

表 2 . 食経験が認められる酵母

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
1	清酒	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			日本
2	ワイン	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			世界中
3	アップルワイン	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>S. bayanus</i>		世界中
4	テーブルワイン	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>S. uvarum</i>		
5	ビール	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>S. uvarum</i> , <i>S. carlsbergensis</i>		世界中
6	シェリー酒	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>S. bayanus</i>		世界中
7	みそ	<i>Candida versatilis</i>			日本
8	みそ	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Saccharomyces rouxii</i>		
9	しょうゆ	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>			日本、中国
10	ケフィヤー	<i>Torula kefir</i>	(旧)		旧ソ連
11	パン	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			世界中
12	タペ	<i>Saccharomycopsis fibuliger a</i>	<i>Endomyces fibuligera</i>		インドネシア
13	プト	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			フィリピン
14	ラオチャオ	<i>Saccharomycopsis fibuliger a</i>	<i>Endomyces fibuligera</i>		中国、インドネシア
15	微生物タンパク	<i>Kluyveromyces marxianus var. lactis</i>	<i>K. lactis</i>		フランス
16	微生物タンパク	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			世界中
17	酵母エキス	<i>Candida utilis</i>			世界中
18	酵母エキス	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			世界中
19	種酵母(みそ, しょうゆ)	<i>Candida versatilis</i>	<i>Torulopsis versatilis</i>		東洋
20	種酵母	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Saccharomyces rouxii</i>		東洋
21	ラギ	<i>Saccharomycopsis fibuliger a</i>	<i>Endomycopsis fibuligera</i>		インドネシア

表 3 . 食経験が認められる発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
1	清酒	<i>Lactobacillus sake</i>			日本
2	清酒	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>			日本
3	ワイン	<i>Lactobacillus plantarum</i>			世界中
4	ワイン	<i>Leuconostoc oenos</i>			世界中
5	醸造酢	<i>Acetobacter aceti</i> subsp. <i>aceti</i>	<i>A. aceti</i>	酢酸菌	世界中
6	醸造酢	<i>Acetobacter pasteurianus</i>	<i>A. rancens</i>	酢酸菌	世界中
7	中国酢	<i>Acetobacter xylinum</i>			中国
8	みそ	<i>Pediococcus halophilus</i>			
9	しょうゆ	<i>Pediococcus halophilus</i>			日本
10	チーズ	<i>Brevibacterium linens</i>			世界中
11	チーズ	<i>Lactobacillus casei</i>			世界中
12	チーズ	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>L. bulgaricus</i>	ブルガリア菌	世界中
13	チーズ	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>L. lactis</i>		世界中
14	チーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>		世界中
15	チーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>		世界中
16	チーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>		世界中
17	チーズ	<i>Streptococcus sarivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>	<i>S. thermophilus</i>		世界中
18	カマンベール チーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>		世界中
19	カマンベール チーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i>		世界中
20	クリームチー ズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>		
21	クリームチー ズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i>		
22	クリームチー ズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>diacaetylactis</i>		
23	ゴータチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus cremoris</i>		世界中
24	ゴータチーズ	<i>Streptococcus lactis</i> var. <i>hollandicus</i>	(旧)		北オランダ(原産)

表 3 . 食経験が認められる発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
25	コテージチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.c remoris	<i>Streptococcus</i> s cremoris		
26	コテージチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus</i> s lactis		
27	スイスチーズ	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			スイス
28	スイスチーズ	<i>Lactobacillus casei</i>			スイス
29	スイスチーズ	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp.bulgaricus	L.bulgaricus	ブルガリア 菌	スイス
30	スイスチーズ	<i>Propionibacterium freuden</i> reichii	P.shermanii	プロピオン 酸菌	
31	スイスチーズ	<i>Streptococcus sarivarius</i> s ubsp.thermophilus	S.thermophil us		スイス
32	チェダーチーズ	<i>Lactobacillus casei</i>			
33	チェダーチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.c remoris	<i>Streptococcus</i> s cremoris		
34	チェダーチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus</i> s lactis		
35	ブリックチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.c remoris	<i>Streptococcus</i> s cremoris		
36	ブリックチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus</i> s lactis		
37	ブリックチーズ	<i>Micrococcus freudenreichii</i>	(旧)		
38	ブリックチーズ	<i>Staphylococcus caseolyticu</i> s	<i>Micrococcus</i> caseolyticus		
39	ブリックチーズ	<i>Streptococcus sarivarius</i> s ubsp.thermophilus	S.thermophil us		
40	ブルーチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.c remoris	<i>Streptococcus</i> s cremoris		世界中
41	ブルーチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus</i> s lactis		世界中
42	フレッシュチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.d iacetilactis	<i>Streptococcus</i> s diacetilac tis		
43	リンブルガーチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus</i> s lactis		世界中
44	ロマドゥールチーズ	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus</i> s lactis		世界中
45	バター	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.d iacetilactis	<i>Streptococcus</i> s diacetilac tis		
46	バタークリーム	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.c remoris	<i>Streptococcus</i> s cremoris		世界中

表 3 . 食経験が認められる発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
47	バタークリーム	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus lactis</i> sub sp.diacetyl actis		世界中
48	バタークリーム	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus lactis</i>		世界中
49	発酵バター	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.c remoris	<i>Streptococcus cremoris</i>		世界中
50	発酵バター	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.d iacetilactis	<i>Streptococcus diacetylac tis</i>		世界中
51	発酵バター	<i>Lactococcus lactis</i> subsp.l actis	<i>Streptococcus lactis</i>		世界中
52	発酵バター	<i>Leuconostoc cremoris</i>	<i>L.citrovorum</i>		世界中
53	低乳糖牛乳	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp.bulgaricus	<i>L.bulgaricus</i>	ブルガリア 菌	
54	非発酵乳	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			
55	発酵乳	<i>Bifidobacterium bifidum</i>		ビフィズス 菌	
56	発酵乳	<i>Bifidobacterium breve</i>			
57	発酵乳	<i>Bifidobacterium longum</i>			
58	発酵乳	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			世界中
59	発酵乳	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp.bulgaricus	<i>L.bulgaricus</i>	ブルガリア 菌	
60	発酵乳	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>L.jugurti</i>		
61	発酵乳	<i>Streptococcus sarivarius</i> s ubsp.thermophilus	<i>S.thermophilus</i>		
62	乳酸菌飲料	<i>Bifidobacterium bifidum</i>		ビフィズス 菌	世界中
63	乳酸菌飲料	<i>Bifidobacterium infantis</i>			世界中
64	乳酸菌飲料	<i>Bifidobacterium longum</i>			世界中
65	乳酸菌飲料	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			世界中
66	乳酸菌飲料	<i>Lactobacillus casei</i>			世界中
67	乳酸菌飲料	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp.bulgaricus	<i>L.bulgaricus</i>	ブルガリア 菌	世界中
68	乳酸菌飲料	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>L.jugurti</i>		世界中
69	乳酸菌飲料	<i>Streptococcus sarivarius</i> s ubsp.thermophilus	<i>S.thermophilus</i>		世界中
70	ヨーグルト	<i>Bifidobacterium bifidum</i>		ビフィズス 菌	世界中
71	ヨーグルト	<i>Bifidobacterium breve</i>			世界中
72	ヨーグルト	<i>Bifidobacterium infantis</i>			日本
73	ヨーグルト	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			世界中

表 3 . 食経験が認められる発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
74	ヨーグルト	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>L. bulgaricus</i>	ブルガリア 菌	世界中
75	ヨーグルト	<i>Lactobacillus helveticus</i>			世界中
76	ヨーグルト	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>c</i> <i>remoris</i>	<i>Streptococcus</i> <i>cremoris</i>		
77	ヨーグルト	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>l</i> <i>actis</i>	<i>Streptococcus</i> <i>lactis</i>		
78	ヨーグルト	<i>Streptococcus sarivarius</i> s ubsp. <i>thermophilus</i>	<i>S. thermophilus</i>		世界中
79	サワークリーム	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>d</i> <i>iacetilactis</i>	<i>Streptococcus</i> <i>diacetylac-</i> <i>tis</i>		世界中
80	サワークリーム	<i>Leuconostoc cremoris</i>			世界中
81	サワーデュー	<i>Lactobacillus sanfrancisco</i>			
82	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Bifidobacterium bifidum</i>		ビフィズス 菌	世界中
83	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Bifidobacterium breve</i>			世界中
84	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Bifidobacterium infantis</i>			世界中
85	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Bifidobacterium longum</i>			
86	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus</i> <i>faecalis</i>		
87	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			
88	乳酸菌製剤 (人体用)	<i>Lactobacillus casei</i>			
89	健康食品	<i>Bifidobacterium sp.</i>			
90	健康食品	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus</i> <i>faecalis</i>		
91	健康食品	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			
92	クワス	<i>Acetobacter xylinum</i>			ハリ
93	ケフィヤー	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>L. bulgaricus</i>	ブルガリア 菌	エーカス山岳 地帯
94	ケフィヤー	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>c</i> <i>remoris</i>	<i>Streptococcus</i> <i>cremoris</i>		旧ソ連
95	ケフィヤー	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>l</i> <i>actis</i>	<i>Streptococcus</i> <i>lactis</i>		エーカス山岳 地帯
96	漬物全般	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>L. pentoceticus</i>		世界中
97	漬物全般	<i>Lactobacillus plantarum</i>			
98	漬物全般	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>			

表 3 . 食経験が認められる発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
99	漬物全般	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			世界中
100	スンキ	<i>Lactobacillus brevis</i>			日本
101	碁石茶	<i>Lactobacillus plantarum</i>			日本
102	阿波番茶	<i>Lactobacillus plantarum</i>			日本
103	グンドルック	<i>Lactobacillus plantarum</i>			バル
104	ザワークラウト	<i>Lactobacillus brevis</i>			世界中
105	ザワークラウト	<i>Lactobacillus plantarum</i>			世界中
106	ピクルス	<i>Lactobacillus brevis</i>			世界中
107	ピクルス	<i>Lactobacillus plantarum</i>			世界中
108	ミアン	<i>Lactobacillus plantarum</i>			タイ
109	レペット	<i>Lactobacillus plantarum</i>			バル
110	いか塩辛	<i>Micrococcus</i> sp.			日本
111	糸引納豆	<i>Bacillus subtilis</i>	B.natto	枯草菌、納豆菌	日本
112	サンフランシスコサワーブレット	<i>Lactobacillus sanfrancisco</i>			
113	発酵ソーセージ	<i>Lactobacillus plantarum</i>			世界中
114	発酵ソーセージ	<i>Pediococcus acidilactis</i>			
115	発酵ソーセージ	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		世界中
116	ココナツサップ	<i>Lactobacillus casei</i>			フィリピン
117	ナタ	<i>Acetobacter xylinum</i>	A.aceti subs p.xylinum		フィリピン
118	プト	<i>Lactobacillus plantarum</i>			フィリピン
119	発酵豆乳	<i>Lactobacillus acidophilus</i>			
120	発酵豆乳	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>			
121	発酵豆乳	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp.bulgaricus	L.bulgaricus	ブルガリア菌	世界中
122	発酵豆乳	<i>Lactobacillus helveticus</i>	L.jugurti		
123	発酵豆乳	<i>Lactobacillus plantarum</i>			
124	発酵豆乳	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>			
125	発酵豆乳	<i>Streptococcus sarivarius</i> s ubsp.thermophilus	S.thermophilus		
126	くさや	<i>Corynebacterium kusaya</i>	(旧)		日本
127	Tea fungus	<i>Acetobacter</i> sp.			
128	発酵茶	<i>Lactobacillus plantarum</i>			日本、タイ

表 4 . 食経験はあるが吟味が必要な糸状菌

製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
1 ムルチャ	<i>Mucor circinelloides</i> f.cir cinelloides	<i>M.circinello</i> ides		
2 ムルチャ	<i>Mucor indicus</i>	<i>M.rouxianus</i>		インド
3 ムルチャ	<i>Mucor</i> sp.			
4 ムルチャ	<i>Rhizopus</i> sp.			
5 しょうゆ	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>R.oryzae</i>		
6 カマンベール チーズ	<i>Geotrichum</i> sp.			世界中
7 オンチョム	<i>Neurospora intermedia</i>			インド 初ア
8 スフ	<i>Actinomucor elegans</i>			中国、台湾 ほか東南ア ア
9 スフ	<i>Actinomucor</i> sp.			
10 スフ	<i>Actinomucor taiwanensis</i>	(旧)		
11 スフ	<i>Aspergillus oryzae</i>		黄麹菌	
12 スフ	<i>Backusella lamprospora</i>	<i>Mucor disper</i> sus		
13 スフ	<i>Mucor hiemalis</i> f.corticola	<i>M.corticolus</i>		
14 スフ	<i>Mucor hiemalis</i> f.hiemalis	<i>M.hiemalis</i>		中国、東南 アア
15 スフ	<i>Mucor racemosus</i>			
16 スフ	<i>Mucor silvaticus</i>			中国、東南 アア
17 スフ	<i>Mucor</i> sp.			
18 スフ	<i>Mucor subtilissimus</i>			中国、東南 アア
19 タペ	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>R.oryzae</i>		インド 初ア
20 タペ	<i>Rhizopus arrhizus</i> var.roux ii	<i>Chlamydomuco</i> r oryzae		インド 初ア
21 テンペ	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>R.formosaens</i> is		インド 初ア、マ レーシアなど
22 テンペ	<i>Rhizopus stolonifer</i>			インド 初ア、マ レーシアなど
23 乳腐	<i>Mucor silvaticus</i>			中国
24 乳腐	<i>Rhizopus rhizopodiformis</i>	<i>R.chinensis</i>		中国
25 紅乳腐	<i>Monascus</i> sp.		紅麹カビ	中国、日本
26 メイトウザ	<i>Actinomucor elegans</i>			
27 ラオチャオ	<i>Mucor circinelloides</i> f.cir cinelloides	<i>M.circinello</i> ides		
28 ラオチャオ	<i>Mucor indicus</i>			
29 ラオチャオ	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>R.oryzae</i>		中国、インド 初ア
30 ラオチャオ	<i>Rhizopus arrhizus</i> var.roux ii	<i>Chlamydomuco</i> r oryzae		中国、インド 初ア

表 4 . 食経験はあるが吟味が必要な糸状菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
31	ラオチャオ	Rhizopus arrhizus var.roux ii	Amylomyces r ouxii		
32	ラオチャオ	Rhizopus rhizopodiformis	R.chinensis		中国、インド ネパール
33	かつおぶし	Eurotium chevalieri			日本
34	醸造用麴	Mucor sp.			朝鮮半島
35	醸造用麴	Rhizopus sp.			朝鮮半島
36	醸造用麴	Rhizopus sp.			中国
37	中国麴(曲)	Rhizopus microsporus			中国(貴州 、雲南)
38	中国麴(曲)	Rhizopus stolonifer		クモノスカビ	中国(貴州 、雲南)
39	中国麴(曲)	Syncephalastrum racemosum		ハリサシカビモト キ	中国(貴州 、雲南)
40	ウサール	Rhizopus stolonifer		クモノスカビ	インドネシア
41	ラギ	Mucor circinelloidis f.cir cinelloides	M.dubius		インドネシア
42	ラギ	Mucor indicus			
43	ラギ	Mucor sp.			
44	ラギ	Rhizopus arrhizus			インドネシア
45	ラギ	Rhizopus arrhizus var.roux ii	Amylomyces r ouxii		インドネシア
46	ラギ	Rhizopus stolonifer		クモノスカビ	インドネシア

表 5 . 食経験はあるが吟味が必要な酵母

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
1	ワイン	<i>Candida diversa</i>			世界中
2	ワイン	<i>Candida famata</i>	<i>Torulopsis c andida</i>		世界中
3	ワイン	<i>Candida stellata</i>	<i>Torulopsis s tellata</i>		世界中
4	ワイン	<i>Candida tropicalis</i>			世界中
5	ワイン	<i>Candida valida</i>			世界中
6	ワイン	<i>Candida zeylanoides</i>			世界中
7	ワイン	<i>Cryptococcus albidus</i> var. <i>a lbidus</i>			世界中
8	ワイン	<i>Issatchenkia orientalis</i>	<i>Pichia kudri avzevii</i>		世界中
9	ワイン	<i>Issatchenkia terricola</i>	<i>Pichia terri cola</i>		世界中
10	ワイン	<i>Kloeckera africana</i>			世界中
11	ワイン	<i>Kloeckera apiculata</i>			世界中
12	ワイン	<i>Kluyveromyces thermotolera ns</i>	<i>K.veronae</i>		世界中
13	ワイン	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>			世界中
14	ワイン	<i>Pichia anomala</i>	<i>Candida pell iculosa</i>		世界中
15	ワイン	<i>Pichia guilliermondii</i>			世界中
16	ワイン	<i>Pichia membranaefaciens</i>			世界中
17	ワイン	<i>Rhodotorula glutinis</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i> var .glutinis		世界中
18	ワイン	<i>Rhodotorula rubra</i>			世界中
19	ワイン	<i>Saccharomyces ludwigii</i>			世界中
20	ワイン	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>			世界中
21	ワイン	<i>Torulaspora delbrueckii</i>	<i>Torulopsis c olliculosa</i>		世界中
22	ワイン	<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	<i>Saccharomyce s bailii</i>		世界中
23	ワイン	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Saccharomyce s rouxii</i>		世界中
24	ランビック	<i>Brettanomyces bruxellensis</i>			ベルギー
25	ランビック	<i>Brettanomyces lambicus</i>			ベルギー
26	サイダー	<i>Saccharomyces</i> sp.			イギリス、ノルマ ンディー、スイス
27	みそ	<i>Candida etchellsii</i>	<i>Torulopsis e tchellsii</i>		日本
28	しょうゆ	<i>Candida etchellsii</i>			日本
29	しょうゆ	<i>Candida versatilis</i>			日本
30	しょうゆ	<i>Pichia farinosa</i>			日本、中国

表5. 食経験はあるが吟味が必要な酵母

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
31	しょうゆ	<i>Pichia subpelliculosa</i>	<i>Hansenula subpelliculosa</i>		
32	パティス	<i>Candida albicans</i>	<i>C. clausenii</i>		フィリピン
33	クーミス	<i>Candida holmii</i>	<i>Torulopsis holmii</i>		旧ソ連
34	クワス	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>			ウクライナ
35	本漬たくあん	<i>Debaryomyces hansenii</i>	<i>D. kloeckeri</i>		日本
36	ぬかみそ	<i>Candida etchellsii</i>	<i>Torulopsis etchellsii</i>		日本
37	ぬかみそ	<i>Candida krusei</i>			日本
38	ぬかみそ	<i>Saccharomycopsis lipolytica</i>	<i>Candida lipolytica</i>		日本
39	ピクルス	<i>Candida etchellsii</i>	<i>Torulopsis etchellsii</i>		
40	いか塩辛	<i>Candida gropengiesseri</i>	<i>Torulopsis gropengiesseri</i>		日本
41	いか塩辛	<i>Cryptococcus flavus</i>	<i>Rhodotorula flava</i>		日本
42	いか塩辛	<i>Debaryomyces hansenii</i>	<i>D. kloeckeri</i>		日本
43	このわた	<i>Candida molischiana</i>	<i>Torulopsis famata</i>		日本
44	このわた	<i>Debaryomyces hansenii</i>	<i>D. kloeckeri</i>		日本
45	パン	<i>Torulaspora delbrueckii</i>	<i>Saccharomyces rosei</i>		世界中
46	タペ	<i>Pichia anomala</i>			インドネシア
47	タペ	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>			インドネシア
48	タペ	<i>Saccharomycopsis malanga</i>			
49	ラオチャオ	<i>Candida glabrata</i>			
50	ラオチャオ	<i>Saccharomycopsis malanga</i>			
51	Tea fungus	<i>Candida sp.</i>			
52	Tea fungus	<i>Zygosaccharomyces bisporus</i>			
53	餅麴	<i>Saccharomycopsis fibuliger</i>			中国、東南アジア
54	種酵母	<i>Candida etchellsii</i>			東洋
55	ラギ	<i>Candida melinii</i>			インドネシア
56	ラギ	<i>Candida parapsilosis</i>			インドネシア
57	ラギ	<i>Candida solani</i>			インドネシア
58	ラギ	<i>Pichia burtonii</i>	<i>Endomycopsis chodatii</i>		インドネシア
59	ラギ	<i>Pichia subpelliculosa</i>	<i>Hansenula subpelliculosa</i>		インドネシア
60	清酒	<i>Pichia anomala</i>	<i>Hansenula anomala</i>		

表6. 食経験はあるが吟味が必要な発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
1	清酒	<i>Lactobacillus derbrueckii</i>			日本
2	ワイン	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>L.pentoaceticus</i>		世界中
3	ワイン	<i>Lactobacillus casei</i>			世界中
4	ワイン	<i>Lactobacillus fructivorans</i>			世界中
5	ワイン	<i>Lactobacillus hilgardii</i>	<i>L.desidiosus</i>		世界中
6	ワイン	<i>Leuconostoc gracile</i>	(旧)		世界中
7	ワイン	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		世界中
8	ワイン	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			世界中
9	ワイン	<i>Streptobacterium sp.</i>			世界中
10	ランビック	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		ベルギー
11	醸造酢	<i>Acetobacter altacetogenes</i>	(旧)	酢酸菌	世界中
12	醸造酢	<i>Acetobacter sp.</i>			世界中
13	醸造酢	<i>Clostridium thermoaceticum</i>	(旧)		世界中
14	みそ	<i>Bacillus mesenteroides</i>	(旧)		日本
15	みそ	<i>Bacillus subtilis</i>		枯草菌、納豆菌	日本
16	豆みそ	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		
17	みそ	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		日本
18	みそ	<i>Streptococcus durans</i>	(旧)		日本
19	しょうゆ	<i>Bacillus subtilis</i>			
20	しょうゆ	<i>Halobacterium sp.</i>			
21	しょうゆ	<i>Halococcus sp.</i>			
22	しょうゆ	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>			
23	しょうゆ	<i>Micrococcus varians</i>			
24	しょうゆ	<i>Micrococcus varians subsp. halophilus</i>	(旧)		
25	パティス	<i>Bacillus coagulans</i>			フィリピン
26	パティス	<i>Bacillus megaterium</i>			フィリピン
27	パティス	<i>Bacillus subtilis</i>		枯草菌、納豆菌	フィリピン
28	パティス	<i>Micrococcus calpogenes</i>	(旧)		フィリピン
29	パティス	<i>Micrococcus roseus</i>			フィリピン
30	パティス	<i>Micrococcus varians</i>			フィリピン
31	パティス	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>			フィリピン
32	ナムプラ	<i>Bacillus circulans</i>			タイ
33	ナムプラ	<i>Bacillus megaterium</i>			タイ
34	ナムプラ	<i>Bacillus subtilis</i>		枯草菌、納豆菌	タイ

表 6 . 食経験はあるが吟味が必要な発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
35	チーズ	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Streptococcus faecium</i>		
36	チーズ	<i>Lactobacillus cremoris</i>	(旧)		世界中
37	チーズ	<i>Lactobacillus helveticus</i>			世界中
38	チーズ	<i>Leuconostoc cremoris</i>			世界中
39	スイスチーズ	<i>Lactobacillus helveticus</i>			スイス
40	ブリックチーズ	<i>Micrococcus varians</i>			
41	フレッシュチーズ	<i>Leuconostoc cremoris</i>			
42	リンブルガーチーズ	<i>Bacterium casei</i> var. <i>limburgensis</i>	(旧)		世界中
43	ロマドゥールチーズ	<i>Bacterium casei</i> var. <i>limburgensis</i>	(旧)		世界中
44	バター	<i>Streptococcus citrovorum</i>	(旧)		世界中
45	バタークリーム	<i>Leuconostoc cremoris</i>			世界中
46	発酵バター	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>L. lactis</i>		世界中
47	非発酵乳	<i>Bifidobacterium</i> sp.			
48	発酵乳	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>	<i>Streptococcus diacetylactis</i>		
49	発酵乳	<i>Leuconostoc cremoris</i>			
50	ヨーグルト	<i>Leuconostoc cremoris</i>	<i>L. citrovorum</i>		
51	ヨーグルト	<i>Leuconostoc dextranicum</i>			
52	ヨーグルト	<i>Streptococcus lactis</i> var. <i>noxophilus</i>	(旧)		世界中
53	ヨーグルト	<i>Streptococcus lactis</i> var. <i>litigenes</i>	(旧)		世界中
54	ヨーグルト	<i>Streptococcus lactis</i> var. <i>ardus</i>	(旧)		世界中
55	漬物全般	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		
56	漬物全般	<i>Lactobacillus cucumeris</i>	(旧)		世界中
57	漬物全般	<i>Lactobacillus</i> sp.			
58	スンキ	<i>Bacillus coagulans</i>			日本
59	スンキ	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		日本
60	スンキ	<i>Lactobacillus casei</i>			日本
61	スンキ	<i>Pediococcus acidilactis</i>			日本
62	スンキ	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			日本
63	スンキ	<i>Tetracoccus kisoensis</i>	(旧)		日本
64	ぬかみそ	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			日本

表 6 . 食経験はあるが吟味が必要な発酵細菌

製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
65 カリフォルニア アオリープ	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		アメリカ
66 カリフォルニア アオリープ	<i>Lactobacillus plantarum</i>			アメリカ
67 カリフォルニア アオリープ	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>			アメリカ
68 カリフォルニア アオリープ	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		アメリカ
69 キムチ	<i>Bacillus megaterium</i>			韓国
70 キムチ	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		韓国
71 グンドルック	<i>Lactobacillus casei</i>			ネパール
72 グンドルック	<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>L. cellobiosus</i>		ネパール
73 グンドルック	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			ネパール
74 ザワークラウト	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>			世界中
75 ザワークラウト	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		世界中
76 ピクルス	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>		世界中
77 ピクルス	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		世界中
78 ピクルス	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			
79 ミアン	<i>Lactobacillus vaccinostrercus</i>			タイ
80 レペット	<i>Lactobacillus sp.</i>			ビルマ
81 いか塩辛	<i>Streptococcus sp.</i>			日本
82 鯛の子塩辛	<i>Bacillus fulminans</i>	(旧)		日本
83 鯛の子塩辛	<i>Bacillus subtilis</i>		枯草菌、納豆菌	日本
84 鯛の子塩辛	<i>Staphylococcus caseolyticus</i>	<i>Micrococcus caseolyticus</i>		日本
85 糸引納豆	<i>Micrococcus sp.</i>			日本
86 浜納豆(寺納豆)	<i>Pediococcus sp.</i>			日本
87 浜納豆(寺納豆)	<i>Streptococcus sp.</i>			日本
88 ライ麦サワー ブレット	<i>Lactobacillus casei</i>			
89 発酵ソーセージ	<i>Lactobacillus sp.</i>			
90 発酵ソーセージ	<i>Micrococcus aurantiacus</i>	(旧)		世界中

表 6 . 食経験はあるが吟味が必要な発酵細菌

	製品	微生物学名	旧名	和名	使用地域
91	ドライ・セミ ドライ	<i>Lactobacillus plantarum</i>			世界中
92	ドライ・セミ ドライ	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	(旧)		世界中
93	テンペ	<i>Klebsiella pneumoniae</i>			インドネシア
94	ナタ	<i>Acetobacter aceti</i> subsp. <i>aceti</i>	<i>A. aceti</i>	酢酸菌	フィリピン
95	くさや	<i>Bacillus circulans</i>			日本
96	くさや	<i>Bacillus coagulans</i>			日本
97	くさや	<i>Bacillus pantothenicus</i>			日本
98	くさや	<i>Bacillus subtilis</i>		枯草菌、納豆菌	日本
99	くさや	<i>Citrobacter freundii</i>	<i>C. intermedius</i>		日本
100	くさや	<i>Clostridium bifermentans</i>			日本
101	くさや	<i>Micrococcus candidus</i>	(旧)		日本
102	くさや	<i>Micrococcus conglomeratus</i>	(旧)		日本
103	くさや	<i>Sporocarcina ureae</i>			日本
104	馴れずし	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Streptococcus faecium</i>		日本
105	馴れずし	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>L. pentoaceticus</i>		日本
106	馴れずし	<i>Lactobacillus casei</i>			日本
107	馴れずし	<i>Lactobacillus plantarum</i>			日本
108	酒まんじゅう	<i>Lactobacillus batatas</i>	(旧)		日本
109	酒まんじゅう	<i>Lactobacillus plantarum</i>			日本
110	中国麴 (曲)	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			中国
111	餅麴	<i>Pediococcus pentosaceus</i>			

生活安全総合研究推進事業

研究報告書

分担研究者 国立健康・栄養研究所、斎藤 衛郎

研究協力者 久保 和弘

分担研究課題名 栄養素含量が既存食品と異なる食品の安全性評価

1 要旨

組み換え作物の第一弾は、農薬耐性がある、害虫に強く、収量を上げると共に、シエルフライフを長くして生産者や販売者を助けるタイプが中心であった。今後は、高タンパク質、高ビタミン、高食物繊維など、栄養素の割合を大幅に変えて、消費者に直接、メリットをもたらすもの、及び食品の機能性成分や薬の成分など、量産できない物質を作るものが開発されると考えられる。現在開発中のものを含め、栄養素量を改変した農作物にはコメ及びダイズを対象としたものが多い。高オレイン酸ダイズは商品化されている遺伝子組み換え農作物の中で唯一、ヒト体内でその生理作用を発揮することを目的として開発され、冠動脈性心疾患の主要な危険因子と考えられる LDL コレステロールを下げるオレイン酸の生理作用に利点を求めている。このように、栄養素量を改変した遺伝子組み換え食品の開発の方向性としては、生活習慣病の予防が挙げられる。今後はn-3系脂肪酸を多く含む油量種子なども開発されると予測される。もう一つの方向性として、途上国における栄養不足の克服を目的とした開発が挙げられる。高カロテンコメや高鉄コメは、ビタミン A 不足及び貧血に苦しむ数億人にも及ぶ人々を救うために開発されたものである。また、近年、14 個の遺伝子を導入したコメが作出されたように、多くの問題を克服し目的を達成するためには、今後の遺伝子組み換え操作はより複雑に、かつ大規模になっていくと考えられる。その他の開発の方向性としては、工業用や医療用途を想定したものが主流になると予測される。

栄養成分を改変した食品について安全性評価を行う際に、ヒトを用いた実験を行うことが不可能な場合には、現在のガイドラインに加えて少なくともこれらを摂取したときに食品中の栄養素量の改変に伴い起こりうる影響を予測することで、その安全性評価を行うことができると考えられる。すなわち、栄養素量が改変した食品を国民が摂取したときに栄養素の摂取過剰及び摂取不足が起こる可能性を、各種成分表・国民栄養調査・日本人の栄養所要量等のデータベースを使用してシミュレーションし、その結果を安全性評価の判断基準とする評価方法である。

具体的な例として、主に、栄養素量を増加させたダイズ及びコメを取り上げ、その安全性評価を試みた。その結果、既存のダイズが高オレイン酸ダイズに全て置き換わった場合を想定すると、国民栄養調査から推定されるS:M:P比は1.6:3.2:0.5となり、一価不飽和脂肪酸（主にオレイン酸）の摂取量は約1.6倍に増加、逆に高度不飽和脂肪酸のそれは1/3に、特にリノール酸量が1/20以下に減少することが推定された。近年、一価不飽和脂肪酸の脂質代謝改善作用が明らかになるにつれ、第五次以降の日本人の栄養所要量においてこの値が大きめに設定されるようになってきている。従って、高オレイン酸ダイズに全て置き換わった場合のオレイン酸摂取量の増加は、総脂肪摂取量を増加させない限り特に問題にはならないと推測された。また、リノール酸の摂取量の減少はn-6/n-3比を減少させることになり、n-6系脂肪酸由来のエイコサノイドの減少にも繋がることから、アレルギー状態の改善、インスリン抵抗性の改善等、むしろ国民の健康に好影響を与える可能性の方が大きいと推測された。

同様に、高リジンダイズ、高カロテン・高鉄コメ、高鉄コメ、高タンパク質コメ、高炭水化物コメ等についてもシミュレーションを行い、安全性評価を試みた。

2 研究の概要

バイオテクノロジー応用食品等の安全評価に関する研究のうち、特に、栄養素含量が既存食品と異なる食品の安全性評価について調査研究を行った。

すなわち、研究開発の現状と将来の動向について、国内外の情報を収集し、さらに安全性評価の方法を明らかにするための基礎資料作りを行い、安全性評価に必要なガイドライン作りを試みた。

3 国内外の研究開発の現状と将来の動向

国連は、1990年から2020年の間に世界の人口は約45%増えると予測している。その大半は途上国に集中し、食糧も不足することが予測される。従って、食糧増産を目指す新しい農法が緊急に必要となる。生産性が高い土地はすでに耕地となっているが、生産性の向上のためには、さらに耕作法の改善なども必要である。一方、バイオテクノロジーは、耕地面積を増やさずに農業生産を増倍させ得ると試算されている。遺伝子組み換え作物はすでに、世界中で百件以上が認可され、その多くは害虫や特定の除草剤に強くするために改良されたものである。

遺伝子組み換え農作物の第一弾は、農薬耐性がある、害虫に強く、収量を上げると共に、シェルフライフを長くして生産者や販売者を助けるタイプが中心であった。同様な方向性を持った研究開発は現在も盛んに行われており、例えば、植物体中のフラボノイド量を改変して病原体耐性を向上させる研究等[Padmavati and Reddy 1999]がそれである。今後はこれら以外に、高タンパク質、高ビタミン、高食物繊維など、栄養素の割合を大幅に変えて、消費者に直接、メリットをもたらすもの、及び食品の機能性成分や薬の成分など、量産できない物質を作るものも開発されると考えられる

[Watson 1999]。

現在、すでに商品化されている遺伝子組み換え農作物についてその大半は、除草剤耐性遺伝子と殺虫性タンパク質遺伝子を導入したものが占めている。それ以外では、1990年、チーズ製造に用いられる凝乳酵素の組み換えキモシンの安全性が確認され商品化されている。トマトでは、日持ちの良いトマトの開発が多く行われ、Calgene 社の日持ちの良いトマト「FLAVR SAVR」は1992年に安全性が確認され、1994年に商品化されている。また、DNAP 社及び Monsanto 社の日持ちの良いトマト、Agritope 社の日持ちの良いミニトマトが、それぞれアメリカ食品医薬品局 (FDA) によって安全性が確認されている。日本では、キリンビール (株) の日持ちの良いトマトが厚生省により安全性が確認 (1997年) されている。カゴメ (株) は日持ちの良いトマトの一種である高ペクチントマトを開発しているが、同様にイギリスにおいても Zeneca 社が商品化している [日野 1997]。高ペクチントマトは栄養成分量 (ペクチン量) を改変したものであるが、ヒト体内でその生理作用を発揮することを目的として開発されたものではない。Calgene 社からは高ラウリン酸ナタネ「LAURICAL」が商品化 (1995年) されているが、これは月桂樹由来のチオエステラーゼ遺伝子を導入することでラウリン酸含量を 36% 程度まで高めたカノーラ種である。ラウリン酸は、主として石鹸、植物性クリーム及び医薬品などの原料として、主に東南アジアに供給され非食用目的に使われていたが、アメリカにおいては、高ラウリン酸ナタネの開発により、ショートニング、コーティングチョコレート、チーズ用の食用油脂として主に加工特性を改善することを目的に販売されている。栄養学的には、ラウリン酸は中鎖脂肪酸であり、摂取するとその多くは門脈を介して肝臓へ運ばれるため、エネルギーに変換されやすいという性質がある。しかしそれ以外には特に有用な栄養学的性質はなく、むしろ、その摂取は血中コレステロール値を増加させることが知られていることから、ヒトの健康にとって特に有効な生理機能を発揮する成分とは言えない。

商品化されている遺伝子組み換え農作物のうち、ヒト体内でその有効な生理作用を発揮することを目的として開発されたものは、現在のところ、(1) 高オレイン酸ダイズ [申請中]のみである。高オレイン酸ダイズは、脂質中の一価不飽和脂肪酸であるオレイン酸を増加させ、逆に不飽和脂肪酸であるリノール酸を減らすことにより、大豆油の酸化に対する安定性を高めている。さらにオレイン酸は、冠動脈性心疾患の主要な危険因子と考えられる LDL コレステロールを下げることから [Woollet and Dietschy 1994]、本ダイズはその生理作用にも利点を置いている。その他、開発中のものや、食味性の向上を目的としているものを含め栄養素量を改変した農作物には、(2) 高リジンダイズ [特表平 09-511124, Falco et al. 1995]、(3) 高カロテン・高鉄コメ [Ye et al. 2000]、(4) 高鉄コメ [Goto et al. 1999]、(5) a. 高リジンコメ [特開平 10-117781]、b. 高タンパク質コメ [特開平 06-153963]、(6) a. 高デンプンコメ [特開平 08-289789]、b. 高デンプンコメ [特開平 06-070779]、c. 高アミロースコメ [特開平 06-261767]、d. 高アミロペクチンコメ [特開平 06-098656]、(7) 高ビタミン E シロイヌナズナ [Shintani

and DellaPenna 1998]、(8) スクロース含有トマト[特開平 07-227286]などがあり、主にコメ及びダイズを対象としたものが多い。日本人はコメを主食とし、ダイズを副食として摂取する機会が非常に多いことから、これらの栄養素含量の改変については注意を払う必要がある。

栄養素の割合を改変させた遺伝子組み換え農作物(及び食品)の開発の方向性の一つとして、生活習慣病の予防が挙げられる。例えば、先にも述べたように、高オレイン酸ダイズ(1)の摂取は冠動脈性心疾患の予防が期待できる。また、オレイン酸に富む地中海食は、心臓病[Larsen et al. 1999]だけでなく糖尿病[Ryan et al. 2000]にも有効であることや、高オレイン酸サフラワー油の摂取は大腸がんを増加させない[Takeshita et al. 1997]ことなども報告されている。高オレイン酸ダイズは、このようなオレイン酸の有効性に利点を置いている。高リジンダイズ(2)及び高リジンコメ(5a)は植物性タンパク質に不足しがちなアミノ酸を強化したものであるが、その摂取の増加は間接的に動物性タンパク質の摂取量を下げ、ひいては動物性脂肪の摂取量を減らすことになり血管系疾患の予防に繋がる可能性が考えられる。ダイズタンパク質を5~10%発現させたコメ[Katsube et al. 1999]もアミノ酸を強化したり、血清脂質の改善効果を目的としたものである。従って、生活習慣病予防を目的として栄養素量が改変された農作物が開発される可能性は非常に大きい。今後開発が予測されるものとしては、低飽和脂肪酸ダイズや α -リノレン酸、エイコサペンタエン酸(EPA)及びドコサヘキサエン酸(DHA)などのn-3系脂肪酸を多く含む油量種子などがある[日本油化学会誌 a 1999]。

一方、生活習慣病とは対極的な、しかもより深刻な問題として、発展途上国における栄養不足がある。これを克服することは人類の命題でもある。従って、研究開発のもう一つの方向性として、発展途上国における栄養不足の克服が挙げられるだろう。高カロテン・高鉄コメ(3)及び高鉄コメ(4)は、ビタミンA不足及び貧血に苦しむ数億人にも及ぶ人々を救うために開発されたものである。これらは、特にコメを主食とする発展途上国において、何億もの人々に対して栄養状態の改善を提供できる可能性を秘めており、Ingo Potrykus(スイス連邦技術研究所)は第16回国際植物学会(1999年8月1~7日、セントルイス)の中で、高カロテンコメから供給できる β -カロテン量は特に、現在アジアで主要な栄養問題であるビタミンA欠乏症を予防するのに十分な量であると報告している[日本油化学会誌 b 1999]。今後、開発が予測されるものとしては、カロテン含有量を増加させたナタネ[Watson 1999]がある。高カロテンナタネが開発されれば、ビタミンA欠乏症で苦しむ約8億人の人々に対して、栄養状態の改善に役立つと言われている。

今後、遺伝子組み換え農作物の開発は、多くの機関による共同研究によってなされると予測される。高カロテン・高鉄コメ(3)の作出には、複数の研究機関が関係している。近年、14個の遺伝子を導入したコメ[Moffat 1998]が作出されたように、多くの問題を克服して目的を達成するためには、遺伝子組み換え操作はより複雑、かつ大規

模になっていくと考えられる。

その他の開発の方向性としては、工業用や医療用途を想定したものが主流をなすであろう。現在既に、食用・工業用油脂ではステアリン酸含有ナタネ、鯨油の代替品としてのホホバ油含有ナタネが開発されており、医療用途を想定したものでは、糖尿病や肥満の予防として、食用動植物からヒトの消化酵素を阻害するアミラーゼインヒビターあるいはプロテアーゼインヒビターの遺伝子をクローニングし、それらをイネへ導入して発現させ、糖質やタンパク質の過剰な摂取を抑えることが検討されている。さらに、コレラのワクチン成分を含む「食べるとコレラにかからないジャガイモ」[笹越 1999]を始めとして、ヒト血清アルブミン含有ジャガイモ、B型肝炎ワクチン含有ジャガイモ、大腸菌症ワクチン含有ジャガイモ、抗腫瘍性モノクローナル抗体含有トウモロコシや同ダイズ、[以上、日野 1997]、鎮痛成分(エンケファリン)含有ナタネ[日野 1997, 笹越 1999]、インフルエンザワクチン含有タバコ、AIDS ワクチン含有タバコ、マラリアワクチン含有・B型肝炎ワクチン含有タバコ、口蹄疫ワクチン含有ササゲ、ヒトライノウイルスワクチン含有ササゲ、AIDS ワクチン含有ササゲなどの開発も進んでいる。さらに、新素材の原料を生産する植物として、ポリエステル樹脂産生ワタ、ポリヒドロキシブチレン(生分解プラスチック)産生ワタなども開発されている[以上、日野 1997]。こうした方向性をもとに予測される植物バイオテクノロジーの将来を図1に示した[山根 1997]。

以下に、以上の(1)～(8)に記載した栄養素量改変に関する技術の概略を含む表を示す。なお、これらの中には、研究開発を中断あるいは終了しているものもあると思われるが、少なくとも、表中の「操作(実験例)」に記述した技術を利用して、これを応用した農作物を生産できる可能性を示すものである。操作は「対象」に記した農作物に限らない場合もある。また、「操作(実験例)」は操作方法の好適な態様を指示するものの概略であり、実際には様々な使用および条件に適合させるために、操作を変更および修飾する場合がある。

(1) 高オレイン酸ダイズ

対象	ダイズ
遺伝子	GmFad2-1 遺伝子
操作 (実験例)	外因性 GmFad2-1 遺伝子を、アンピシリン耐性(amp ^r)遺伝子を含むプラスミドベクターに組み込み、ダイズ分裂組織に挿入することにより、コサプレッションによって内・外因性 GmFad2-1 遺伝子の発現を抑制した。その結果、オレイン酸含量が 82%に増加し、リノール酸含量が 2%に減少した。
その他	Optimum Quality Grains, L. L. C 社 [申請書類]

(2) 高リジンダイズ

対象	ダイズ
遺伝子	ジヒドロジピコリン酸シンターゼ (DHDPS) 遺伝子、リジンに富むタンパク質をコードする遺伝子、リジンケトグルタル酸レダクターゼ遺伝子
操作 (実験例)	ダイズの形質転換 キメラ遺伝子カセット、ファゼオリン 5' 領域/クロロプラストトランジット配列(cts)/コリネバクテリウム <u>dapA</u> 遺伝子(cordapA)/ファゼオリン 3' 領域およびファゼオリン 5' 領域/cts/ <u>lysC-M4</u> /ファゼオリン 3' を含むベクター-pBT614 を、米国特許第 5, 015, 580 号明細書に記載された方法に従い、Agracetus Company (ウイスコンシン州)においてダイズ中に導入した。その結果、リジンレベルが非形質転換植物に対して 400%まで増加した。
その他	E. I. DuPont de Nemours & Co. 社 [特表平 09-511124, Falco et al. 1995]

(3) 高カロテン・高鉄コメ

対象	イネ
遺伝子	phytoene synthase 遺伝子、phytoene desaturase 遺伝子、lycopene β -cyclase 遺伝子、フェリチン遺伝子
操作 (実験例)	イネに phytoene synthase、phytoene desaturase 及び lycopene β -cyclase をそれぞれコードする遺伝子を導入し、コメ胚乳中の β -カロテン量を増加させた。その結果、コメ中 β -カロテン量が少なくとも $2\mu\text{g/g}$ 以上に増加した (毎日 300g のコメの摂取で $100\mu\text{g}$ レチノール当量)。また、インゲンマメ由来の鉄貯蔵タンパク質フェリチンをコードする遺伝子も導入し、ヒトの消化管からの吸収が良い形態でイネ中の鉄の蓄積を 2 倍に増加させた。
その他	[Ye et al. 2000]

(4) 高鉄コメ

対象	イネ
遺伝子	ダイズフェリチン遺伝子
操作 (実験例)	コメ粒中の鉄含量を増やす目的で、ダイズのフェリチン遺伝子のタンパク質をコードしている配列全体を、アグロバクテリウムを用いてイネに挿入した。コメ粒中の貯蔵タンパク質であるグルテリンのプロモーターである GluB-1 を使用し、この形質転換植物の発生中の自家受粉種子 (T1 種子) 中でダイズ遺伝子を特異的に発現させた。その結果、