

って、以下に示すようなトマトジュースを含む清涼飲料水の製造基準に準拠して管理することが望まれる。

- ・製造に使用する果実・野菜等の原料は鮮度その他の品質が良好なものであり、かつ、必要に応じて充分洗浄したものでなければならない。
- ・原水は飲用適の水でなければならない。
- ・製造に使用する器具及び容器包装は、適切な方法で洗浄し、かつ、殺菌したものでなくてはならない。ただし、未使用の容器包装であって、かつ、殺菌され、又は殺菌効果を有する製造工程で製造され、使用されるまで汚染されるおそれのないよう取り扱われたものにあっては、この限りではない。
- ・清涼飲料水は、容器包装に充填し、密栓もしくは密封した後殺菌するか、又は自記温度計をつけた殺菌機等で殺菌したものを自動的に容器包装に充填した後、密栓もしくは密封しなければならない。

又、殺菌条件についてはつぎの条件が規定されているので、これに準じて殺菌を行う。

- A. pH4.0未満のものにあっては、その中心部の温度を65℃で10分間加熱する方法又はこれと同等以上の効力を有する方法で殺菌すること。
- B. pH4.0以上のもの（pH4.6以上で、かつ、水分活性が0.94を超えるものを除く）にあっては、その中心部の温度を85℃で30分間加熱する方法又はこれと同等以上の効力を有する方法で殺菌すること。
- C. pH4.6以上で、かつ、水分活性が0.94を超えるものにあっては、原材料等由来して当該食品中に存在し、かつ、発育しうる微生物を死滅させるに十分な効力を有する方法、又はB.に定める方法で殺菌すること。

IV. トマトケチャップ類の潜在的危険

一般に食品の変敗は、生物的危害としての微生物的変敗と非微生物的変敗の二つに大別される。トマト加工品においても他の食品同様の変敗形態が認められる。そのなかでも特に重要なものをあげると①生物的危害としての耐酸性芽胞形成菌、真菌類による汚染②酵母及び乳酸菌によるガスや異味異臭の発生等がある。一方、非微生物的要因による代表的なものとしては、生物的危害としての生物由来の天然化学物質（アフラトキシン）、農薬等の化学物質及び物理的危害としての異物等が考えられる。又過加熱、酸化による褐変やペクチナーゼによる物理的変敗があるが、これらは潜在的危険にはならない。以下にトマトケチャップ類に想定される主な危険について述べる。

IV-1. トマトケチャップ類の製造と潜在的危害

トマトケチャップは、トマト加工品の主要な製品のひとつで、濃縮トマトに糖類、香辛料、食酢、食塩およびたまねぎ又はにんにく等を加えて調味したもので、可溶性固形分が25%以上のものと定義されている。添加物としてはペクチン、酸味料、調味料(アミノ酸など)などが認められている。一般にはpHは3.6～3.9、Awは約0.94である。包装形態は家庭用はチューブ容器、業務用は缶詰およびフィルムパック製品が主に流通している。

トマトケチャップは、食酢の添加、すなわち醸造酢に基づく酢酸自体は0.7～0.8%に及びそれによってpHは低下し、トマトピューレー等よりも高い抗菌性が付与されている。食品に含まれる有機酸のうち、酢酸は最も抗菌性が高いとされており、その効果はpHの低下に伴って強くなる。そのため、トマトケチャップにおいては、その効力が強く発揮されるわけである^{1) 5)}。又、糖類、食塩の配合による水分活性の低下、香辛料等の添加による抗菌性の相乗効果もあり、変敗の起こりにくい食品に位置付けられている。

このようなことから、過去において人体に対して直接的に危害を与えるような事例はなかったものの、一般に、真菌類は細菌に比較し低pH、低Awでも生育可能である。

トマトケチャップは多くの真菌類に対しても抗菌性を有するが、*Saccharomyces rouxii* や *Saccharomyces bailii* のような好稠性の酵母は発育しうる可能性がある。*Saccharomyces rouxii* や *Saccharomyces bailii* とともに60%のブドウ糖存在下で生育が可能であるとの報告もある¹⁵⁾。これらの酵母の耐熱性は通常問題となるほど高くはなく、また一般に、酸、塩および香辛料等の共存下においては、その耐熱性が低下することを加味すれば、1次汚染による変敗の可能性は非常に低いといえる¹⁾。

しかし、それらが添加される前の加工工程においては、トマトケチャップはピューレーと同様な変敗形態を示す。トマトケチャップにおいて発生する変敗の大部分は、2次汚染又は開栓後の汚染に起因するものと考えられ、その形態としては乳酸菌や酵母に基づくガス発生による膨張があげられる¹⁾。前段階のトマトピューレーの状態ではトマト由来の有機酸による抗菌性で大部分の細菌は発育しないが、乳酸菌や真菌の増殖を促す成分ではある。そして希に *Clostridium pasteurianum* に代表される耐酸性(好酸性)の芽胞形成菌により変敗する場合がある。

又、製造工程においては、洗浄水で薄まったトマトケチャップは微生物の栄養源となり生物学的危害となりうる。これについては、製造工程の一般衛生管理基準を遵守することによって防止することが大切である。

トマトケチャップ類の原材料及び製品において、製造過程での管理が不備な場合に発生する可能性があると考えられる危害原因物質は、表7にあげるとおりである。なお、表12には、製造工程に準じた危害リストをまとめてある。

表7 トマトケチャップ類で想定される危害原因物質

<p>生物学的危害</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・腐敗微生物：耐酸性芽胞形成菌、真菌類 酵母、乳酸菌 ・病原性微生物： クロストリジウム属菌 *病原大腸菌 *セレウス菌 *サルモネラ属菌 *黄色ブドウ球菌
<p>化学的危険</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・生物由来の天然化学物質 マイコトキシン(香辛料由来) ・偶発的に存在する化学物質 農薬、洗浄剤、殺菌剤 等
<p>物理的危険</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・軟質異物 毛髪、獣毛、ねずみ、昆虫 等 ・硬質異物 金属片、ガラス片、土砂、プラスチック片 等

注意 *マークの微生物は、トマトケチャップの pH 3.6 ~ 3.9 では生育しない。
ただし、製品 pH がこの範囲に限定できない場合は危害の対象となりうる。

IV-2. 生物学的危害

トマトケチャップ類はトマトを主原料とし、糖類、食酢、食塩等を混合して製造するが野菜由来のセレウス菌や土壌由来の病原性大腸菌、ボツリヌス菌、腐敗微生物としての真菌酵母類が微生物危害の原因としてあげられる。特に腐敗果の混入が著しい場合には製造工程中で滞留が起こるとその工程で微生物が増殖する。特にクエン酸資化性を有する細菌や真菌に侵されている腐敗果が混入しているとトマトの pH を上昇させ、通常の pH では発育しない耐熱性の高い芽胞形成菌の変敗の危険性が生じてくる。即ち、トマトケチャップ製造の前段階での原料トマトの処理工程管理が危害防止として大切なポイントとなる。

一方トマトケチャップ製造工程では、前述のごとく食酢の添加による pH の低下、酢酸自体の抗菌性により、また、糖類、食塩の配合による水分活性の低下、香辛料等の添加による抗菌性の向上もあり、生物学的危害の制御は比較的容易に行うことができる。しかし、主原料であるトマトペーストは希釈されて用いられるが、この段階で菌数の増加と品質低下が起こる可能性がある。調合加熱時の滞留時間、温度及び含気状態の管理が大切である。さらに、使用資材の品質確認と配合、糖分、酸分、塩分及び pH などの管理が大切である。

調合・殺菌工程は殺菌対象菌である好稠性の酵母では、65℃ 10分間相当の熱履歴で充分死滅するが¹⁾、過加熱は色調の劣化、オフフレーバーの生成などを引き起こす。

製品の酸化防止を目的とした脱気工程は、過剰な脱気を行えば揮発成分の揮散による抗菌力の低下を招くため脱気状態の適性管理が大切である。重要管理点の1つである充填、密封工程が管理不良となると2次汚染を招き後殺菌にも影響を及ぼすことになる。

使用する容器のチューブボトルはブロー成形し、その口部を閉じた形で工場に納入され充填直前で口部がカットされる。口部カット前の容器は成形時の加熱で完全無菌状態となっており、工場内部でカットから充填までの工程で菌による汚染がみられた事例はない。しかし、製造環境からの混入が懸念される微生物に対しては後殺菌を行い確実に期している。トマトケチャップの基本的物性から、生物学的危害は制御が可能であり、いずれの工程においても適正な管理が行われれば、人体に対して直接的な危害となることはない。

IV-3. 化学的危険

化学的危険として重要なものには、主として東南アジア等から輸入される香辛料のアフラトキシンや微生物等があり^{16) 17)}、わが国の食品衛生法では食品から検出されてはならないことになっている。微生物により産出された毒素をトマトケチャップ製造工場において検出・除去することは現時点では不可能であり、輸入あるいは輸入業者から購入する際に、業者と取り交わした供給者品質保証(SQA)が遵守されているか確認する必要がある。特に産地やロットが変更になった場合には、事前に取り決めを交わすことも大切である。

その他の化学的危険としては、製造工程中の洗浄時に用いられるアルカリ洗剤、及び原材料に含まれる残留農薬、使用基準を超えた食品添加物等の薬物である。又、容器からの環境ホルモン物質等の移行も化学的危険となりうる。これらについては、購入品の試験成績書、安全証明を入手すると同時に、常日頃から納入メーカーの品質保証体制を確認することが重要となる。さらに回収プログラムを有効に機能させ、リスクを最小限にするためにもロット管理が有効であり、資材ロットと自社製品ロットを連動させた管理体制が大切である。一方、自社内で使用する洗浄薬剤等は受払い、保管管理体制を確立し、かつ、使用時の洗浄効果を確認することが大切である。特に CIP 洗浄方式は、密閉系で洗浄されるために外気に暴露される機会が少なくなり、交差汚染や食中毒危険が著しく減少する。しかし、一方では製造ラインが複雑、かつ長くなるために微生物汚染やパイプライン内部のバイオフィーム等に基づく微生物汚染、さらには洗浄剤等の薬剤に起因する問題が依然として残っており、十分配慮しなければならない。自社の製造ラインをいかに効率的に管理するかを常に把握しておくことが大切である。又、加工工程において、十分な酸化防止や過剰加熱防止ができない場合は、本来のトマトケチャップ類には存在しない異味・異臭が発生したり、栄養成分が変質したりして化学的危険となるおそれがあり、注意を要する。

IV-4. 物理的危険

物理的危険として、軟質物質では昆虫の死骸類又はその破片、獣毛、毛髪等があげられる。又、硬質物質では原材料や工程由来の金属片、ガラス片、土砂、プラスチック片等がある。

トマトケチャップのチューブ容器を運搬するために使用する「はかま」が破損・飛散して破片が混入する可能性がある。破損した場合は破損物の原形復元、そのブロックに属する未密封容器はすべて回収し、再検査する等の基準を定め遵守する必要がある。

これらの異物については、一般衛生管理基準項目として管理することができる。一般衛生管理基準は(=SSOP、即ち衛生標準作業手順で実施する)「誰が実施する」「誰が確認する」「どんな方法で行う」「どんな頻度で実施する」「記録をどうする」を事前に具体的にしておくことが大切である。物理的危険防止には、特に、一般衛生管理基準を充実し、実際の工場に充分適用することが重要である。

IV-5. トマトケチャップ類の過去における危険事例

トマトケチャップは、pH3.6 ~ 3.9 のいわゆる酸性食品であり、食酢由来の酢酸の抗菌性が強いので、かなり保存性の優れた調味料である。又、糖類、食塩の配合による水分活性の低下、香辛料による抗菌性の向上もあり、製品の事故発生は極めて稀である。

トマトケチャップ類の変敗原因菌としては、カビ、酵母、及び一部の細菌(乳酸菌、酢酸菌)が検出されており、その事例としては *Lactobacillus* 属の乳酸菌による容器膨張が報告されている²⁾。しかし、前述の微生物はいずれも耐熱性が低く、1次汚染による変敗の可能性は低いといえる。したがって、トマトケチャップにおいて発生する変敗の大部分は2次汚染に起因するものと考えられる。

一方、トマトピューレーの場合はトマトに含まれるクエン酸等の有機酸によって pH は 4.2 ~ 4.4 でトマトケチャップと同様、酸性食品であり、大部分の細菌は発育しない。しかし、トマトケチャップとは異なり、食酢、糖類等の添加が無いことから、カビ、酵母、細菌による変敗の可能性は否定できない。さらに、腐敗果の混入が著しい場合、製品の品質劣化を引き起こすとともに、製造工程中で滞留が起こると変敗原因菌が増殖する危険性があることから注意する必要がある。

IV-6. トマトケチャップ類の殺菌計画及び殺菌技術の現状

トマトケチャップ類の殺菌条件は、上記のように食酢、糖類、食塩等の添加による内容物自体の抗菌性に負うところが大きく、低酸性食品ほど厳しい殺菌条件は必要としない。しかし、工程滞留による酢酸等の揮発性抗菌成分の揮散が問題となるため、食酢の添加時期や加熱・殺菌及び充填温度、時間の管理が重要である。

殺菌対象菌の *Saccharomyces rouxii* や *Saccharomyces Bailii* は好稠性の酵母で、高濃度の糖分や食塩等の存在する高浸透圧の条件でも生育するが、温度的には 50～60℃、数分で死滅するとされている。

図3は、*Saccharomyces Bailii* のトマトケチャップ中での耐熱性を調べた結果である。この図にみられるように、本菌は 60℃ 10分以内で充分殺菌されており、実用的にも 65℃、10分間の熱履歴で充分殺菌されることが知られている¹⁾。しかし、通常はクッキングを目的とした 95℃、10分間相当の加熱が施されている。さらに、88～90℃の温度帯で^{5) 6)}チューブやびん容器等に充填した後、直ちに密封し、一定時間ホールディング時間をとって容器由来の微生物を完全に殺菌し、速やかに冷却工程に送っているのが現状である。

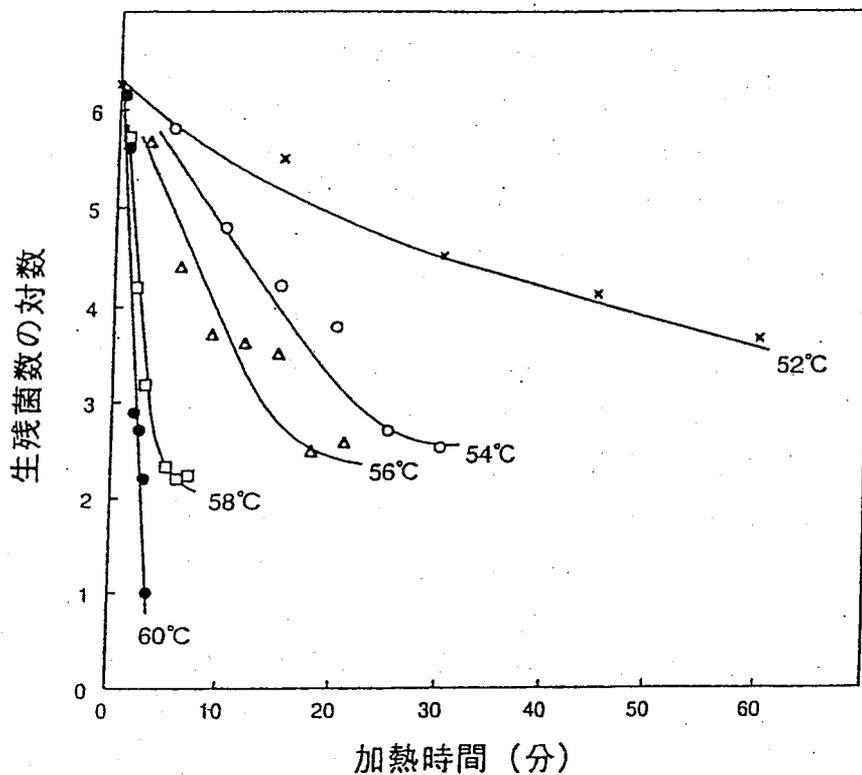


図3 *Saccharomyces Bailii* トマトケチャップ中での耐熱性 (石黒らの資料による¹⁾)

一方トマトピューレーの殺菌対象菌としては中温性の芽胞形成菌を設定し、*C. pasteurianum* を対象とした 93.3℃ (華氏 200 度)、10 分間の加熱・殺菌処理を行う¹⁾。充填はトマトケチャップ同様、90℃前後で行い¹⁾直ちに密封後、充填環境や容器由来の微生物の殺菌のため熱水シャワーや蒸気で 90℃、10 分間の後殺菌を行う^{1) 7)}。