

アサマ NEWS

パート

2024-3 No.219

食品の微生物変敗と 防止技術

(58) カツ丼の微生物変敗と制御

1. カツ丼の歴史と特徴

1. 1 カツ丼の歴史

カツ丼は日本で創案された和洋折衷の丼である。カツ丼は丼物の一種であり、トンカツにタマネギなどの具材を加え、甘辛い汁で煮て、鶏卵でとじてどんぶり飯の上に汁ごとかけたものを言う。カツ丼の誕生には諸説があり、いずれの説も大正時代の終わりにカツ丼が誕生している。カツに関しては1982年（明治5年）に出版された『西洋料理通』にホールクコットレットという名で紹介された。トンカツを丼飯の上に載せればカツ丼ができるが、カツ丼は二種類あって、ソースカツ丼と卵とじカツ丼である。ソースカツ丼は、丼飯の上にトンカツを載せてソースを掛けるか、ソースにくぐらせたトンカツを丼飯の上に載せるかしたもので、多くは千切りキャベツを取り入れている。飯の上に千切りキャベツが載り、その上に揚げたてのトンカツが載った丼である。このカツ丼には薄めの衣で薄い豚肉が用いられる場合もある。卵とじカツ丼は、トンカツとタマネギなどを出汁、醤油、砂糖を合せた割下で甘辛く煮て、卵でとじ、それを丼飯のうえに載せたものである。食感を残すためにタマネギだけで卵をとじ、最後に揚げたてのトンカツを載せて仕上げる場合もある^{1, 2)}。

カツ丼の発祥は明治時代のソバ屋であると言われており、当時出前が主流であったソバ屋では器が1つで済む丼物が中心であったため、丼飯に載せるカツ丼が誕生した。明治時代のカツ丼は、ソースや醤油で調味されていたものであり、昭和時代に入り今のような栄養を重視したスタイルになった。ソバ屋でも玉子とじカツ丼を始めた。ソバ屋の玉子とじカツ丼は、出前をするあいだのデコボコ道で煮汁が浸み込み、これをカツ丼の道と称する³⁾。一般的なカツ丼は、トンカツとタマネギを醤油味の割下で煮込み、卵とじにして、米飯丼の上にのせた料理である。トンカツを卵とじにした料理のほか、タレや餡、ソースなどをかけて浸み込ませたトンカツその他のカツ丼を用いた丼料理が、当地グルメや独自商品として各地で販売されている。多くの場合、カツ丼のカツにはトンカツを使用するが、ビーフカツ、チキンカツ、メンチカツ、エビカツといったカツを使用したカツ丼も存在し、それぞれ、ビーフカツ丼、チキンカツ丼と呼ばれ、牛肉料理や鶏肉料理の専門店では、これらを単にカツ丼と呼ぶこともある。

カツ丼は戦後間もない時代の日本では最高の御馳走であった。以前は警察の取り調べ室での食事にはカツ丼が出されたのは、警察や刑事の人情を感じさせるものとして使われた。現在では警察が費用負担をした場合には利益誘導とし、裁判の際に供述の任意性が否定される場合がある。現在ではソースカツ丼を卵でとじたフリーズドライのカツ丼の素が販売されている。

1. 2 カツ丼の特徴

東京ではソバ屋で卵とじカツ丼を売り始め、ソバ屋では既に天井や親子丼を売り出していたので、天井の天ぶらを揚げる技術や、親子丼の鶏肉を卵とじにする技術をトンカツに応用すればたやすくカツ丼が作れた。またソバツユはカツ丼の煮汁に応用できるのでソバ屋がカツ丼を出す舞台は整っていた。しかしソバ屋がカツ丼を提供するのは関東大震災後であった。老舗と言われるような少数のソバ屋では丼物を出さないが、ほとんどのソバ屋でカツ丼を売ようになった。トンカツソースで味付けするスタイルのカツ丼で、ソースカツ丼と呼ばれ、味付け方法は複数の様式があり、上からソースを掛けるもの、ソースを入れた容器にカツを漬けるもの、ソースで煮込むものなどがある。トンカツの付け合せとして一般的な千切りキャベツを取り入れて、千切りキャベツを敷いた丼飯の上にトンカツを盛り付けるものもある。カツ丼のツユはトンカツの衣が汁を吸うために少し薄いくらいのタレと水を1:1位に調整しておく必要がある。一部の地域では、単にカツ丼と呼ぶとソースカツ丼を指しており、卵とじのカツ丼は卵カツ丼、上カツ丼、煮カツ丼と呼ばれている。一般的にカツ丼は豚肉を筋切して、塩、コショウを振りフライにして適度な大きさに切り、合わせダシの天ツユを火にかけ、煮立ったらトンカツを載せ、三つ葉を散らす。溶き卵を糸状に一面に流し入れる。蓋をして弱火にし、10~30秒蒸らす。一度油で揚げたものを、さらにダシ汁で煮含める方法であり、日本の丼の傑作である。名古屋では、揚げたトンカツを煮込まず、味噌ダレをかけた味噌カツ丼がある。味噌カツ丼は、赤味噌のタレによって品質が決まるので、豚肉に味噌づけを揚げれば風味が向上する。また、豚肉を醤油漬けにし、揚げると醤油がパン粉にからまって香ばしい。信州のソースカツ丼は、丼飯の上に刻みキャベツを盛り、そこに揚げたての豚カツを切ったものを載せ、独特のソースをかける。ソースはウスターソースに各種肉汁とリンゴ酢と香辛料を加えたものである。

2. カツ丼の微生物変敗と制御

2. 1 カツ丼の具材の微生物

食肉は、食品衛生法で10℃以下もしくは細切りした容器包装に入れたものを凍結する場合は、-15℃以下で保存することが規定されている。好気条件で冷蔵された豚肉からは *Pseudomonas fluorescens*、*Moraxella*、*Acinetobacter*、*Lactobacillus*、*Brochothrix thermosphacta* が検出される。

豚肉を炭酸ガス、窒素ガス及び含気包装、4℃で貯蔵して微生物の変化を検討した結果、 5×10^6 /gに到達する時間が炭酸ガス置換包装の方が含気包装よりも7倍延長され、窒素ガス置換より2倍延長された⁴⁾。

豚肉の加工工程中に検出される微生物は *Acinetobacter calcoaceticus*、*Non-fluorescent Pseudomonas* と *Flavobacterium* であった。含気包装では7日貯蔵後90%が *Non-fluorescent Pseudomonas* となり、窒素置換包装では10日貯蔵後で70%が *Non-fluorescent Pseudomonas* となり、その他 *Fluorescent*

Pseudomonas, *Kurthia zopfii*, *Aeromonas hydrophila*, *Lactobacillus plantarum*となった。炭酸ガス置換包装の場合はヘテロ発酵型乳酸菌とともに*L.plantarum*が検出され、貯蔵期間の延長に伴いヘテロ発酵型乳酸菌が増加した⁴⁾。豚肉を低温流通させた場合、変敗細菌として*Pseudomonas*が中心である。

炭酸ガス5気圧、1気圧、含気1気圧包装で4℃と14℃で貯蔵した豚肉の微生物菌叢の変化を測定した。5×10⁶/gに到達する時間が5気圧炭酸ガス置換包装の方が1気圧炭酸ガス置換包装より3倍延長され、5気圧炭酸ガス置換包装が含気包装よりも15倍延長された⁵⁾

豚肉の加工工程中に検出される微生物は*Flavobacterium*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Moraxella*であった。含気貯蔵では90%が*Pseudomonas*であった。炭酸ガス置換貯蔵では*Lactobacillus*が中心で、1気圧炭酸ガス置換では*L.xylosum*, 5気圧炭酸ガス置換では*L.lactis*, *L.xylosum*が中心であった⁵⁾。

カツ丼の具材であるタマネギにより食中毒になる場合もある。2021年9月以降アメリカとカナダでは900人近くがタマネギによる食中毒になり、その原因菌は*Salmonella oranienburg*であった。また、そのタマネギはメキシコのチワワ州で収穫されたタマネギであった。タマネギは、貯蔵されている場合が多く、*Salmonella oranienburg*は環境耐性が強く長期間生存する。汚染されたタマネギはアメリカとカナダ各地の卸売業者、レストラン、スーパーに出荷されていた。*Salmonella oranienburg*に汚染されたタマネギを調理した場合、菌が他の具材や器具に二次汚染を引き起こすことがある。

千切りキャベツは*Bacillus subtilis*と*Micrococcus luteus*が中心である。

パン粉用の原料パンはオープン式か電極式で焼き上げられているが、電極式の場合は外側がこげないように低温で焼くのが普通である。製造後数時間放冷後のパン粉には微生物変敗は生じないが、工場に一夜放置したパン粉を粉碎を行ったパン粉にはシンナー臭が生成する場合がある。この原因は工場からの二次汚染菌である*Wickerhamomyces anomalus*である⁶⁾。鶏卵の微生物は*Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*が中心であるため低温で保存することにより卵黄膜が弱くなるのを防止することにより感染を防ぐ。*Salmonella oranienburg*は8℃以下の貯蔵では増殖しない。コンニャクは凝固剤として水酸化カルシウム1%添加しているため通常の微生物は増殖しないが、*Bacillus subtilis*, *B.circulans*が検出されることがある。

カツ丼の具材の微生物を表1に示した。

表1 かつ丼の具材の微生物

具材	微生物
豚肉	<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> <i>Lactobacillus plantarum</i>
タマネギ	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella oranienburg</i>
パン粉	<i>Wickerhamomyces anomalus</i> , <i>B.subtilis</i>
卵	<i>Salmonella enteritidis</i> , <i>Bacillus subtilis</i>
コンニャク	<i>B.circulans</i> , <i>B.subtilis</i>

2. 2 カツ丼の微生物変敗

ソースカツ丼は、春・秋は涼しいようでも気温が安定せず、食中毒の発生が多い。最高気温が常に20℃以下になれば、よく洗って清潔に調理しさえすれば、生のキャベツの千切りを載せても大丈夫あるが、飯、トンカツもしっかり冷ましてから仕上げる。*Salmonella*による食中毒がカツ丼に多く起きている。卵のリスクの1つである*Salmonella*は栄養源となる卵黄と混ざり合うことにより繁殖するので空き卵の放置は危険である。

鶏卵における*Salmonella*汚染には、卵殻表面に付着した糞便等に存在する*Salmonella*が卵内部に侵入するon egg汚染と卵巣や卵管に保菌されている*Salmonella*が卵の形成過程で内部に取り込まれるin egg汚染がある。*Salmonella*はヒトや家畜の糞便やネズミや昆虫が保菌し、自然界に広く分布する。それらの*Salmonella*が鶏卵や豚肉を汚染する他、直

接的あるいは間接的に汚染されたカツ丼の具材から検出される。On egg対策では鶏卵は45~60℃の温水で洗卵され、100~200ppmの次亜塩素酸ナトリウムで卵表面が殺菌されている。

加熱食肉製品の殺菌条件は63℃、30分間であり、加熱後の残存菌はほとんどが*Bacillus*である。食肉のガス膨張菌は二次汚染菌である乳酸菌である。また、豚肉の初期は*Pseudomonas*, *Brochothrix*が優勢となり、貯蔵中にこれらの菌が減り、その後、乳酸菌である*Lactobacillus*, *Leuconostoc*が優勢となり炭酸ガスを生産する。

カツ丼のネットは主に細菌であるが、時には酵母も含まれる。これらの原因菌を総称して粘液菌といい、*Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Gaffkya*, *Alcaligenes*, *Corynebacterium*, *Leuconostoc*などである。ネットはこれらの菌体集合によるもので、これらの微生物の分解物、両者の混合物である。ネット自体は透明なもの、白濁したものなど種々があるがカツ丼の場合は以外と乳酸菌による場合が多い。また、使い回したタレ、パン粉により酵母、カビ、細菌が増殖する可能性がある。ソースカツ丼は、丼飯の上に刻みキャベツを盛り、そこに揚げたのトンカツをサクサク切ったものを載せ、ソースをかける。キャベツやソースに微生物汚染の可能性がある。加熱不足の卵や豚肉を切った庖丁による微生物汚染の可能性がある。

2. 3 カツ丼の微生物変敗防止

カツ丼のカツは、薄く切ったトンカツを揚げた方がよいので微生物の残存する可能性は低い。タマネギは薄切りにして、ダシ汁と煮立ててからトンカツを加え、3~4分煮立ててから溶き卵を入れるので、微生物汚染はタマネギと卵が多い。

2002年9月、愛知県と岐阜県内の大手スーパー4店でカツ丼弁当を購入し、食べた71人が*Salmonella enteritidis*食中毒となり、*S.enteritidis*の性状であるフェージ型も同一であった。4店で共通していたのは液卵で、同じ茨城県の液卵工場で製造された未殺菌の全卵液卵を使用していた。4店以外での発生が無かったので、4店に配送された液卵のみが*S.enteritidis*に汚染されていたものと考えられた。弁当の商品名に「柔らか」と書かれており、加熱不十分だったと考えられた。

2002年岐阜県各務原市と柳津市でカツ丼弁当を食べたそれぞれ24名中6名、71名中24名が*S.enteritidis*の食中毒を発生した。いずれも飲食店で購入したカツ丼弁当であり、卵が原因であると考えられる。

2007年5月31日に料理店で出されたカツ丼を食べた3名が*S.enteritidis*の食中毒に感染した。

2008年8月3日に大学のオープンキャンパスに参加してカツ丼等を喫食した136名が、下痢・腹痛等の食中毒症状を呈した。5府県28保健所管内で発生した広域食中毒であった。発症者の大部分が液卵を使用したカツ丼を喫食していること、および丼に使用しているその他の原料が加工、保存工程で*S.enteritidis*に汚染される状況が認められないことより液卵の汚染が考えられた。さらに、調理作業中の液卵の取り扱い不備や、加熱不足も被害を拡大させた一因と推察された⁷⁾。また、この食中毒を呈した事例では液卵からの*Salmonella enteritidis*が原因とされた。調理作業中の液卵の取り扱いの不備や加熱不足も被害を拡大させた。

さらに、岐阜県でのカツ丼弁当の食中毒事件も卵による*Salmonella enteritidis*の汚染が原因とされた。

カツ丼の食中毒を表2に示した。

表2 カツ丼の食中毒

カツ丼	原因菌	中毒症状	汚染源
カツ丼弁当	<i>Salmonella enteritidis</i>	下痢、腹痛、発熱	液卵
カツ丼弁当	<i>Salmonella enteritidis</i>	下痢、腹痛	卵
カツ丼	<i>Salmonella enteritidis</i>	下痢、腹痛	液卵
卵とじカツ丼弁当	<i>Salmonella</i>	下痢、腹痛、発熱	卵、肉
カツ丼	<i>Enterohemorrhagic Escherich coli O157</i>	腹痛、下痢	具材

飲食店のカツ丼弁当の*S. enteritidis*による下痢、腹痛、発熱は、原因は液卵であり、またオープンキャンパスで出されたカツ丼の下痢、腹痛は*S. enteritidis*であり、使用した液卵が原因であった。

2023年8月13日、長野県千曲市で惣菜店が出した卵とじカツ丼の弁当を食べた10才以下から50才代の男女7人が下痢や腹痛、発熱などの症状を起こした。原因は患者の便から*Salmonella*が検出され、卵とじカツ丼を原因とする食中毒と断定された。*Salmonella*食中毒は食後6～48時間で症状を起こした。

食肉のpHは、食肉製品の微生物変敗に大きく影響を与えるため、特定加熱食肉製品（ローストビーフなど）や非加熱食肉製品（生ハムなど）では、pH6.0以下の原料肉を使用することが食品衛生法で定められている。と殺すると呼吸が停止し、筋肉中ではグリコーゲンが分解し、乳酸として蓄積する。そのため、と殺直後で7.0付近にあったpHが徐々に低下して最終的には牛肉で5.5付近になる。食肉製品には、微生物の増殖に抑制的に働く食塩、亜硝酸塩が塩漬剤として使用されている。また、亜硝酸ナトリウムの抗菌効果については、*Staphylococcus aureus*、*Bacillus subtilis*、*Yersinia enterocolitica*、*Salmonella enteritidis*などに対して増殖抑制効果が認められている⁸⁾。しかし、*Enterobacteriaceae*、*Brocithrix thermosphacta*の乳酸菌類についてはほとんど亜硝酸ナトリウムの影響を受けないことが示されている⁹⁾。

カツ丼を原因とした*Enterohemorrhagic Escherichia coli* 0157（腸管出血性大腸菌0157）食中毒事例では、カツ丼を利用した13名中6名が腹痛、水様性下痢の症状が発症し糞便から*Enterohemorrhagic Escherichia coli* 0157が検出された。カツ丼を調理した店では調理器具と食材料を同じシンクで行っており、特に共通の食材として使用されていた千切りキャベツは、未消毒のシンクに水を張り、その中で洗浄していたことから二次汚染の可能性が考えられた¹⁰⁾。溶き卵の放置と加熱不足により*Enterohemorrhagic Escherichia coli* 0157、および*Salmonella*が増殖する。更に工場の寒暖差による結露の発生、または設備の老朽化による雨水の流入により*Enterohemorrhagic Escherichia coli* 0157、*Salmonella*が増殖する可能性がある。

*Salmonella*は乾燥や凍結には強いが熱や酸（クエン酸以外）に対しては弱い。また、汚染の経路の1つが卵内汚染であることから環境や飼料、水などからの感染防止が重要である。また、牛、鶏などの家畜の腸管内に広く分布しており、肉、鶏卵を介して人に食中毒を起こす。高温多湿環境下では*Salmonella*は、卵殻を通過して卵内に侵入するので環境の殺菌が重要である。*Salmonella*は低温管理が有効な手段であり、また小児や高齢者は感受性が高く、 $1.0 \times 10^2 \sim 1.0 \times 10^2$ /gの少量菌数でも発症することがあるのでこのような場合は殺菌による防除が必要であるが、死菌の蓄積も発症の原因となる。*Salmonella*は多くの場合、乳糖を発酵せず、クエン酸を利用し、システインから硫化水素を発生してカツ丼を変敗させる。

カツ丼の変敗細菌は乳酸菌が多く、異臭の原因となり、乳酸菌と他の微生物が共存して増殖するので殺菌および保存料の使用が必要である。*Bacillus*によるネトや異臭防止には保存料の使用が効果的である。

文献

- 1) 飯野亮一：天井、かつ丼、牛丼、うな丼、親子丼：筑摩書房（2020）
- 2) 山本おさむ：そばもんニッポン蕎麦行脚5巻 かつ丼伝説、小学館（2009）
- 3) 嵐山光三郎：ごはん通、平凡社（1996）
- 4) Enfors,S.O., Molin,G. and Thrnstrom,A.Effect of packaging under carbon dioxide, nitrogen or air on the microbial flora of pork stored at 4°C, *J. Appl. Microbiol.*, 47,197-208（1979）
- 5) Blickstad,E., Enfors,S.O.,and Molin,G Effect of hyperbaric carbon dioxide pressure on the microbial flora of pork stored at 4°C or 14°C, *J. Appl. Microbiol.*, 50,493-504（1981）
- 6) 内藤茂三：包装着色生パン粉の酢酸エチル生成菌に関する研究（第1報）、愛知食品工試年報、23,36-45（1982）
- 7) 田口真澄、神吉政史、依田知子、河合高生、川津健太郎、山崎 渉、坂田淳子、原田哲也、勢戸和子、久米田裕子：2006～2008年に大阪府で発生した*Salmonella* Enteritidis食中毒事件、*IASR*,30,209-210（2009）

- 8) Nielson,H.J.S. and Zeuthen,P.: Growth of pathogenic bacteria in sliced vacuum packed Bologna-type sausage as influenced by nitrite, *J.Food Technol.* 19,683-694（1984）
- 9) Nielson,H.J.S.Influence of nitrite addition and gas permeability of packaging film on the microflora in a sliced vacuum-packed whole meat product under refrigerated storage, *J.Food Technol.* 18,573-583（1983）
- 10) 東京都健康安全研究センター：腸管出血性大腸菌感染症・食中毒状況および分離菌株の疫学的解析成績（平成27年）、東京都微生物検査情報、38（1）、1-7（2017）

（内藤茂三 食品・微生物研究所）

食品汚染菌としての酵母と対策

小袋包装品やびん詰めが膨張し、商品性を損ねる事例がみられることがある。膨張の多くは、乳酸菌や酵母によるガス生成に基づくもので、その多くは酵母である。酵母が食品表面で増殖した場合は、ネトの原因になることや酵母が色素産生性の場合には、食品がピンク色や黄色に着色し、商品性を損ねることもある。また、糠床の表面に産膜酵母が生育すると発酵により生成された乳酸が消費されることによりpHが上昇し、有害菌の発生を招くことがある。飲料や調味料においては、表面に皮膜を形成し、風味が変質する原因にもなる。このように、酵母は様々な場面で食品に被害を与えているが、毒性物質の産生はほとんど無いものと考えられているので、ヒトの健康に害を与えることはない。しかし、酵母の増殖は食品の品質低下の原因となることから酵母対策は食品産業において重要な課題の一つとなっている。

酵母の性状

酵母は真核微生物で、通常の状態が単細胞の形状を有する高等菌類を酵母と呼んでいる。栄養細胞のほかに子嚢胞子を形成するものが多い。酵母には単細胞のものと細胞が離れずに菌糸のように連なった状態のものがある。菌糸のようになっているものは仮性菌糸体と呼ばれている。培地のように栄養が豊富な場合は単細胞の形態をとり、貧栄養の場合に仮性菌糸体となる傾向が見られる。現在、酵母全体で約500種が知られているが、食品に関連の深いものとしては、*Saccharomyces*属、*Pichia*属、*Hansenula*属や味噌、醤油、漬物などの食塩濃度の高い食品に出現する耐塩性酵母の*Zygosaccharomyces*属、*Candida*属、*Debaryomyces*属菌などがある。

酵母はpHが中性よりもやや低めの状態で生育が良好となるものが多い。したがって、細菌が生育しにくい有機酸を多く含む酸性食品や果物などに生育しやすい。また、乳酸菌の生育する食品や環境では、乳酸が生成され、pHが低い状態であることが多く、発酵漬物のように乳酸菌と共存することが多くみられる。なお、酵母自身も糖類を利用し有機酸を生成する。有機酸は酢酸であることが多いが、なかにはクエン酸やコハク酸を生成するものもある。生育温度は細菌よりもやや低めで、培養温度は25～28℃が最適であるものが多いが、なかには40℃で生育するものもある。殺菌温度は比較的低く、栄養細胞では、60℃、10分間でほとんど死滅するが、子嚢胞子はやや耐熱性がある。しかし、細菌芽胞ほどの高い耐熱性はなく、100℃以下の加熱で死滅する。

酵母の増殖環境

食品には酵母のほかに細菌やカビが生育するが、酵母が優勢となり、変敗の主原因となるのは、細菌が生育する環境よりも水分活性が低い（浸透圧が高い）場合やpHが低めの場合である。このような条件は真菌類に共通する性状であることから、酵母とカビが共存している場合も多くみられる。一般的に酵母は、果実飲料、ソース、ドレッシング、タレ、漬物汁など、液状食品に増殖することが多く、特に糖分を多く含む液状食品の場合に良く見られる。それに対し、カビは水分の少ない固形食品で生育が見られるのが一般的である。それは、酵母よりも水分活性が低いところでも生育が可能であるからである。また、酵母は嫌気状態でも生育することができるが、カビは好気性のものが多いの

で、液状食品では生育しにくいことも理由の一つである。

食品の酵母汚染

酵母の生育しやすい食品は先に述べたような環境を持つ食品である。したがって、水分活性の低い(浸透圧の高い)代表的な食品といえば、食塩濃度や糖濃度の高い食品、あるいは水分の少ない食品ということになる。具体的にいえば、糖濃度の高い食品としてはジャム、半生菓子、砂糖漬などがあり、食塩濃度の高い食品としては、味噌、醤油などの調味料や漬物などを挙げることができる。これらの食品に酵母が増殖すると包装袋の膨張や風味の低下、産膜酵母の増殖による品質低下を招く。近年、食品の低塩化が進行し、以前では酵母の生育が見られなかった梅干や塩辛などにおいても産膜酵母の増殖やガス生成酵母の増殖がみられるようになり、食品の品質を損ねる事例が散見されるようになった。低水分食品では、洋菓子のケーキ類などで酵母による品質低下がみられる。

酵母は低温下でも生育することが多いことから、冷蔵食品や冷凍食品を汚染している場合もある。主な酵母は、*Saccharomyces*属、*Candida*属、*Rhodotoruda*属などである。この他にも、果物や魚介類、畜産物加工品などにも酵母汚染がみられる。酵母は、細菌に比べ、増殖が緩慢であるため、主原因となることは少ないが、上述したような食品においては、品質劣化の大きな原因であり、事前に対策を講じておく必要がある。

酵母対策

酵母対策には、加熱殺菌、低温保存、保存剤の利用、さらには製造環境での二次汚染防止がある。酵母を加熱殺菌する場合の一般的な目安は、80~85℃、20分以上である。なお、加熱殺菌処理を行うのに際しては、加熱殺菌装置を通す際の袋の重なりや脱気不足、冷たい製品のままでの処理など、加熱不足になる部分が生じないようにすることが大切である。また、シールミスやピンホールは冷却時に袋内に吸水することがあるのでそれに対しても注意する必要がある。味噌やたれ類のように元々の水分活性が低い(浸透圧が高い)食品の場合は、エタノールや糖類の添加による浸透圧の上昇あるいはpH調整により、酵母の増殖を抑制することが有効である。また、浸透圧を高めることやpH調整が困難な場合は、酵母に対して抗菌力を有する物質を利用することが望ましい。

酵母に対して抗菌力を有するものとしては、ソルビン酸やソルビン酸カリウムなどが知られているが、近年、消費者の購買傾向から天然あるいはそれに準ずる物質の利用が求められる傾向がある。主なものとしては、チアミンラウリル硫酸塩、唐辛子抽出物、カラシ抽出物などの添加が有効である。

チアミンラウリル硫酸塩(ビタミンB1誘導体)を用いた酵母の増殖抑制

チアミンラウリル硫酸塩はビタミンB1誘導体の一つで、元々は栄養強化剤として開発されたものである。特性の一つは抗菌性を有していることで、栄養強化に加え、食品の保存性向上の目的から利用されている。チアミンラウリル硫酸塩は熱安定性が良いので、加熱食品においても利用が十分可能である。チアミンラウリル硫酸塩のMIC(最小生育阻止濃度)について調べた結果を表1に示した。表の結果からもわかるとおり、広範囲のpH域で抗菌性を有しており、pHの制約を受けることなく、多くの食品に応用できる

ことを意味している。また、酵母や乳酸菌に対して抗菌効果を有していることがわかる。

表1 チアミンラウリル硫酸塩の最小生育阻止濃度(%)

微生物	チアミンラウリル硫酸塩			ソルビン酸カリウム		
	pH 5	pH 6	pH 7	pH 5	pH 6	pH 7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.016	0.063	0.063	-	0.5	> 1
<i>Escherichia coli</i>	> 1	> 1	> 1	0.063	0.5	> 1
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.016	0.016	0.063	0.032	0.5	1
<i>Salmonella Enteritidis</i>	0.004	0.016	0.016	0.063	0.25	1
<i>Micrococcus luteus</i>	0.008	0.016	0.032	-	0.25	> 1
<i>Bacillus subtilis</i>	0.004	0.016	0.016	0.032	0.25	1
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	0.008	0.008	0.008	0.5	1	1
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	0.004	0.008	0.008	-	-	-
<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.0032	0.0063	0.063	0.063	0.5	1
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.016	0.032	0.032	0.063	0.5	1
<i>Aspergillus niger</i>	0.016	0.032	0.032	1	> 1	> 1
<i>Penicillium citrinum</i>	0.032	0.032	0.032	0.032	0.25	1

ソースやたれ類の膨張原因菌であるガス生成酵母の*Zygosaccharomyces baillii*を対象にチアミンラウリル硫酸塩のソースに対するガス生成抑制効果について検討を加えたものを表2に示した。チアミンラウリル硫酸塩を0.01%加えた場合、単独ではガス生成抑制期間が12日であったのに対し、エタノール併用により18日に延長され、チアミンラウリル硫酸塩を0.02%、エタノール1.0%添加した場合は、30日経過語においても酵母によるガス生成が認められず、エタノールとの併用が有効であることを示している。さらにソースには食塩が多く含まれていることも併用効果を高める結果となっている。

表2 ガス生成酵母*Zygosaccharomyces baillii*を接種した調味液のガス膨張抑制に対するチアミンラウリル硫酸塩とエタノールの併用効果

抗菌物質	添加量 (%)	保 存 日 数 (日)													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30
対 照	0	-	+												
エタノール	1	-	+												
	2	-	-	+											
	3	-	-	+											
チアミンラウリル硫酸塩	0.0025	-	+												
	0.005	-	+												
	0.01	-	-	-	-	-	-	-	+						
	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+			
チアミンラウリル硫酸塩 / エタノール	0.0025/0.125	-	+												
	0.005/0.25	-	-	+											
	0.01/0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+			
	0.02/1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

チアミンラウリル硫酸塩の抗菌特性は、酵母・カビ類や乳酸菌に対する抑制効果が強く、食品中では食塩により抗菌力が高まることが知られている。一方、チアミンラウリル硫酸塩はビタミンB1特有の臭いを有することから臭いが問題となる場合もある。このようなことから、いわゆる味が濃い、ソース、醤油、たれ・つゆ類や佃煮、漬物などの酵母対策として利用されている。

(東京家政大学大学院 宮尾茂雄)

アサマ化成株式会社

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

<https://www.asama-chemical.co.jp>

- 本社 / 〒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
- 東京アサマ化成販売 / 〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町2-1 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
- 中部アサマ化成販売 / 〒453-0063 大伝馬町番地ビル5階
- 九州アサマ化成販売 / 〒815-0031 名古屋市市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
- 桜陽化成 / 〒006-0815 福岡県福岡市南区清水1-16-11 TEL (092)408-4114 FAX (092)408-4350
- 札幌 / 〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061