

アサマ NEWS

パートナ

2021-3 No.201

食品の微生物変敗と 防止技術

(40) 油脂を分解する微生物による食品変敗

1. 油脂を分解する微生物

リパーゼが分解する油脂は、グリセリンに各種 脂肪酸が3個結合している。この3個をすべて切断する位置特性の低いリパーゼや、一部を切る特異性の高いリパーゼがある。また、リパーゼは本来の油脂の加水分解酵素であるが、反応系中の水分を減少すればその逆反応であるエステル合成やエステル交換反応も触媒する。そのため、微生物の生産するリパーゼの食品変敗は広く食用油脂分解から食品残存油脂までに及んでいる。リパーゼは動植物から微生物に至るまで自然界に広く分布しているが、食品変敗は微生物起源のものが一般的となっている。油脂分解微生物による食品中の油脂の分解は、一般的な生物分解と同様に、リパーゼによってグリセリンと高級脂肪酸とに加水分解された後、グリセリンは解糖経路に入り、高級脂肪酸は β -酸化経路に入り、最終的にはTCAサイクルにより炭酸ガスと水に分解される。食品中のエマルジョン化した油脂には微生物が存在する。

グリストラップのエマルジョン化した油分には微生物は生育が困難である場合が多い。油脂を含む食品が、微生物の増殖により異臭等が生成する場合がある。1 vol%油脂を含むNutrient broth 5 mlを検索培地として、大豆油、オリーブ油、サラダ油の分解能を検討した結果を表1に示す¹⁾。Bacillus subtilis IFO3009はサラダ油に、Micrococcus luteusは大豆油、サラダ油に、Pseudomonas putidaは大豆油、サラダ油、オリーブ油に対して、油脂分解能が確認できた。高油脂分解能を有する微生物を検索、選択を行った結果、Pseudomonas putidaが高い油脂分解能を有した。

表1 試験に供した微生物と各有機物存在下での生育¹⁾

菌種	大豆油	オリーブ油	サラダ油
Alcaligenes xylosoxidans	×	×	×
Arthrobacter globiformis	×	×	×
Bacillus atrophaeus	×	×	×
Bacillus subtilis IFO3009	×	×	○
Micrococcus luteus	○	×	○
Noardioides simplex	×	×	×
Paracoccus denitrificans	×	×	×
Pseudomonas putida	○	○	○

油脂を特異的に分解するAcinetobacter、Pseudomonas、Rhodococcus等の細菌が発見されている。

Rhodococcusは、広範囲の化合物を異化し、Nocardia科の真性細菌である。Nocardiaは油脂の分解に関与しており、菌体内外で加水分解酵素であるリパーゼや高級脂肪酸の β -酸化に関与する酵素を生産する能力があるものと考えられる²⁾。

リパーゼには膵臓リパーゼ、ミルクリパーゼ、植物リパーゼ、微生物リパーゼがある。微生物リパーゼには糸状菌リパーゼ、細

菌リパーゼ、酵母リパーゼがあるが、圧倒的に糸状菌リパーゼが多い。リパーゼを生産する糸状菌にはRhizopus、Aspergillus、Penicillium、Geotrichumがある。Aspergillusは固形食品中でも生産することが知られている。Penicillium cyclopimが2種のリパーゼを生産し、その生産量は培養液のpHにより支配されることが分かってきた。Aspergillusにより生産されたりパーゼは中性から酸性領域で安定であり、Penicilliumより生産されたりパーゼは中性からアルカリ性で安定である。Rhizopusより生産されたりパーゼは菌株により大きな差異があり、Geitrichumより生産されたりパーゼは最も広いpH領域で安定性がある。

食品加工工場や厨房等の調理施設から排出される排水には、動物性又は植物性の油脂が含まれることが多い。これら排水中の油脂に増殖する微生物が食品工場環境を汚染する。その中でも特異的に油脂を分解するAcinetobacterは非運動性グラム陰性でカタラーゼ陽性、オキシダーゼ陰性を示す球状桿菌で食品工場に広く分布する。

食品加工工場や厨房から排出される油脂含有排水は、低温性で低pHから中性条件下であるので、含まれている油脂を分解して増殖する場合が多い。洗剤等でアルカリ性になると油脂分解菌の生育を阻止できると考えられる。

2. 食品工場における油脂と微生物汚染

豚肉加工工場において使用される設備、器具から検出された油脂量は、拭き取り面積あたり0.1mg~30mg、一般生菌数は、拭き取り面積当たり、 $1.0 \times 10^4 \sim 1.8 \times 10^7$ であった。また、検出される油脂量が多い場合には一般生菌数も多くなる傾向が見られ、油脂と微生物汚染の相関性が示された。設備、器具から分離されたグラム陰性桿菌を同定した結果、腐敗の原因となるPseudomonas fluorescensが優占していることが明らかになり、食肉の変敗リスクが示唆された³⁾。屠畜場および食肉加工工場の分散汚染する油脂量とその工場の清潔度を判定する一つの材料になる。最近、食肉工場では屠殺体や環境由来の微生物および油脂による工場汚染が問題となっている。現在までの現場での経験では工場の油脂汚染が多くなると変敗品が多くなる傾向が認められている。Pseudomonasは酸化力が極めて強く油脂を分解する。本菌が油脂を分解してグリセリンと脂肪酸にすることで他の微生物が増殖して変敗が進行する。食肉工場の油脂汚染を少なくすることによりPseudomonasが減少し他の微生物の増殖を抑制すると考えられる⁴⁾。

切削油剤は金属加工分野で広く使用され、主に潤滑性と冷却性を付与し、仕上面精度の向上、工具寿命の延長といった効果がある。水溶性切削油剤は、JIS規格により、エマルジョン形、ソリュブル形およびケミカルソリュション形に大別され、一般に水で10倍から100倍に希釈されて使用されるために微生物の汚染は非常に多い。水も長期間放置すれば微生物が増殖する。特に鉱油を界面活性剤で乳化したエマルジョン形水溶性切削剤は栄養源に富むため、微生物の汚染を受けて腐敗、変敗し易い。腐敗、変敗したエマルジョン形水溶性切削剤は汚水として処理されるが工場を二次汚染させる。この腐敗、変敗の原因菌は古くから検討され、Bacillus、Pseudomonas、Achromobacter、E.coli、酵

母及びカビが分離された。出現頻度の高い菌は*Pseudomonas pseudoalcaligenes*、*Pseudomonas alcaligenes*、*Pseudomonas putida*であった⁵⁾。

水溶性切削油剤の腐敗、変敗は、*Pseudomonas*等の好気性細菌と嫌気性細菌の一種である硫酸還元菌が原因菌であり、このうち悪臭を発生するのは硫酸還元菌である。硫酸還元菌は単独では増殖できないが、*Pseudomonas*が存在すると増殖可能になるという事実から油剤は好気性細菌が増殖し、そしてそれに引き続く硫酸還元菌が増殖する段階の二つの過程を得て、腐敗、変敗に至るものと長く考えられてきた⁶⁾。

現在では油剤は次の三段階プロセスを経て、腐敗、変敗に至ると考えられている。まず最初の段階は*Pseudomonas*を中心とした酸素存在下で生育する細菌が増殖する段階である。通性嫌気性細菌も酸素を利用して増殖する。これにより油剤成分が分解され、油剤は嫌氣的雰囲気徐々に変化する。第二の段階は*E.coli*等の嫌気性細菌が増殖する段階である。通性嫌気性細菌は*Pseudomonas*の代謝産物を利用して更に増殖し、有機酸が生産されてpHが低下する。最後の段階はこの有機酸を利用して硫酸還元菌が増殖する段階である。硫化水素が発生し、油剤は黒色味を帯びてくる⁷⁾。

3. 油脂含有加工食品の微生物変敗と制御

食肉加工食品の変敗細菌を表2に示した。グラム陽性菌には乳酸菌が多い。ガス膨張の原因菌は乳酸菌である。乳酸菌は食肉工場の常在菌であるので工場を適切な殺菌剤で殺菌する。ガスの発生量は乳酸及び保存期間によりガス膨張の程度が決定する。このことは乳酸菌の汚染を避けることができないことを示している。保存温度をできるだけ低く、保存期間を短くする。

表2 食肉加工製品の変敗・腐敗細菌⁸⁾

グラム陰性細菌	
<i>Pseudomonas</i> 、	<i>Flavobacterium</i> 、
<i>Acromobacter</i> 、	<i>Enterobacter</i> 、
<i>Moraxella</i> 、	<i>Acinetobactetr</i>
グラム陽性細菌	
<i>Lactobacillus</i> 、 <i>Leuconostoc</i> 、 <i>Streptococcus</i> 、	
<i>Micrococcus</i> 、 <i>Microbacterium</i> 、	
<i>Corynebacterium</i> 、 <i>Brochothrix</i> 、 <i>Bacillus</i>	

ネットには2種類があり、1つのネット生成現象は食品中の糖類から粘り状の物質が生成され、その成分は「デキストラン」で透明で臭いが無い。水産練製品に多く発生する。もう1つは食品中のたんぱく質やアミノ酸から生成される粘性物質であり、強烈な臭いがある。焼き豚やハム等の食肉加工製品に多く発生する。食肉加工製品のネットは食肉加工製品の外表面に生じるたんぱく質やアミノ酸からのネバネバであるので菌体が多く、菌数は多く $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^8$ /gとなる。原因菌はグラム陽性細菌、グラム陰性細菌、酵母、カビである。汚染源は製品に付着した水分、汚染手指、器具、作業台、空中浮遊菌、加熱後の残存菌である。

焼き豚には古くからネットが多く発生してきた。焼き豚にはソルビン酸カリウム、亜硝酸塩が含まれている。製造工程は肉解凍、整形、ピクル注入、タンプリング、焙焼、蒸煮、冷却、包装、再加熱、保管である。

ほとんどの場合、乳酸菌である*Leuconostoc mesenteroides*が工場より二次汚染して有機酸やデキストランを生成したことによる。その原因はスモークハウスで蒸煮（規定63℃、30分）を行っていたが加熱不足である。

燻製豚肉の変敗過程は包装形態により著しくは変化しない。5℃、48日保存した場合に真空包装では初発は*Favobacterium*、*Arthrobacterium*、*Pseudomonas*、*Corynebacterium*で菌数 1.0×10^2 /gであり、保存後 1.0×10^7 /gとなりほとんどが乳酸菌となる。炭酸ガス包装でも、窒素ガス包装でもすべてほぼ同じ結果となる。これは低温下で増殖する微生物は乳酸菌であることによる。

食肉工場では油脂が多く床や壁に分散している。この油脂が微

生物の汚染源である。豚肉加工工場の油脂量を拭き取りキットで分析し、同時に生菌数を拭き取りキットで分析すると油脂の量に比例して生菌数が増加する。つまり油脂量の増大により生菌数が増大する。これは食肉工場には油脂を分解する*Pseudomonas fluorescens*が多いことに由来する。工場に床等に付着した油脂を*Pseudomonas fluorescens*が分解して環境が変化して、乳酸菌等の他の微生物が増殖する。その結果、これらの菌が食肉製品に二次汚染して製品を変敗させる。一般的に肉を扱っている工場では、現在では油脂が工場に分散している場合は少ないが昔は多くあり、製品の腐敗・変敗の原因となっていた⁸⁾。

製造過程において油脂で揚げる、炒める、吹き付ける、又は塗布する等の処理を施した菓子を油菓子という。油脂分を粗脂肪として10%（重量%）以上含むもの。厚生省通達（環食第248号）での「油で処理した菓子」と同じである。油で処理した菓子とは、製造過程において、油脂で揚げる若しくは炒める又は油脂を吹きつける若しくは塗布する等の処理をほどこした菓子をいう。油の酸化と同時に微生物汚染の可能性もある。でん粉あられ、フライビーンズ、ポテトチップス、クラッカー、クッキースナック菓子、あられ、せんべい、かりんとう、イカフライなどがある。

マーガリン類に包含されたファットスプレッドは従来のマーガリンより水分や乳製品の使用が多く、また果実やナッツ類の加工品、香辛料などの風味原料を加えたものおよび加糖製品もあり、微生物の発生、増殖による品質劣化の危険性がある。業務用のものはベーカリー製品への練り込み用や調理用のように加熱された後食用とされるので、直接パンに塗布する家庭用とは事情が異なるもののバタークリーム用のように加熱過程なしに食用となるものもあるので製造時の微生物管理は必要と考えられる。

マーガリンではほとんど微生物は検出されないが、時々 3.0×10^2 /g以下の生菌数が検出され、ファットスプレッドではマーガリンよりも多くの生菌数が検出された⁹⁾。ファットスプレッドはマーガリンより低脂肪で低カロリーの製品であり、またからしやナッツ加工品などの風味原料を加えたものや業務用ではあるがバタークリーム用として消費される加糖製品も出荷されている。

乳製品や椰子油などの低級脂肪酸を含む油脂を使用した食品に*Aspergillus oryzae*や*Penicillium* sp.が増殖すると、これらのカビの生産する酵素によって、低級脂肪酸がケト酸を経て炭素数の少ないケトンを生成する。これがオフフレーバーの原因になるが、これをケトン生成型酸敗という¹⁰⁾。

2000年6月、関西で製造された低脂肪乳等による*Staphylococcus aureus*による食中毒が発生、約15,000人以上が被害にあった事件で、直接の原因は、*Staphylococcus aureus*によって産生されたエンテロトキシンによって汚染された脱脂粉乳を使用したためであったが、その後の調査により、脱脂粉乳製造工場における製造管理、品質管理、衛生管理のの不備であった。

文献

- 1) 幅 靖志：油脂分解菌の検索及び分解能の評価、愛知県産業技術研究所研究報告、666-67（2007）
- 2) 古崎康哲、石川宗孝、中西弘：膜分離を用いた油脂分解微生物の培養と油脂分解特性に関する基礎的研究（Ⅱ）、油脂分解菌の探索を中心として、環境工学研究論文集、35、351-357（1998）
- 3) 國分伸敏、國武広一郎、松浦潤一、宮崎祥典、盛田隆行、岡部和彦、中島和英、石崎直人、堂ヶ崎知格：食肉加工工場における油脂と微生物汚染に関する検討、日本食品微生物学会学術総会講演要旨集、33.58（2012）
- 4) 内藤茂三：『食品変敗の科学』、幸書房（2020）
- 5) 佐藤幹夫：水溶性切削油剤に増殖した細菌の同定、防菌防黴、21.17-21（1993）
- 6) Guynes,G.J.,Bennett,E.O.: Bacterial Deterioration of Emulsion Oils I. Relationship between Aerobes and Sulfate-Reducing Bacteria in Deterioration Appl.Microbiol.7,117-121（1959）
- 7) 佐藤幹夫：水溶性切削油剤の腐敗における嫌気性細菌の役割、防菌防黴、9.383-390（1981）
- 8) 内藤茂三：食肉及び食肉製品の微生物汚染による腐敗・変敗防止、サナテックメールマガジン、2013、6月号、1-4（2013）
- 9) 兼松弘、新谷勤：食用加工油脂製品の微生物調査について、生活衛生、31.242-244（1987）
- 10) 岩尾裕之、高居百合子：市販油脂食品の変敗について、調理科学、9.42-48（1976）

（内藤茂三 食品・微生物研究所）

漬物散歩—花から乳酸菌—

前回（「花から乳酸菌（1）、（2）」に引き続き、花から分離した乳酸菌の利用について、今回は卒論生達が花から分離した乳酸菌を用いて製造した乳酸発酵食品の概要について述べたいと思う。

6. 卒論で試作された乳酸発酵食品

分離した乳酸菌株を用いて卒論生達が開発、試作した食品とその製造方法の概略および学生らが自らおこなった評価を表6～9にまとめた（表6～9）。表6は、乳酸発酵させた野菜ペーストを用いてアイスクリーム、シャーベット、ジェラートなどを製造したもので、なかでもサツマイモのペーストを乳酸発酵させたものを用いたジェラートの評価が高かった。アイスクリーム類は冷凍されるので乳酸菌は生菌の状態では保存される。これが本品のポイントで2か月保存後も生存率は良好であった。表7は、植物由来の豆乳と同じ植物由来の乳酸菌を使用し、ヨーグルトを試作したものであるが、豆乳のみではやはり豆臭さが残ることから豆乳に牛乳ではなく、植物由来のミルクであるアーモンドミルクやココナッツミルクを混合し、ヨーグルトの製造を試みたものである。豆臭さは改善され、牛乳アレルギーのある人にも利用できるとしており、栄養学科の学生らしい発想である。表8は、麴で造った甘酒をさらに乳酸発酵させたものに副材料として細刻したニンジン、イチゴ、パイナップルなどを加えミキサー処理したものである。嚥下しやすいスマイルケア食として栄養素や風味が加味されており、栄養食として期待されるとしている。これも栄養学科の学生らしい卒論研究である。表9は、塩蔵大根を原料とした乳酸発酵たくあん製造を試みたものである。乳酸菌を添加して発酵させることによって通常よりも短期間で発酵を行わせる。評価に記載はないが、乳酸菌の接種方法として乳酸菌培養液を凍結してできた「乳酸菌氷」を用いる方法を試みている。食品原料のみで調製された培養液を用いて増菌させたものを凍結した乳酸菌氷を保存しておき、それを種菌として随時利用する方法であるが、有用性については更なる研究が必要としている。

表6 乳酸菌で発酵させた野菜ペースト入りアイスクリーム、シャーベット、ジェラート

製造方法	自己評価
栄養源としてグルコース、ペプトン、酵母エキスを加えた野菜ペースト（パンブキン・ジャガイモ・スーパーコーン・エタマメ、サツマイモ）で乳酸菌を培養。これをペーストとして自家製アイスクリーム、シャーベット、ジェラートに添加。保存試験実施。	冷凍状態で乳酸菌を保存できる。花から分離した乳酸菌をアイスクリームなどに利用できる。野菜ペーストの味や風味が感じられるものの方が好まれた。ジャガイモ由来乳酸菌をジャガイモシャーベットに混ぜたものが、保存試験（2か月後までの菌の生存率）の結果は良かった。野菜と菌の由来には相性があるのかもしれない。豆乳ペーストの氷菓は自身の味を主張しつつ、野菜ペーストの持ち味を生かしてくれる。豆乳の利用も嗜好性を高めた。サツマイモ以外は乳酸菌で発酵させた野菜ペーストを用いたものが評価は高かった。

表7 乳酸菌で発酵させた豆乳ヨーグルト

製造方法	自己評価
豆乳単独の場合。豆乳と牛乳の配合割合を変化させたもの。豆乳+アーモンドミルク、ココナッツオイルなどの植物性ミルクの組み合わせ。	豆乳単独では乳酸菌の発育は良好、豆乳も凝固するが、豆臭さがある。豆乳50%と牛乳50%の組み合わせが望ましい。植物性ミルク添加は、固まりが緩い（ソフトヨーグルト）が豆臭さは気にならない。全植物性ヨーグルトは牛乳アレルギーがあるが、大豆を食べられる人には利用可能。味覚など配合割合は要検討。

表8 植物由来乳酸菌で発酵させた甘酒（スマイルケア食としても有効）

製造方法	自己評価
自家製の甘酒に乳酸菌培養液を添加。pH4.0の時点で副材料（冷凍ニンジン、イチゴ、パイナップル、生薑、きなこ）を添加。多くの被験者による官能検査。	副材料にはそれぞれ嗜好性、好き嫌いなど個人差がある。ミキサー処理された甘酒は舌触りがよい。スマイルケア食としてはミキサー処理のニンジン甘酒が飲みやすく、風味、栄養素も加味され、健康栄養食として期待される。

表9 塩蔵大根を用いた乳酸発酵たくあん

製造方法	自己評価
平成26年にラベンダーから分離した乳酸菌を使用。大根を漬け込む際に冷凍保存していた乳酸菌を解凍し、漬け液に添加。経時的に観察。出汁を検討。	大量に収穫された大根を塩蔵保存していた。その利用法の一つとして考案。多くの人に好まれる和風出汁の調製には鰹節など調味料のバランスの良い配合が必要。糠漬け漬床は大根を乾燥させ、通常1か月以上の漬け込みが必要であるが、乳酸菌添加により通常よりも短時間で漬けあがる。凍結した乳酸菌の有用性には、更なる研究が必要。

7. ニュータイプピクルス

ピクルスは塩漬け、調味液漬け、酢漬けなどの保存処理を表す言葉で、日本語の漬物に該当する。製造方法により発酵ピクルスとビネガーピクルス（酢漬け）の2種類がある。発酵ピクルスは、すぐき漬、しば漬、キムチなどと同様に乳酸発酵漬物であるが、ビネガーピクルスはラッキョウやショウガの甘酢漬などと同じ酢漬である。発酵ピクルスは原料野菜の種類や食塩濃度、季節にもよるが、1～3週間ほど漬け込む必要がある。外気温が高いと発酵が進みすぎて、すっぱくなり過ぎることもあり、この加減がむずかしい。New York の Orchard Street で毎年10月に開催される Pickle Day（ピクルスデー）に行く機会があった（写真13、14、15）。そこでは発酵ピクルスの漬かり具合を「ライト」、「ミディアム」、「ヘビー」と分けていて、大変判りやすい表現だと感じた。

発酵ピクルスは、生きた乳酸菌をそのまま体に取り入れることができるので、整腸作用などの健康機能が期待される一方で、乳酸菌の増殖によって、酸味が強くなるとともに、漬け汁が白く濁ってくるので、見た目にも難点がある（写真16）。学生達も発酵ピクルスは健康的だが、商品性を考えるとイマイチと思っていた。そこで、ビネガーピクルスのような澄明感と発酵ピクルスによる乳酸菌摂取の両方を兼ね備えた言わば相反する要素を併せ持つピクルスを「ニュータイプピクルス」と銘打ち、試作に挑戦した。プランチングしたピクルス用の漬け込み材料に花や野菜から分離した乳酸菌を添加して発酵を促進し、比較的短時間で失敗なく発酵ピクルスを作る。出来た発酵ピクルスをビネガーピクルス液に入れ、保存中の乳酸菌の減少を調べるのである。乳酸菌が増えれば濁りを生じるので、乳酸菌の増加を抑えつつ菌数の減少を可能な限り小さくする条件を探った。保存試験の結果、添加した乳酸菌数の減少は思ったよりゆっくりで、風味も良好であった。卒論の試験段階のものであり、実用化するにはさらに検討が必要である。年度は異なるが、他の卒論グループが行った無塩乳酸発酵ピクルスの製造条件の検討（表10）と薬膳発酵ピクルスの試作の概要（表11）を紹介する。表10は、通常、食塩存在下で発酵によって製造される発酵きゅうりピクルスを乳酸菌を接種することによって無塩下で製造する試みである。木曾の「すんき」と同様の考え方であるが、ただ、きゅうりを対象にした場合は、酸味が強く、食味が劣る結果となった。表11は、薬膳材料を用いた発酵漬物を製造する試みで、現在の消費者の健康志向の流れにあわせたものであった。薬膳食材としては、八角、クコの実、なつめなどを用い、野菜材料とともに乳酸発酵させたものである。思いのほか美味しい「乳酸発酵薬膳ピクルス」が製造できたとしている。今後、様々な薬膳素材を利用したピクルスが開発されることが期待される。



写真13 多くの人でにぎわう Pickle Day (ピクルスデー) (New York, Orchard Street, 2019年10月)



写真14 各種ピクルス (同上)



写真15 陽気なピクルス屋のスタッフと定番のキュウリのピクルス (同上)



写真16 キュウリの乳酸発酵ピクルス。漬け液が白濁してくる（製造後5日、自家製）

表10 無塩乳酸発酵ピクルス

製造方法	自己評価
野菜（キュウリ、ニンジン、黄パプリカ）はブランチングした野菜と香辛料、野菜と同量の殺菌水に漬け、培養した乳酸菌を接種。食塩は無添加（通常は5%食塩水を使用）。	乳酸菌接種により、4日程度で無塩ピクルスの製造の可能性が示唆された。ただし酸味が強く、食味が劣っているため、各種条件の検討が必要。漬物の減塩化への応用も可能か？ブランチング後にスターターとして乳酸菌を添加するのは、木曽地方の伝統漬物「すんき」で使用されるすんき種の考え方と類似。

表11 薬膳ピクルス

製造方法	自己評価
野菜（大根、キュウリ、ニンジン、パプリカと香辛料（ニンニク、ショウガ、唐辛子、ローリエ、黒コショウ粒）、薬膳材料（八角、クコの実、ナツメ）を添加し、培養した乳酸菌を接種し、10日間発酵。味、見た目、香り、生存菌数など総合的に評価。	薬膳食材として甘味・温性のダイウイキョウ（大茴香）の未熟な果実を乾燥させた八角（スターアニス）、藁（ナツメ）、甘味・平性の枸杞子（クコシ）の3種を用いることで、甘味と食味の良い「美味しい乳酸発酵薬膳ピクルス」が出来た。治験や臨床検査を通して実際の効果を判定し、薬膳食材の検討を行う必要性がある。

8. 「大学は美味しい！！」フェア

学生達が試作した乳酸菌を使用した発酵食品の種類も増えてきた。それらを多くの方に知ってもらえる機会があればと思っていたところ、大学で行われている食品関連の研究を広め、食育活動の支援を目的に始まった「大学は美味しい！！」フェアが毎年5月に高島屋新宿店で開催されていることを知った。この企画は平成20年に始まったもので、当時はまだ大学が開発する商品が社会に知られていなかったという。年々盛況となり、一部でしか認知されていなかった大学発の商品開発も全国に知られるようになった。研究室と東京のJA、漬物企業とのコラボで最初に出展・販売したのは、江戸東京野菜のみで製品化した「江戸東京福神漬」であった。翌年、この催しに卒論生が研究開発した「乳酸菌入りジェラート」（写真17）と翌々年は「塩蔵大根を用いた乳酸発酵タクアン」（写真18）を『東京家政大学発の食品』として出品し、好評を博した。乳酸発酵タクアンを商品化する時は、事前に協力工場に見学に行き、作業工程などの説明を受けた（写真19）。「大学は美味しい！！」フェアは、残念ながら2019年の開催を最後に現在は開催されていない。



写真17 乳酸菌入りジェラートの販売
（平成28年5月、第9回「大学は美味しい！！」フェア会場）



写真18 「塩蔵大根を用いた乳酸発酵タクアン」を前に勢ぞろい
（平成29年5月、第10回「大学は美味しい！！」フェア会場）



写真19 「塩蔵大根を用いた乳酸発酵タクアン」の製造工程を見学

9. 乳酸菌の効用

乳酸菌の健康機能には、腸を刺激して、スムーズで速やかな排便を促す整腸、有害菌の増殖を抑え、肝臓障害、動脈硬化、高血圧などの生活習慣病の改善、抵抗力を高める免疫賦活などの働きが知られている。関与する成分が「ビフィズス菌・乳酸菌」である特定保健用食品の種類には発酵乳と乳酸菌飲料がある。今回、卒論で分離した乳酸菌は簡易法で同定し、抗菌性や免疫賦活活性などを調べてはいないので、健康機能性と直接は結びつ

かない。しかし、表12のとおり、プロバイオティクスとして知られたものと同じ菌種であり、将来有用性が認められるかもしれない。なお、今回は花、果物、ミツバチ消化管などフルクトースの豊富な環境下に生息しているとされる *Fructobacillus fructosus* は検出されなかった。また通性嫌気性乳酸菌を対象とした培養を行ったので、偏性嫌気性菌である *ビフィズス菌* (*Bifidobacterium*) は対象外とした。

表12 分離された乳酸菌の種類と特徴

属名	形態	一般的に分離される主な食品	今回分離した菌種と一般的な特徴
<i>Leuconostoc</i>	球菌	乳製品、漬物、日本酒、米酒（東南アジア）、ぶどう酒	<i>L.mesenteroides</i> と <i>L.citream</i> は主に植物表面や植物性発酵食品で見いだされる。 <i>Leuconostoc</i> は <i>W.confusa</i> とともにヒト乳児の主要な腸内乳酸菌。ヒト母乳中の最優勢菌種である可能性が報告されており、授乳により定着した可能性もある。
<i>Lactobacillus</i>	桿菌	乳製品、漬物、パン、日本酒、黄酒（中国）、ぶどう酒	<i>L.plantarum</i> は、ヒト消化管からも見いだされる。 <i>L.brevis</i> は主な分離源は植物性発酵食品で、サワーブレッド由来の菌種も多い。 <i>L.pentosus</i> は <i>L.plantarum</i> と16S rDNA での相動性が99.8%程度ある。いずれも植物性の環境に多く存在する。 <i>L.rhannosus</i> は <i>L.casati</i> の系統で、プロバイオティクス機能が注目され、繊維をもち、ヒト腸管定着や宿主の免疫誘導の重要な因子であることが明らかにされている。なお <i>Lactobacillus</i> 属は180菌種以上と菌種が多い。
<i>Lactococcus</i>	球菌	乳製品（特にチーズ）	<i>L.lactis</i> はチーズの製造（チーズのスターター）に用いられる。生乳、チーズ、バターなどから高率に分離される酪農乳酸菌。
<i>Weissella</i>	桿菌	サイレージ、麴など	<i>W.confuse</i> は主に植物表面や植物性発酵食品中から見いだされる。 <i>W.confusa</i> 及び <i>W.cibaria</i> はヒト乳児を含む動物消化管中の最優勢乳酸菌の一種。

栄養学科の学生の多くは「食」を通して人の健康と向き合う分野に就職する。食品加工学の実習では、様々な加工食品が「どのように作られているのか」「どんな工夫がなされているのか」を学んでいく。しかしそれだけでは足りないように思う。食品利用のコンセプトをはっきりさせ、新しい食品を企画する力も必要である。食物アレルギー対応のもの、お年寄りや嚥下障害のある方が利用できるスマイルケア食、病人食、野菜が苦手な子供向けのもの、医療の現場や学校給食など栄養士、管理栄養士の対象は多様である。卒論研究は、大学4年間の締めくくりであり、「乳酸菌による健康効果」のある美味しい加工食品の開発を目指して取り組んだ。宝物である「乳酸菌」は、身近な花などから分離し、食品開発に利用した。今回の話は、卒論段階のものであり、まだまだ検討が必要である。しかし、学生たちはこの経験を活かし、卒業後も人の命を守る食を通して、社会に貢献してくれるものと大いに期待している。

大学には正門脇をはじめ、多くのサクラがある（写真20）。しかし、2020年の4月、学生たちは満開のサクラを目にすることもなく、自宅待機を続けていた。当たり前になっていた卒論の指導や研究活動を続けられたことは、幸せなことであったと感謝する思いで胸が痛くなる。



写真20 東京家政大学正門と桜
（板橋区、2010年4月）。この桜も貴重なサンプルを提供してくれた。

（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 社 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-6 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285
●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889
●東京アサマ化成 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-20 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
●中部アサマ化成 / 〒453-0063 名古屋市市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
●九州アサマ化成販売 / 〒815-0031 福岡県福岡市南区清水1-16-11 TEL (092)408-4114 FAX (092)408-4350
●桜陽化成 / 〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061