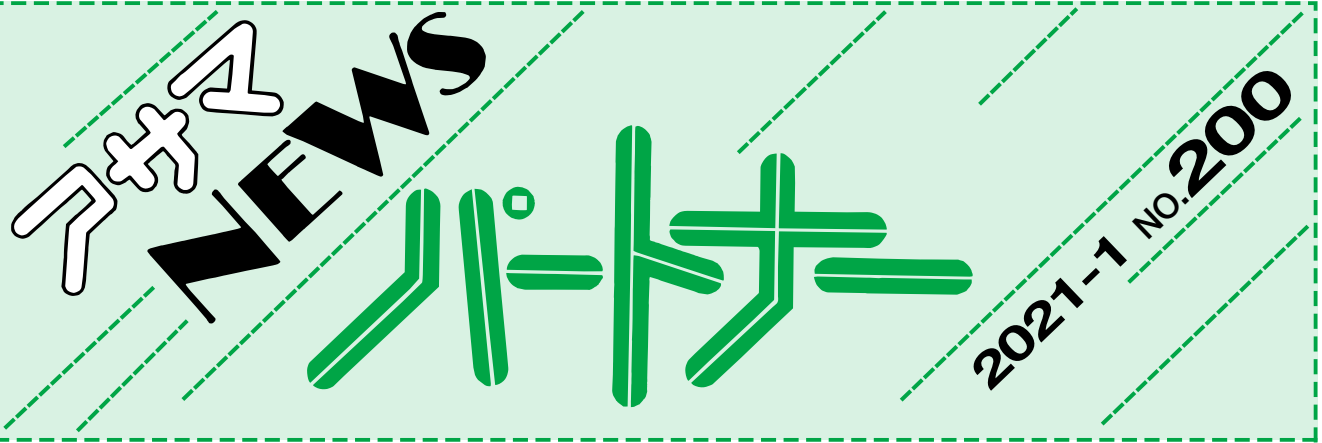




食品の微生物変敗と 防止技術

(39) 餅菓子の微生物変敗と制御

1. 餅菓子の微生物変敗と制御

1.1 餅菓子の微生物変敗の特徴

餅の品質に大きく影響する微生物はもち米の水溶性たんぱく質の量に大きく関係する。水溶性たんぱく質が多いと微生物、特に *Bacillus* が急激に増殖する。洗米の効果に関係する要因には、精白もち米の水分、水温、攪拌の程度、洗米時間がある。水溶性たんぱく質の除去に効果を示すのは水温であり、10～20℃で最も多く除去できる。また洗米時間は5分間前後が最も水溶性たんぱく質の除去効果が大きい。5分以上洗米をしても大きな差異はなく、3分以下では洗浄不足である。また浸漬中に *Bacillus* が増殖するために有機酸を用いてpH調整が必要な場合もある。

餅菓子の変敗原因菌の汚染源は第一に原料米であり、精白、蒸煮により容易に減少することは出来るが、85℃の湯殺菌では完全に殺菌することは出来ない。包装餅の変敗部位から検出される細菌は *B.coagulans* が圧倒的に多く、次いで *B.subtilis* という事実から殺菌対象は *B.coagulans*、*B.subtilis* が適当と考えられる。

第二の汚染源は餅菓子の製造工場のからの二次汚染菌である。これにはカビ及び酵母が中心である。カビでは工場の三大汚染カビと言われている *Penicillium*、*Aspergillus*、*Cladosporium* が中心である。¹⁾

また以前は作業員の手指等皮膚よりカビ、酵母が汚染する場合があったが、コロナ感染防止のため多くのアルコールが使用されている現在では著しく減少してきている。

日本には、桜餅、柏餅、粽、笹団子など、植物の葉で餅等が作られる菓子がある。これらの「葉包み食」の特徴は、桜、柏、茅、笹、紫蘇、高菜等、保存のために塩漬けにした葉や取ってすぐの葉を用いる場合がある。葉に包む目的は、抗菌作用による保存はもちろんのこと、蒸したり茹でたりすることによって餅に移る葉の風味を楽しむことにもあり、それが1つの食文化を形成してきた。盆行事の葉包み食として、福島県の中通地方には、7月14日に白餅を搗いて丸めてからカビないように柿や紫蘇の葉で包んだ「シロモチ」があり、熊本県球磨地方では8月13日に先祖を迎えるために、練った糯米粉と小麦粉の生地以小豆餡を入れ、これを茗荷の葉で包んだ「ムカエダゴ」がある。また沖縄県内では、12月8日の鬼祓いの日には糯米粉を水で捏ね、月桃やサツマイモの葉で包んで蒸した「ムーチャー」が作られた。²⁾

このように、葉包み食の作られる期間は端午の節句から盆の時期まで比較的気温の高い時の行事食として用いられてきた。葉で餅を包む第一の理由は「葉で餅を包むと日持ちがする」とい

う経験から餅の変敗を遅らせる植物の葉で包むということが始まった。これは昔の人々が経験により獲得した知識であった。粽には真菰（まこも）と笹を使う粽、笹だけで包む笹粽、紫葉で包む紫粽があった。紫葉はサルトリイバラの葉であると考えられる。

1.2 餅菓子の細菌による変敗

餅菓子の表面に白色斑点、白色クレーター、白色軟化穴が生成しており、開封時に独特のムレ臭がある。この餅菓子からは、*Bacillus* が検出され、加熱包装後の餅菓子に発生する。この原因菌の多くは原料もち米より検出されることが多い。

検出された *Bacillus* による白色軟化穴生成変敗原因菌であり、検出された *Bacillus* は *B.licheniformis*、*B.subtilis*、*B.pumilus*、*B.coagulans*、*P.macerans*、*B.mycoides*、*B.cereus*、*P.polymyxa* である。³⁾

餅変敗に関する *Bacillus* 以外の細菌は、餅小袋の膨張製品からは、*Leuconostoc mesenteroides*、*Leuconostoc paramesenteroides* のヘテロ型乳酸菌、餅の変色や表面の濡れた感じのする変敗餅からグラム陰性細菌で色素を産生する *Pseudomonas*、*Erwinia* の細菌が検出される。⁴⁾

これらの餅菓子の変敗原因を検討した結果、餅小袋膨張は餅菓子等のとり粉（片栗粉等）の使用による製造法に限定され、餅の製造に起因する二次汚染であった。また、変色、表面の濡れによる変敗は、原料処理室の汚染区域と切り餅製造工程間の二次汚染であり、白色斑点状の変敗を示す切り餅は原料精白米から *Bacillus* が検出され、原料精白米に起因する一次汚染であった。

よもぎ餅、大福餅、柏餅はいずれも微生物が多く、微生物菌叢は *Lactobacillus*、*Leuconostoc*、*Enterococcus*、*Bacillus*、*Micrococcus* が主体で抗菌剤を添加しても餅から浸出する水分により効果が弱められる場合がある。水分43.7%のよもぎ餅の異臭は二次汚染菌による *Leuconostoc mesenteroides* であり、水分43.3%の大福餅の粘ちよう物質の生成は原材料からの *B.coagulans* であり、水分46.3%の椿餅の異臭は原材料由来の *B.subtilis* であり、水分40.3%のあんころ餅（土用餅）の酸敗は二次汚染菌の *Enterococcus faecalis* であり、水分85.2%のわらび餅の白色粘ちよう物質の生成は原材料からの *B.subtilis* であった。

羽二重餅の原材料は餅粉、白玉粉、砂糖、水飴が基本であるが求肥粉、卵白、乳化剤が用いられることもあるが、水分が50～60%になる場合が多い。水分56.1%の羽二重餅に白色粘ちよう物質が生成し、原因菌は原材料に由来する *B.coagulans* であった。

これらの餅菓子は大腸菌群、カビ数も多く、特に柏餅は保存中に微生物の増殖が多い。また、うぐいす餅の脱酸素剤入り包装では粘質物の生成が認められ、原因微生物は *Bacillus subtilis* であった。餅菓子の細菌による変敗を表1に示した。

表1 餅菓子の細菌による変敗

餅菓子	水分 (%)	変敗現象	主変敗原因細菌	汚染源
よもぎ餅	45.7	異臭	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	二次汚染
大福餅	41.8	酸敗	<i>Lactobacillus fructivorans</i>	二次汚染
柏餅	43.3	軟化	<i>Bacillus coagulans</i>	原材料
うぐいす餅	40.5	粘ちょう	<i>Bacillus subtilis</i>	原材料
椿餅	46.3	異臭	<i>Bacillus subtilis</i>	原材料
羽二重餅	56.2	白色粘ちょう	<i>Bacillus coagulans</i>	原材料
あんころ餅 (土用餅)	40.3	酸敗	<i>Enterococcus faecalis</i>	二次汚染
草餅	48.5	糸引き	<i>Bacillus subtilis</i>	原材料
桜餅	40.1	酸敗	<i>Enterococcus faecalis</i>	二次汚染
きんつば	36.8	酸敗	<i>Enterococcus faecalis</i>	二次汚染
わらび餅	85.2	白色粘ちょう	<i>Bacillus subtilis</i>	原材料

脱酸素剤入り草餅の異臭生成原因微生物は、*Bacillus subtilis* であり、桜餅の酸敗原因微生物は *Enterococcus faecalis* であった。⁵⁾⁶⁾

1.3 餅菓子のカビによる変敗

餅に生育するカビは青から緑色の *Penicillium*、黒色の *Cladosporium*、白色から黄緑色の *Aspergillus*、白色から灰色の *Mucor* が中心である。餅に生育するカビの種類は多いが、殆どが着色変敗で、青、深緑、黄色、赤色等である。その原因は包装袋の傷やピンホール、製造工程での二次汚染である。餅のカビによる着色変敗原因カビの種類は多い。一般的に餅に生えるカビは青から緑色の青カビである *Penicillium expansum*、*Penicillium cyclopium* が多く、次に緑かった褐色の深緑をした *Cladosporium cladosporioides*、*Cladosporium sphaerospermum* が多く、赤色の赤カビである *Monilia sitophila*、*Moniliella suaverolens*、灰色の毛カビである *Mucor javanicus* が検出されることもある。黒色斑点として *Aspergillus brasiliensis* *Aureobasidium pullulans*、黄緑色、橙色、黄色斑点として *Aspergillus oryzae* が検出される。

現在では、カビの生えない真空パックの餅菓子が普及しているが、乳酸菌による異臭が発生している。

餅菓子は最もカビによる変敗が多い。かのご餅は砂糖を水で溶き、餅粉と小麦粉とを混ぜた種を捏ねて蒸し上げて搗いてから、大納言豆の蜜切りしたものを、豆を潰さないようにして混ぜ合わせ、あんを包み丸小判状にしたものである。保存中に表面に緑色から暗緑色の斑点が生成する原因は、*Penicillium expansum*、*Cladosporium herbarum* である。

桜餅は、白玉粉又は餅粉を水で溶き、薄紅色に着色して砂糖を加えて混ぜ、小麦粉を篩いにかけて通し、重曹を混ぜて砂糖液にし、麩質を出さないようにして捏ねる。この種を平鍋の上に丸長方形にさじで流し焼き、冷やしたのちあんを巻き塩漬けの桜の葉を巻くのが関東風桜餅である。表面にチョコレート色の斑点が出た場合は *Wallemia sebi* であり、暗オリーブ色の斑点は *Cladosporium sphaerospermum* である。⁵⁾

わらび餅は練り上がり葛のように透明にはならない。練り上ががるに従って薄い淡色が濃くなり艶が出てくるので、生でなくなって、透明になってくる。きなこ粉を木杵にしいて、その上に練り上がったものを詰めて固め、冷えてからきな粉をつけて切る。表面に生える黒色のカビは、*Aspergillus brasiliensis* である。

大福餅の褐色小斑点生成原因微生物は、*Wallemia sebi* であり、⁷⁾⁸⁾⁹⁾ 白色斑点の生成原因微生物は *Geotrichum candidum* であった。また、草餅の白色斑点生成原因微生物は *Cladosporium herbarum* であった。¹⁰⁾ 餅菓子のカビによる変敗を表2に示した。

表2 餅菓子のカビによる変敗

餅菓子	水分 (%)	変敗現象	主変敗原因カビ	汚染源
大福餅	42.1	茶色斑点	<i>Wallemia sebi</i>	二次汚染
大福餅	39.2	白色斑点	<i>Geotrichum candidum</i>	二次汚染
草餅	41.2	暗緑色斑点	<i>Cladosporium herbarum</i>	二次汚染
草餅	40.1	緑色斑点	<i>Penicillium expansum</i>	二次汚染
桜餅	41.3	茶色斑点	<i>Wallemia sebi</i>	二次汚染
柏餅	41.8	黒色斑点	<i>Aureobasidium pullulans</i>	二次汚染
わらび餅	80.5	黒色斑点	<i>Aspergillus brasiliensis</i>	二次汚染

2.1 変敗微生物の増殖速度

餅菓子上に付着した微生物は、生育に適した条件（温度、pH、水分、栄養など）になると「分裂」により急激に増殖する。10分に1回分裂する微生物が1個付着したとすると、10分後には2個、60分後には64個、5時間後には約10億個にまで増殖する計算となる。

Pseudomonas のような低温細菌、*Escherichia coli* のような中温細菌は温度の上昇とともに生育は加速され、世代交代時間は短出する。一般的の低温細菌では20～30℃、中温細菌で30～45℃で世代交代時間は最短になる。

餅菓子は多くの微生物が共存するので生育速度は共存する微生物に影響される。微生物の共存により増殖速度が変化するので糖の多い餅菓子では酵母と乳酸菌が共存して増殖速度が変化することが多い。

微生物が増殖する速さは種類によって異なるが、生育に適した条件であれば、例えば腸炎ビブリオ菌では8分に1回、黄色ブドウ球菌では27分に1回分裂する。

また、微生物によって生育に適した条件も種々で通常は30～37℃付近が生育に適した温度であるが、低温で増殖できる微生物（低温細菌、カビ、酵母、乳酸菌）も存在する。

従来から、餅菓子の多くは、微生物による変敗が宿命づけられている。この餅菓子の変敗に至る時間経過を、様々な技術により延長し、結果として手工業的であった餅菓子業界が工業的な業界になり得た。その手法として、加熱、食品添加物、包装技法、水分活性およびpHの調整、ガス置換包装、脱酸素剤、アルコール製剤の利用、低温保蔵技術、オゾン利用技術が挙げられる。草餅、大福餅、おはぎ等は、食品の特性上、保存性が乏しく、シェルフライフの短い食品である。

特に草餅、大福餅は *Bacillus* による糸引き、*Penicillium* による緑色斑点、*Lactobacillus* による酸敗が顕著な餅菓子である。

2.2 保存料による品質保持

細菌、特に *Bacillus* は保存料への耐性を持つ菌が出現し、そうした耐性菌が餅菓子を変敗させる場合が多い。低濃度の保存料存在下に生育した細菌は容易に保存料耐性を獲得する。

このことは餅菓子の原材料に使用された保存料が希釈されて餅菓子に移行すれば保存料耐性細菌が容易に出現する。低濃度保存料を含有した餅菓子が細菌が耐性を獲得する現象は古くから認められてきた。ソルビン酸や安息香酸の抗菌作用が酸性領域で効果がある。

酸性領域では非解離分子が多いのでこれが微生物の細胞膜を通過して細胞内のpHを低下させて解糖系ホスホフルクトキナーゼ活性を阻害してATP生成量を減少させて生育阻害を引き起こすためである。そして餅菓子上に保存料を添加してもその効果が的確に示されない場合が多い。しかし、このような抗菌作用に耐性を示す菌が出現してきたのである。

餅菓子業界で大きく問題となっている微生物に乳酸菌と真菌がある。餅菓子は微生物制御の目的で有機酸塩が添加されて効果を挙げている。しかし乳酸菌と真菌は防腐剤や殺菌剤に対し

でも抵抗性のある微生物である。酵母による変敗現象は、酵母菌体付着による斑点生成、アルコール発酵、ガス発生、エステル生成、酸生成等が多い。酵母は乳酸菌と共同して有機酸類を資化する場合が多く、食品のpH調整に用いられている酢酸、乳酸、クエン酸が資化されてpHが高くなり、乳酸菌の増殖が促進される場合もある。さらに酵母は保存料に対しても抵抗力のあるものが多く、*Rhodotorula*に属する数種の酵母は0.25%の安息香酸を炭素源としてpH4.5でよく生育し、*Saccharomyces rosei*は0.25%のプロピオン酸(pH4.5) *Brettanomyces intermedius*は0.1%のソルビン酸存在下で良好に生育する。このように現在の保存料で酵母の増殖を阻止することは極めて困難である。最近ではエタノールやオゾンの併用による殺菌が注目を浴びてきた。

2.3 餅製造工場の殺菌

餅菓子工場の空気中の浮遊微生物及び落下微生物は、気候因子のほかに工場従業員、製造和菓子の種類、工場の立地条件、屋外空気の流入等によって分布する微生物の種類や数が異なる。

餅菓子工場の浮遊微生物及び落下微生物は圧倒的に細菌が多く、この空気中の細菌は微細な塵埃に小水滴が付着し、空気中で乾燥したもので、塵埃は工場従業員、工場内の小動物、工場内外の植物、工場内に持ち込まれた土壌、食品原材料に由来しその程度は多種多様である。食品が細菌により変敗する90%以上は工場環境に由来する二次汚染菌である。

夏季において夜間の気温が25～35℃となると、工場洗浄後に残存した水が蒸発する。この水の上昇気流に乗って床の細菌が上昇し、気温が低下する朝に工場機械・器具等の上に落下する。

これが朝一番に製造した和菓子の変敗品の多い原因となってきた。変敗した餅菓子の製造工場の床、天井、サッシ、蛍光灯に付着した細菌とよく一致することにより確認され、これを工場微生物移動理論という。¹¹⁻¹²⁾ 餅菓子製造工程において原材料を捏ねたり、練ったりする工程が多いと空気中の細菌の二次汚染を受ける可能性が高い。

文献

1. 内藤茂三：加工食品の酵母による変敗と脱酸素剤、炭酸ガスおよびアルコール併用による鮮度保持、食品の包装、24、(1)、75-105 (1992)
2. 内藤茂三：包装された生菓子の微生物による変敗事例とその防止対策、食品の包装18、(2)、91-108 (1987)
3. 内藤茂三：和菓子の微生物変敗と防止技術、アサマニュースパートナー、163.1-3 (2014)
4. 内藤茂三：包装食品の微生物変敗防止に関する研究(第3報) - 包装餅の変敗菌について -、愛知食品工試年報、22.72-85 (1981)
5. 内藤茂三：『再改訂増補食品の変敗微生物(第二刷)』、幸書房 (2019)
6. 江川和徳、石井修一、斉藤昭三：米加工食品製造における微生物制御技術に関する研究(第3報) - 生切り餅の変質原因菌について -、新潟食研報、21.51-59 (1986)
7. 内藤茂三：包装食品の微生物変敗防止に関する研究(第3報) - 包装餅の変敗菌について -、愛知食品工試年報、22.72-85 (1981)
8. 関沢まゆみ編：『菓子と果物』(日本の食文化6)、吉川弘文館 (2019)
9. 内藤茂三：『食品変敗の科学』、幸書房 (2020)
10. 内藤茂三：食品工場の3大カビによる食品の変敗、かびと生活、7 (2)、16-24 (2014)
11. 内藤茂三：オゾンと包装食品の変敗防止(中)、Food Packaging, 31 (10) 149-159 (1987)
12. 内藤茂三：オゾンと包装食品の変敗防止(最終回)、Food Packaging, 31 (11) 75-85 (1987)

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

花から乳酸菌(2)

前回(「花から乳酸菌(1)」)に引き続き、花から分離した乳酸菌の利用について述べたいと思う。

今回は、卒論の学生達が忙しい授業や学外実習、就活の合間を利用して、大学のキャンパスや実家などで花から分離した約1000株の乳酸菌のなかから乳酸発酵食品に相応しい菌株として、胃を通過し、腸まで届く乳酸菌の選抜をおこなった経緯についてまとめてみた。

3. 乳酸発酵食品を試作するための乳酸菌株の選抜

栄養学科に属する学生達は、腸まで生きて到達する乳酸菌に高い関心がある。胃液や胆汁に耐え、生きたまま腸に届く植物由来乳酸菌を選抜するために、人工胃液による胃酸耐性と胆汁酸耐性試験を実施した。

胃酸耐性試験は、人工胃液(0.1mMHCL、0.1mMKCl、0.04% Pepsin)を非加熱で無菌調製した小試験管に被験乳酸菌株の培養液を0.1mlずつ添加し、37℃に設定したウォーターバスにいれ、1、2および3時間処理した。0、1、2、3時間ごとに滅菌済みマイクロチップで処理液からMRS液体培地に0.1mlずつ添加し、30℃の恒温器で2日間培養し、増殖の有無を目視で行った。

人工胆汁酸耐性試験は、人工胆汁酸液(0、0.1、0.2、0.4%胆汁末含有MRSプロス)を調製し、小試験管に3ml分注し、オートクレープで滅菌後、これに乳酸菌を培養したMRSプロスを滅菌マイクロチューブで0.1ml接種した。37℃で20日間培養後、増殖が認められたものを胆汁酸耐性有りとした。

学生達は、胃酸耐性・胆汁酸耐性試験の結果をもとに、複数の候補となる菌株を選抜し、乳酸発酵食品の試作を経て、それぞれ目的とする食品の開発を行った。優良乳酸菌の選抜は夏休みが始まる7月までに済ませた。ルーチン作業の多い乳酸菌の選抜は、授業、実習、就活の合間を利用して行う方が都合良かった。就活がほぼ終わり、余裕が出てくる夏休み以降は、連続的な経過観察が必要な食品の試作や保存試験に向いていた。元々栄養学科の学生達は食品開発に興味を持っている者が多いので、食品開発の段階に入ると喜々としてきた。

4. 調査結果

(1) 乳酸菌の分離

2010～19年までの10年間で卒論生が乳酸菌の分離を試みた検体数は合計1111検体に達していた。このうち336検体から乳酸菌(推定)が分離された。花からは850検体のうち、233検体から乳酸菌を分離することができた(分離率27.4%)。野菜からは153検体中62検体(同40.5%)、野菜からは19検体中8検体(同42.1%)、果実は51検体中15検体(同29.4%)から乳酸菌を分離することができた。

花の名前がわかったもの287種類のうち95種類から乳酸菌を分離した。名前が判明しない花26検体中2検体からも乳酸菌を分離した。卒論ということでもあり採取時期が早春から盛夏になるので検体となる花に偏りがでるのは止むを得ないが、バラ、アジサイ、ツツジ、サクラなどが毎年定番で、検体数も多かった。一方、シロツメクサ、タンポポ、オオイヌノフグリ、ハナニラ、ドクダミなど野の花にも目を向けてサンプリングを行っていた。サンプル数の多い花(野菜の花を含む)の乳酸菌分離状況を表4にまとめた。この表の限りでは、シャガ、ハナニラ、マリーゴールド、ラベンダーからの分離率が高く、ビオラ・パンジーやサルビアは低かった。

表4 検体数の多い花(野菜の花を含む)からの乳酸菌分離状況

花の種類※	検体数	乳酸菌分離 検体数	陽性率 (%)	花の種類※	検体数	乳酸菌分離 検体数	陽性率 (%)
バラ	31	12	38.7	ハナミズキ	10	3	30.0
アジサイ	30	9	30.0	ゼラニウム	10	2	20.0
ツツジ	28	10	35.7	ヤブラン	10	2	20.0
ビオラ・パンジー	16	3	18.8	ツバキ	9	4	44.4
マリーゴールド	13	7	53.8	タンポポ	8	3	37.8
ラベンダー	12	6	50.0	ジャガイモの花	8	4	50.0
シロツメクサ	12	4	33.3	シャガ	7	5	71.4
サルビア	12	2	16.7	ハナニラ	6	4	66.7
サクラ	11	3	27.3				

※花の品種は問わず、一般的名称で分類

一連の操作を通して、学生は身近にある花や野菜からも乳酸菌を採取できることや自然環境中に乳酸菌が多く存在していることを実際に体験することができて嬉しそうだった。また、普段は食べない花や果物の皮にも乳酸菌がいることにも興味を持ったようであった。花の色が黄色く鮮やかなマリーゴールドは乳酸菌の分離率が高いが、人の目には同じように華やかに見えるビオラ・パンジーなどは低い分離率であった。シャガは日陰を好み、3月から4月に地味な花をつける。ハナニラも同じ時期に咲き、ネギの仲間だけあって葉や球根にはややネギ臭がある(写真10)。いずれも乳酸菌の分離率が高い傾向にあった。サクラのように咲いてもあっという間に散ってしまう花より、バラやツツジ、ツバキのように一つの花が長く咲いている方が乳酸菌の分離が良いのではないかという学生の推察もあった(表4)。どの花から高率に乳酸菌が分離されるのか、興味のあるところだが、地域、気候等、様々な要因があるのでなかなか難しいところである。



写真10 ハナニラ

野菜ではアスパラガス、枝豆、カリフラワー、キャベツ、レタス、ショウガ、ダイコン、タマネギ、ナガイモ、ニラ、ニンジン、ピーマン、ブロッコリー、ホウレンソウ、レタス、ハーブ類、キノコなど幅広く購入し、サンプリングを行った。乳酸菌の分離率は40.5%と花よりも高かったが、種類ごとの検体数が少なく、傾向はわからなかった。ニンジンなどは7検体中4検体から乳酸菌が分離されたが、流通から販売、購入、採材時などのヒトの関与も無視できないと思われた。野菜の花も42.1%とかなり高率で、ハナメメなど豆類やジャガイモの花などから多く分離された。加工食品は漬物類を中心にサンプリングしたので、キムチ、糠漬け、浅漬けなどの発酵漬物からは当然ながら高率に分離された。

乳酸菌やビフィズス菌に代表されるヒトに有益な作用を有する細菌をプロバイオティクスと呼び、従来いわれていた整腸作用に加え、さまざまな効果が報告され、注目されている。しかしこれはあくまでヒトを中心においた視点である。そもそも花にとって乳酸菌はどのような役割を果たすのだろうか。花から乳酸菌が自然発生することはないので、満開の花を訪れるミツバチ、マルハナバチ、チョウやアブなど多くの昆虫(写真11)やメジロ、ヒヨドリなどの鳥たちが乳酸菌を媒介するのだろうか。ミツバチの腸内にも乳酸菌がいることが報告されているので、それらの影響も考えられ、興味は尽きない。



写真11 キュウリの花に集まるモンシロチョウ

(2) 胃酸耐性・胆汁酸耐性

学生達に関心の高い腸まで届く植物由来の乳酸菌株を選抜するために行った人工胃液による胃酸耐性試験と胆汁酸耐性試験の結果をまとめた。人工胃液による胃酸耐性試験ではテストした342株中1時間処理後の生存株数は100、2時間処理後では64、3時間処理では48と減少した。胆汁酸耐性試験では、テストし

た279株中胆汁酸濃度0.1%では229、0.2%では174、0.4%では97とおおよそ3分の1の菌株が生存し、高い耐性を示した。

(3) 優良菌株の選抜と乳酸菌を利用した食品開発の試み

食品開発の企画、食品の種類や用途、使用する菌株は卒論チームの話し合いで決めた。花などの由来、採取地、胃酸耐性試験・胆汁酸耐性試験、塩耐性試験、菌数測定、培養液のpHなどの結果を考慮して、候補となる植物由来乳酸菌を数株選択し、それらを用いた模擬食品の試作を繰り返し、優良乳酸菌を最終的に1~2株に絞り込んだ。卒論のゴールは、優良菌株を用いた食品開発である。製造過程では、経時的な生菌数測定、乳酸菌数測定、安全性確保のための大腸菌群の検出やpHの変化、形状、色調などの変化を測定した。製造後の保存試験では、微生物関係の検査と目視による性状の観察、匂い、食味、食感などの官能検査を実施した。官能試験には卒論チーム以外の学生らが多数協力してくれたようで、評価結果を統計処理して適性を判定した(写真12)。



写真12 開発した食品の官能検査。最終チェックはみんな真剣。

学生達が考案、試作した食品は、アイスクリーム、ジェラート、シャーベット等のスイーツ、乳や豆乳などの植物性ミルクを使用したヨーグルト、ディップや生ドレッシングなどの調味料、甘酒、ピクルスなど多岐にわたっており、学生達の発想に感心することもしばしばで楽しい思い出となっている。植物由来乳酸菌を利用して開発した食品と使用乳酸菌の種類は表5の通りであった。

表5 植物由来乳酸菌を利用した食品開発(試作)

年度	食品試作	乳酸菌の由来	同定結果
H22	乳酸菌入り野菜ペースト入りアイスクリーム	No12-TH 3 (ツツジ)	<i>L.plantarum</i>
H23	乳酸菌入り野菜ペースト入りアイスクリーム 乳酸菌入りタマネギペースト入り生ドレッシング	AFLp03 (桃の皮)	<i>L.brevis</i>
H24	乳酸菌入り豆乳ヨーグルト	No.32 (ローズマリー葉)	<i>Weissella confusa</i>
H25	乳酸菌入り野菜ペースト入り アイスクリーム	B 4 (ミニバラ) J 4 (ジャズミン)	<i>L.brevis</i> <i>L.brevis</i>
H26	乳酸菌入り豆乳シャーベット ジェラード	No.43 (ラベンダー) * No.61 (ジャガイモ)	<i>L.plantarum</i> <i>L.plantarum</i>
H27	ソイ+ミルクヨーグルト	No.29-01 (モッコウバラ) No.45-03 (バラ、アンジェラ)	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>L.pentosus</i>
H28	純植物性ヨーグルト 乳酸発酵野菜ペーストの試験	No.80 (ホタルブクロ) No.29ながいも (B)	<i>Lactococcus lactis</i> <i>Leuconostoc citreum</i>
H29	乳酸発酵野菜ペーストを用いたディップ ニュータイプピクルス 塩蔵大根を用いた 乳酸発酵タウアン	No.0520-01 (サツキ) No.052-020 (アジサイ) No.52 (シソの実) No.61 (サクラソウ) No.43 (ラベンダー) *	<i>L.plantarum</i> <i>L.plantarum</i> <i>L.rhamnosus</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>L.plantarum</i>
H30	植物性乳酸菌入り甘酒 (スマイルケア食)	No.0325-1 (ハナニラ) No.0409-7 (サツクラ)	<i>L.plantarum</i> <i>L.lactis</i>
		No.0420-2 (ツツジ) No.P0514-3 (ドクダミ)	<i>L.plantarum</i> <i>Lactococcus lactis</i>
	ニュータイプピクルス	No.P0323-1 (パンジー) No.P0316-1 (アカツメグサ)	<i>L.plantarum</i> <i>Lactococcus lactis</i>
R元年	無塩乳酸発酵ピクルス ニュータイプピクルス 薬膳ピクルス	No.99 (ホウレンソウ) KNY-12 (ニンジン) Q1019-2 (アスパラガス)	<i>L.plantarum</i> <i>L.plantarum</i> <i>L.brevis</i>

*平成26年に分離したNo.43株を使用

学生達が試作開発を行った代表的な食品については、次回に紹介したいと思う。
(東京家政大学大学院 宮尾茂雄)

アサマ化成株式会社

E-mail: asm@asama-chemical.co.jp

http://www.asama-chemical.co.jp

●本社 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-6
●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル
●東京アサマ化成 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-20
●中部アサマ化成 / 〒453-0063 名古屋市市中村区東宿町2-28-1
●九州アサマ化成販売 / 〒815-0031 福岡県福岡市南区清水1-16-11
●桜陽化成 / 〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9-8-18

TEL (03)3661-6282
TEL (06)6305-2854
TEL (03)3666-5841
TEL (052)413-4020
TEL (092)408-4114
TEL (011)683-5052

FAX (03)3661-6285
FAX (06)6305-2889
FAX (03)3667-6854
FAX (052)419-2830
FAX (092)408-4350
FAX (011)694-3061