

酵素剤の食品加工への応用

大阪大学工学部 芝崎 勲

食品は色々の目的で加工されるが、成分的にみて不安定なものが多く、なるべく温和な条件を採用しなければならない。食品は単に人間の栄養を充すこと以外にその風味がきわめて重要視され、微妙な香り、味、色などの官能的な特性は十分保持しなければならないし、また一方これをつくり出さねばならない。

食品の原料である動植物体に含まれる酵素はそれぞれ自体での諸反応に役立っていると共に、別の食品の加工の目的にも利用されており（例えば麦芽）、さらに清酒、味噌、醤油などの醸造食品のように、麴（こおじ）という形で微生物を培養し、このなかに生成された酵素群によってこれら醸造食品特有の風味をかもし出している。

動植物はもちろん多くの微生物の生産する酵素については、精製純化の方法、作用機構、生成誘導機構、さらには酵素の化学構造にいたるまで、多数のものについて検討が加えられてきたし、また酵素剤、とくに微生物起源のもの多量生産方式も次ぎ次ぎと確立されつつあって、今や飛躍的な利用拡大に入ることのできる地点に到達しているといえることができる。

著者の与えられたのはこのような現状にある酵素の食品加工への応用ということであるが、製剤化された酵素剤を用いて加工する場合に限って実用されているものから、さらに将来利用可能なものについて概説することとする。

酵素剤の食品加工への利用は醸造食品におけるような微生物を増殖させてその生産する酵素を利用する場合の代替から、加工原料中に存在する酵素力を補強するため、積極的に加工法として他の化学的な方法にかわって利用して品質

の向上あるいは加工工程の改善を計ったり、さらには新しいタイプの食品あるいは食品加工原料をつくり出すためにも利用されている。

1. 製パンその他小麦粉を主原料とする食品への利用

製パンにおいてパン生地にかびアミラーゼを加えることは、小麦粉中のアミラーゼ力を補強することとなり、小麦デンプンをマルトースに分解するので、酵母の醗酵速度とパンの容量を増大させるし、さらに糖濃度の増加によって焼き上がったパンの風味、色、焼け具合などを改善することができ、貯蔵中のパンの硬化を防ぐのにも役立つ。

製パンにおいて最も重要なことはよいパン生地をつくり出すことであるが、これには小麦粉の特性が大きく影響を与える。小麦粉にはもともと色々な酵素を含有しているが、パン生地改良用にかびのプロテアーゼが用いられる。これによって生地の伸展性が良くなるので、こね上げる時間が短縮できるし、プロテアーゼ作用で生産されるペプチドが酵母の醗酵に役立ち、生地の膨脹促進効果も期待できる。

白パンの製造においては小麦粉に含まれるカロチンによる着色が問題であるが、大豆に含まれるリポオキシダーゼによって脱色することができる。それは小麦粉の油脂中のリノール酸、リノレイン酸などの不飽和脂肪酸が生地のねり込みの際に酸化され、その生産物が共存するカロチン類を共役酸化することによって脱色が行なわれることになる。さらにこの酵素による脂肪酸酸化によりパンの風味が改善され、組織もよくなるとされている。

白パンにスキムミルクを加えることが多いが、

その成分としての乳糖はパン酵母によって醗酵されないので、これにラクターゼを加えておくと、乳糖が加水分解をうけてブドウ糖とガラクトースになり、前者は醗酵に、後者は色の生成に利用されることになる。

小麦粉には不溶性のペントザンが 0.5 ~ 1.0 %含まれているが、これによってパンの食味をわるくしており(舌ざわりがわるい)、さらに膨らみも悪いが、これを分解するところのペントザナーゼを加えると、このようなペントザンに起因する害は改良されるであろう。

クラッカーは長時間の醗酵で熟成を十分行なっているが、プロテアーゼの添加によって熟成を促進して醗酵時間を短縮することができ、さらにサク味がよくなり変形も少なく焼き上りもよくなるといわれている。

ケーキは薄力粉が使われているが、中力粉、強力粉でもプロテアーゼの使用により薄力粉と同じように使用することができる。また麺類(うどん、そうめん、ラーメン、マカロニー、スパゲッティ)の製造時にプロテアーゼを添加することにより、麺の伸びがよくなりロールのかかりがよくなり、切れが少なくなるなど、製造工程上有利となると共に、風味の向上することも認められている。

以上のようにして用いられる酵素剤には色々の給源のものがあ、その特性がかなり異なっている、加工に適用するにあたってはその適性を十分検討した後利用しなければならない。

2. 乳製品への利用

乳製品の製造には色々の酵素剤が利用されている。その第1はチーズ製造であって、牛乳中に存在する蛋白質のカゼインをレンネットという凝乳酵素によって凝固沈澱させるものである。これは、子牛の第四胃から得られるプロテアーゼであって、牛乳中の κ -カゼインに働いて不溶性のパラ κ -カゼインに変え、これによってミセル構造に対する保護コロイドとしての能力

を消失する。これと共に α -カゼインを主とするミセルが会合して不溶性となり沈澱する。さらに沈澱したカゼインミセルその他の成分の分解も起っている。チーズの消費は世界的に増加の傾向にあるが、チーズの製造に必要なレンネットは資源的に限られているので、微生物による凝乳酵素について検討が加えられ、*Mucor pusillus*, *Endothia parasitica*の生産する酵素がレンネットとよく似た作用をもつことが明かとなり実用されている。

牛乳の殺菌には一般に加熱殺菌が行なわれているが、チーズ製造用原乳では高温加熱は好ましくない。しかしあまり低温では有害微生物の殺菌が不十分である。そこで過酸化水素を用いた薬剤殺菌が行なわれている。しかし殺菌後この過酸化水素が残存しているは衛生上、品質の上からも好ましくないので分解しなければならぬ。この目的にカタラーゼが利用されている。この過酸化水素処理では病原菌を殺し、牛乳中のパーオキシダーゼを不活性化させるだけで、乳酸生成菌やリパーゼ、プロテアーゼなどの活性は残在させている。第1表にはチェダーチーズ原乳に大腸菌を接種した場合の低温殺菌と過酸化水素処理効果とを比較したもので、0.02%の過酸化水素の存在下で 54.4 $^{\circ}$ C、16.5秒処理した場合、71.1 $^{\circ}$ C、16.5秒処理と同程度の殺菌効果のあることが明らかである(この際カタラー

第1表 チェダーチーズ原乳の低温殺菌および過酸化水素処理効果
(*E. coli* 接種)

処 理	処理牛乳中の 菌 数	生 菌 数 低下率 (%)
原 乳	4,800,000	—
58.9 $^{\circ}$ C, 16.5秒	1,300,000	73.9
60.0 $^{\circ}$ C, 16.5秒	890,000	81.5
61.1 $^{\circ}$ C, 16.5秒	300,000	93.8
71.1 $^{\circ}$ C, 16.5秒	10	99.9
H ₂ O ₂ ・カタラーゼ	27	99.9
(H ₂ O ₂ 0.02%, 54.4 $^{\circ}$ C 16.5秒)		

生産と技術

ゼ処理は乳温を 30℃ にして10分放置している)。

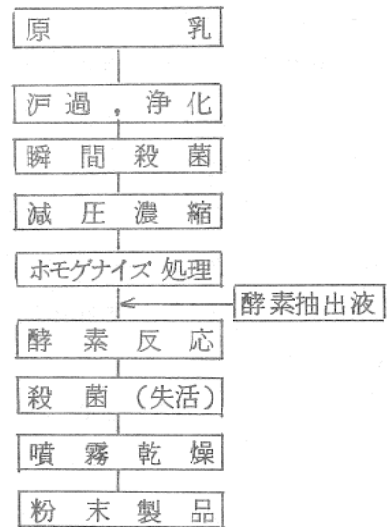
牛乳を消化性の立場からみれば、軟らかいカードの生成が望ましく、とくに乳幼児に対し牛乳は母乳よりカードが硬いので、このようなカード張力を減少させたいいわゆるソフトカードミルクの製造が行なわれている。カードのソフト化の方法としては、カゼインを凝固させずにプロテアーゼ作用力の強いものがよく、*Streptomyces griseus* のプロテアーゼが利用可能である。

チーズの熟成にはスターターとしての乳酸菌のプロテアーゼが働いているが、3~6カ月の期間を必要とする。これを促進するために、例えば *Asp. oryzae* の生産するプロテアーゼを型詰の際に加えると熟成期間が1カ月に短縮することができる。

乳糖は水に対する溶解性が小さく、アイスクリームミックスにスキムミルクを12%以上添加したり、あるいは貯蔵や販売時の温度が変化したりするとしばしば乳糖の結晶が現われて舌ざわりが悪くなる。しかしスキムミルク16%以上含有しているアイスクリームでもその中の乳糖が50%以上加水分解されていると4カ月も貯蔵可能となるし、また乳糖の分解によって浸透圧は乳糖の約2倍となるので安定剤の添加の必要がなく甘味も加わる。この場合アイスクリームミックスはラクターゼ処理した凝集スキムミルクを使う方法とミックスに直接ラクターゼを加えておく方法の二つがある。

ミルク、バター、チーズなどの乳製品のフレ

ーバーは牛乳中の前駆物質が加工工程で酵素作用を受けて生成するものである。そしてこの本態は乳脂肪から酵素の作用によって生成した脂肪酸に由来するものであることが明かとなっている。リパーゼは脂肪を分解する酵素であるが、適当な起源のものを選ぶことによってすぐれたミルクフレーバー製品をつくり出すことができる。一般に哺乳動物より得られるリパーゼの方が低級脂肪酸の生成量が多く、すぐれたフレーバーが得られる。第2表には種々の起源のリパーゼの作用によってえられる脂肪酸組成を示したものである。動物よりのリパーゼでは C₄と C₆ の脂肪酸が50~60% を占めフレーバーはすぐれているが、かびリパーゼはあまり好ましいものではない。第1図はミルクフレーバー製造の工程を示したものであるが、原乳を濾過



第1図 ミルクフレーバー製造工程

第2表 リパーゼによって乳脂肪から分離された脂肪酸組成(相対量で示す)

リパーゼの種類	酪酸	カプロン酸	カプリル酸	カプリン酸	ラウリン酸 高級酸
子牛リパーゼ	40.8	11.0	8.6	8.7	31.0
子やぎリパーゼ	50.0	18.6	8.4	7.8	15.3
子羊リパーゼ	44.8	17.6	8.3	7.7	21.8
かびリパーゼ	10.0	5.3	4.1	3.6	77.0
ミルクリパーゼ	13.5	8.2	10.2	8.7	60.0
豚臓リパーゼ	8.4	2.1	痕跡	痕跡	89.1

殺菌後、リパーゼを 40℃ で作用させ、次いで加熱失活後、噴霧乾燥し粉末製品化する。

このようにしてつくった酵素ミルクフレーバーで市販されている代表的なものの一つとしてミルレイト(米国)がある。これは哺乳期にある子牛、子やぎ、子羊の咽頭付近にある上皮細胞の分泌腺よりえられるリパーゼを用いている。

このものの成分組成は

乳脂肪 28.75% 蛋白質 25.5 % 乳糖 37.0%

灰分 6.0 % 水分 2.75%

脂肪酸組成(モル%)... 酪酸 36.0, カプロン酸 7.0, カプリル酸 2.5, ラウリン酸および高級酸 50.0

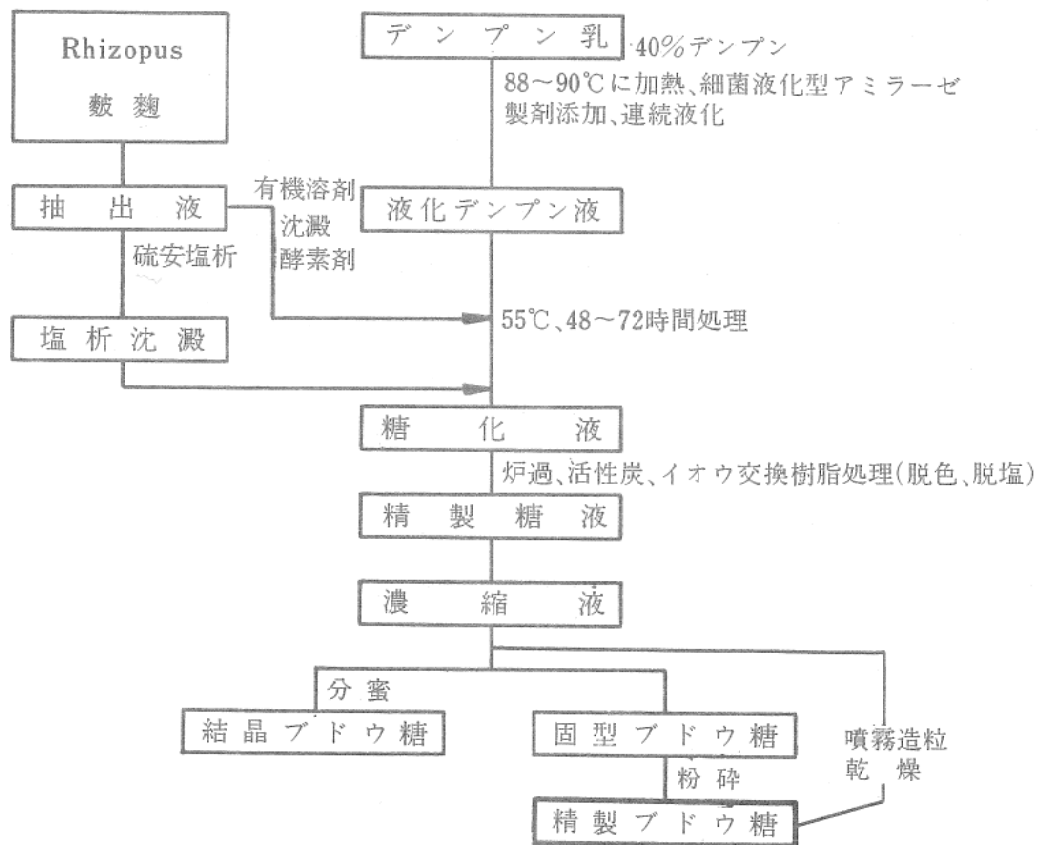
このようなミルクフレーバーは脂肪酸が主役を演じているが、その他副反応によって生成する成分もフレーバーに貢献しているといわれている。ミルクフレーバーはバターミルク、チーズ、チーズ菓子、クリームセンター、サラダドレッシング、ミルクチョコレート、マーガリン、

アイスクリーム、シャーベット、ビスケット、キャンデー、ミルク飲料などに利用されている。

3. デンプンなどの分解への利用

デンプンの糖化に工業的に利用されている酵素剤は、*Rhizopus*, *A. niger*, *A. oryzae* などの生産する糖化酵素と麦芽のβ-アミラーゼである。

酵素法によるブドウ糖の製造は何ら化学薬品を用いることなく全く酵素反応によってデンプンを液化、糖化してほとんど完全にブドウ糖とし、しかも従来の酸分解法よりも高純度の製品を安価に製造することができる。その製造工程は第2図に示したが、先づデンプン乳を88~90℃近くの高温に加熱しながら細菌の液化型アミラーゼによって連続的に液化し(デンプンの分解率10~12%)、次いでこれを冷却して、糖化酵素液を加えて55℃付近で48~72時間放置して96~98%まで分解する。この糖化液を濾過してから、



第2図 酵素法によるブドウ糖の製造

活性炭、イオン交換樹脂で処理して糖液を精製し、約70%に濃縮して後結晶ブドウ糖、精製ブドウ糖とする。

麦芽糖は温時でもいわゆる「コシ」が強く、また「オシ」のある甘味を呈するために、麦芽水飴が製菓工業で多く使用されている。この種の水飴の製造には麦芽を利用してデンプンを液化、糖化する方法、細菌液化アミラーゼでデンプンを液化してから麦芽で糖化する方法が採用されている。またβ-アミラーゼは麦芽以外の起源のものからも調製して使用されているし、イソアミラーゼとβ-アミラーゼとの併用によって90%以上の収率でデンプンを麦芽糖にかえることもできる。酸糖化法と糖化酵素の併用によってシラップが製造される例もある。

ブドウ糖シラップにグルコースイソメラーゼを作用させると果糖が生成するが、この異性化糖はブドウ糖40%、果糖30%位の液糖であって製菓および製パンの分野に利用されている。

甜菜から蔗糖を製造する工程において、蔗糖の外に微量含まれているラフィノースが蔗糖の結晶化を阻害する。メリビアーゼでこのラフィノースを分解すると蔗糖の結晶化が容易となり、糖密の排出量が減少し蔗糖の収率向上を計ることができる。この目的のために *Mucor* の菌体が連続的に使用されているが(メリビアーゼは菌体内酵素である)、*Brix* 30度の糖液に pH 5.2 で5~6時間作用させると80%のラフィノースを分解することができる。

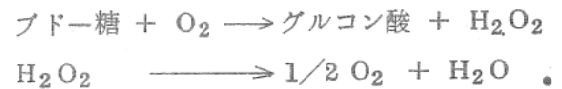
穀類などデンプン質を原料とするアルコール製造においては古くより麹、麦芽の外に細菌液化型アミラーゼとかびアミラーゼを用いて原料の糖化が行なわれてきた。

4. 果実製品への利用

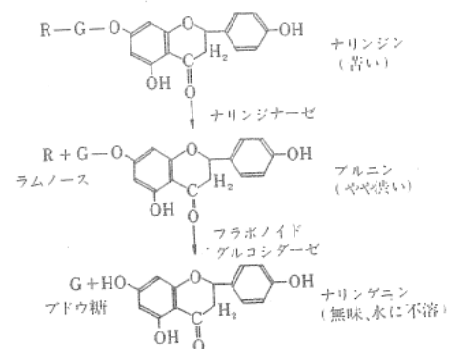
ペクチナーゼ(ポリガラクチュロナーゼ、ペクチンメチルエステラーゼ)はペクチン質の加水分解に関与する酵素であるが、リンゴ、ブド

ーなど多数の果汁の清澄の目的に利用されているし、ブドウ酒などの果実酒の製造にも古くより使われている。この酵素剤は清澄化と共に収率の向上にも役立つ。果汁の清澄に当ってはペクチナーゼばかりではなく果実の種類によってヘミセルラーゼの共存によってよりよい効果を挙げるができることが認められている(みかん果汁の場合)。

果汁、果実酒などのソフトドリンクでは溶存している酸素によって品質の低下が起るが、この場合、*Asp. niger* あるいは *Pen. chrysogenum* の生産するグルコースオキシダーゼによって酸素を除くことが可能である。この場合の反応は



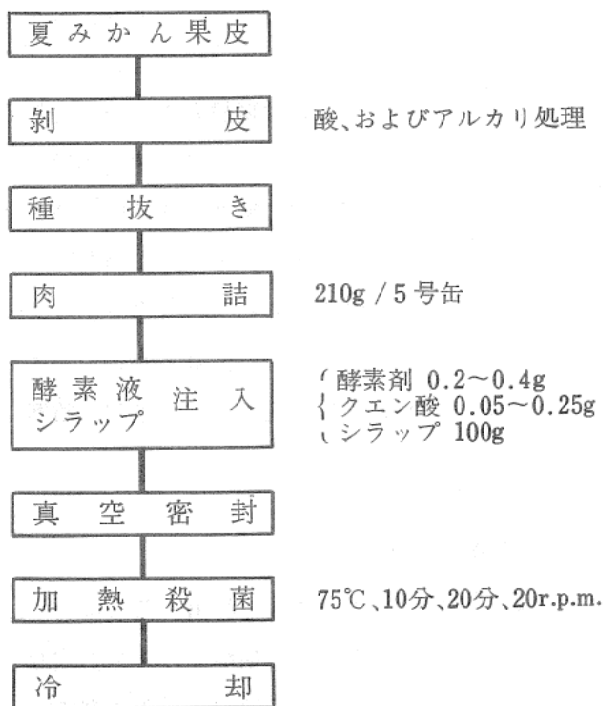
以上の外、果実製品への酵素剤の利用分野としては、果汁や果皮に存在する苦味を取るため *A. niger* の生産するナリンジナーゼが利用されている。夏みかん、だいたい、グレープフルーツなどは独特の風味をもっている柑橘類であるが、これらに含まれているナリンジンの苦味のため缶詰、果汁用などの加工原料としては難点となっている。このフラボノイド配糖体は第3図に示してあるようにナリンジナーゼによって、苦味のほとんどないプルニンに変化するし、さらにグルコシダーゼによって無味のナリンゲニンにまで変化する。このナリンジンを除去する



第3図 ナリンジナーゼによるナリンジンの分解

目的には活性炭吸着あるいは酸、アルカリによる分解法があるが、酵素法はその作用が特異的であり、温和な条件で脱苦味ができる利点がある。最も有効な方法ということができる。

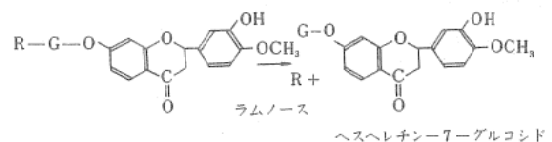
夏みかん果汁の製造においては、搾汁率を上げるために加温するが、この場合果汁にとけているナリンジンの外に、パルプ質などに結合しているナリンジンも可溶化してくるので、ナリンジン量は100～130 mg%にも達し苦味も強い。しかしこれを40 mg%以下に低下できれば官能的に苦味を感じなくなる。夏みかん果汁を60～80℃、10分加熱後、45℃に冷却し、酵素剤を加えて40～45℃で2時間程度放置するとナリンジン量が1/3以下に低下して苦味がとれる。第4図は夏みかん缶詰の製造工程を示しているが、この場合酵素液に長時間果肉を漬けておく浸漬法と缶詰シラップの中に酵素液を添加して脱苦味の後、本殺菌する方法とがある。更に70℃以上の殺菌処理後でも酵素活性が残っているので、殺菌後漸次果肉よりシラップに溶出してくるナリンジンは加水分解され、1～2週間の後には苦味が十分とれることも認められている。



第4図 夏みかん缶詰の製造工程

この外マーマレードの製造にもナリンジナーゼが利用されている。

温州みかん缶詰のシラップは果肉から溶出してくるヘスペリジンという配糖体によって白濁を生じ商品価値を低下するが、これも *A. niger* の生産する酵素、ヘスペリジナーゼによって白濁が防止できる。これは次に示すようにヘスペリジンが加水分解によってヘスペレチン-7-グルコシッドとなって可溶化するためである。



さらにまた桃缶詰などの紫変防止の目的にアントシアナーゼという *A. niger* の生産する酵素も利用することができるが、この酵素は黒豆、ブドウなどの色素の脱色も可能である。

5. 醸造食品への利用

醸造食品、例えば清酒、味噌、醤油、ビールなどにおいては、麴とか麦芽という形のものをつくって、それに含まれる酵素群の作用を利用してアルコール、アミノ酸などを生成させ、さらに醸造食品特有の品質の形成も行なっているものである。

清酒醸造における麴もと、醪中での酵素群の働きの解明、酵素剤が経済的に安価に入手できること、労力、設備問題、仕込規模の増大などの諸点より、麴の酵素力の補充ではなく、酵素剤でもって麴の一部あるいは全部を置き換えようとする試みが活発となった。このような方式の採用によって、どのような利点があるかという、まづ製麴に必要な技術、労力、設備などがいらなくなること、麴にみられる力価の変動がなくなること、麴菌の代謝による物料の損失のないことなどが挙げられる。しかし現在ではまだ麴中のアミラーゼとかプロテアーゼなどの酵素を酵素剤で代替することは可能であっても、その他の、とくに醸造品特有の品質を形成する

生産と技術

ための諸酵素まで代替するところまでには至っていない。従って現在清酒醸造においては、酒税法で原料デンプンの2000分の1以下の量の酵素剤の使用が許可され、この場合いかなる酵素剤の使用も可能ではあるが、一般に利用されているのは糖化酵素を中心とした酵素剤(単一または複合酵素剤)と主として原料米の処理に使われるセルラーゼやリパーゼなどに限定される。清酒は一醸造単位に必要な麴および蒸米を一度に仕込むものではなく、これらを三つの段階に分けて仕込む方法(初添、仲添、留添)がとられている。最近の傾向として甘口の酒が好まれるので糖質原料を加えるという四段目の工程が追加されている。この際使用する麴の代りに酵素剤が利用される訳で、通常デンプン液化型と糖化型のアミラーゼが配合されたものが実用されている。さらに仕込の三段目(留添)における麴も酵素剤で置き換えようとする試みもなされている。

清酒醸造への酵素剤の利用は以上のごとくであるが、今後微妙な清酒の酒質に対応する酵素作用の検討、その目的に利用する酵素剤の調製にかなりの努力がなされないと、全酵素仕込による清酒は出現しないであろう。

味噌醸造における酵素剤の利用はすでに速醸の目的あるいは原料の予備処理剤として実用されている。がさらに全酵素仕込についてもすでに米味噌、豆味噌醸造について検討されかなりの製品がえられている。この場合酵素剤としてはアミラーゼとプロテアーゼとが主体となっているが、風味については未だしの感があるし、とくに味噌の品質の多様性に対してどのように対応するかが今後に残された問題である。

醤油醸造においても酵素剤の利用が考えられるが、現行の製麴との対比において、検討の余地の多いことは上記の清酒、味噌と同様である。このように醸造食品への酵素剤の利用は漸く緒についたところであって、微妙な醸造品特有の

風味をどのように発現さして行くかは今後に残された大きい研究課題である。

以上の外、製品の品質低下の防止のためにも酵素剤が利用されている。清酒、みりんの蛋白混濁を除去するためのおり下げ剤として微生物プロテアーゼが利用されているし、ビールの混濁防止のためには古くよりパインが利用されている。さらにビール醸造において麦芽の他に諸外国では各種糖化酵素の利用が試みられている。

6. 肉製品への利用

筋肉蛋白質はアクトミオシン、ミオシンとこれらを結合している結締組織のコラーゲン、エラスチンなどからなっている。これにプロテアーゼを作用させるとその種類によって各成分に作用する程度が異なる。植物起源のパイン、フィシン、プロメラインはコラーゲンやエラスチンによく作用することが認められている。基質特異性のたかいプロテアーゼの利用によって肉の軟化が可能であり、現在パインが最もよく利用されており、香辛料などを添加した食肉軟化剤が市販されているし、また一方軟化剤を屠殺直前に注射する方法も採用されている。

魚肉製品関係では魚体内臓酵素を利用した魚醬などがあるが、微生物起源の酵素剤を利用して廃魚体などより調味液の製造、あるいは液化蛋白などの製造法が提案されている。後者は小型の多獲魚、未利用魚類の利用の一環であって、魚類内臓酵素とプロテアーゼ製剤とを用いて生魚体を酵素分解し、溶剤脱臭、減圧濃縮、噴霧乾燥する工程が採用されている。

7. 製菓への利用

蔗糖は比較的容易に結晶を析出するのに対し、転化糖はかなり高濃度でも粘稠でしかも安定なシラップ状を保持しているため、製菓工業においては転化糖が賞用されている。カーストクリ

ームセンター、ロールクリームセンター、リキッドフルーツセンターなどの製造に用いられている。しかしこの場合、セミソフトあるいは液状でしかも醗酵を防ぐためには糖の高濃度が必要となる。しかし79%以上の糖を含む転化糖シラップは液体であるのでキャンデーなどをつくるためにチョコレートで包むことができない。それで形をつくるのに十分な固さをもつ蔗糖を出発原料としてサッカラーゼ(インベルターゼ)の作用でセンターが次第に転化され、液化されるようにするわけである。この目的には古くより酵母のサッカラーゼが利用されている。

さらにこの酵素は軟かいチョコレートクリームの製造に用いられるし、練羊かん、マロングラッセ、果実シラップなどの蔗糖析出の防止の目的にも利用されている。また転化糖は蔗糖よりも低温で褐変し易く、特有の香気を放つ性質をもっているのでビスケットやケーキをオーブンで焼く場合、過度に熱することなしに適度の色調を付与することができる。

8. 卵製品への利用

ケーキミックスなどの成分として利用される卵白、卵黄、全卵の乾燥粉末は貯蔵中変質の恐れがある。これは卵に含まれている還元糖、とくにブドウ糖と蛋白質との間の反応によるものであって、褐変したり、フレーバーが失われたり、さらには蛋白質の溶解性低下が起るし、泡立ち、泡持ちがわるくなる。このような卵中のブドウ糖を除去する目的にグルコースオキシダーゼが利用される。

卵白の乾燥粉末を菓子の泡立て用に使う場合、卵黄が残っていると好ましくないのでリパーゼを作用させて卵黄を除去することもある。

保存性と消化吸収性のすぐれた鶏卵製品を酵素処理によってつくることことができる。このためには、全卵液または卵黄液にかびの生産する酸性プロテアーゼ、リパーゼ、ホスホリパーゼ、

核酸分解酵素などを含む酵素混合製剤を加えて部分加水分解を行なうと、熱凝固性のない分子量の小さいポリペプチッド混合物がえられる。この場合プロテアーゼによって生成する苦味の原因である卵黄のリポ蛋白質のリン脂質部をホスホリパーゼで同時に分解するので、鶏卵の風味を残しかつ苦味のない製品がえられる。しかもこのものは熱凝固性がなくなっているので加熱によって殺菌ができ、酵素失活も完全にできる。

9. その他への利用

農産食品などの細胞膜の構成成分であるセルロース、ヘミセルロース、ペクチン、キチンなどを加水分解する酵素群を植物組織崩壊酵素と総称しているが、これらの酵素剤は微生物によって生産するものであるが、デンプン製造における収率の向上、豆類の脱皮、製餡時間の短縮、寒天製造収率の向上、米の浸漬効果の向上、麦芽汁などの濾過効率の向上、野菜の軟化などの目的に利用可能である。

食品中に含まれるフレーバーの前駆物質を酵素作用によって天然のフレーバーに転換、再生、強化することもできる。この例としては脱水したキャベツに水を加えてもどすとき、新鮮なキャベツなどより調製した酵素を加えるとき、新鮮なキャベツ特有のフレーバーを再生することが認められているし、ラズベリー果汁などでも同様にフレーバー酵素の研究がなされている。他方その食品にとって好ましくない臭気を酵素作用によって分解除去する試みもある。これは大豆蛋白質カードまたは低温脱脂大豆に酸性プロテアーゼ(*Aspergillopeptidase A*)を作用させると豆臭が除去できることが認められている。

蛋白質をプロテアーゼで分解する場合、苦味を生成することはミルクカゼイン、大豆粉などで認められているが、これら苦味成分(ペプチ

生産と技術

ッド)は適当な条件でプロテアーゼの一種であるカルボキシペプチダーゼあるいはロイシンアミノペプチダーゼを作用させると除去することができる。

以上の外、食品工業においては、食品の新鮮度の測定、あるいは食品処理効果の指標として食品中のある特定の酵素力価を測定することがあり、さらに食品中のある特定成分の定量に酵素を利用することも多い。

このように食品加工における酵素剤の利用分野はきわめて広汎にわたっている。しかも現時点においてもほとんどの場合、微生物起源の酵

素剤を利用することができ、さらに今後の研究により見出される食品加工に必要な酵素群も、微生物起源のもので対応できるものと考えられる。しかもこれら微生物起源の酵素剤は大量生産ができ、安価に利用できる可能性がある。

今までの酵素剤、とくに微生物酵素剤の食品加工への利用は、酵素化学の急速な進展と必ずしも歩調はあっていないが、今後は酵素の基礎研究者、酵素生産技術者、食品加工技術者が遊離することなく、総合的な交流を促進し、三者一体となって今後の発展に貢献すべきであると考えている。

