用された) 分解	西・Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial "Esteban Terradas"	164
環境浄化	鉄輸送タンパク質 (ヘビノネコザ由来)	植物	土壌中のカドミウム除去	日・電力中央研	165
環境浄化	CDR1、CDR2 (タバコ由来)	植物	活性酸素除去、重金属耐性、耐塩性向上	日・日本製紙	166
環境浄化	亜硫酸酸化酵素	植物	亜硫酸酸化酵素の改変による二酸化硫黄耐性植物または感受性植物の作出：亜硫酸塩生成化合物の除去、殺菌剤としての利用または二酸化硫黄生成物質のモニタリン	イスラエル・Yeda Research and Development Co. Ltd.	167