

食品製造工場におけるカビ汚染 (Ⅱ)

枝肉貯蔵庫の真菌とその汚染防除

高橋 治男¹⁾ 矢崎 廣久¹⁾ 福永 優²⁾ 三井 良雄³⁾

Fungal Contamination of Food Factory II

Fungal Contamination of Warehouse for Cold Meats

Haruo TAKAHASHI, Hirohisa YAZAKI, Masaru FUKUNAGA
and Yoshio MITSUI.

I はじめに

近年、冷凍・冷蔵庫などの冷凍設備は著しく普及し、食肉などの多くの生鮮食料品は、主として低温貯蔵により品質の保持と微生物からの劣化を防いでいる。しかし、その低温環境にも、好冷性、耐冷性の微生物が生息し、その冷凍食品をそこなうことがしばしば知られている。ことに、カビは一般に増殖温度が細菌より低く、5°C付近でも充分増殖する多くのカビが、市販冷凍食品より検出されている¹⁾。低温貯蔵食品の中でも、牛枝肉は比較的長期間貯蔵されることが多いため、カビの発生がみられることがまれでなく、以前より大きな関心がはらわれてきた^{2,3)}。それらのカビの中には、*Penicillium viridicatum* (近年、*P. verrucosum* var. *verrucosum* の菌名も使用されるようになった⁴⁾) などのようにカビ毒 (Mycotoxin) 産生能を有し、食品衛生的に注意を要するものもある。事実、著者らは貯蔵中にカビの発生がみられた牛枝肉より、オクラトキシンA (Ochratoxin-A) とシトリニン (Citrinin) を検出すると同時にその産生菌である *P. verrucosum* var. *verrucosum* をも分離した⁵⁾。そこで著者らは今回、枝肉貯蔵庫内壁面および落下真菌を採取し、枝肉へのカビ発生の関係について調べた。さらに、いくつかの分離株の最適増殖温度についても検討を加えた。また、庫内壁面に次亜塩素酸ソーダを噴霧し、カビ増殖への抑制効果についても検討したので報告する。

II 方法

1 検討期間と検査回数 和和56年7月17日より同年10月2日までの間、各月1回、計4回検査

2 検査および検査方法

1)貯蔵庫内壁面スタンプおよび枝肉からの菌採取 採取位置として、貯蔵庫の床面より高さ1.5mで、1回の検査につきA(と畜場付属)貯蔵庫の場合6ヶ所、B(と畜場付属)貯蔵庫では12ヶ所、計18ヶ所を選び、スタンプ(スタンプスプレード、φ22mm、栄研)を用いて菌の採取を行った。全検査を通して、スタンプはほぼ同一位置より行った。枝肉(50g)の場合には、カビの増殖がみとめられる部分より、乳酸性ポテトデキストロス寒天平板培地(PDA、PH4)へ鉤菌した、それと同時に、スタンプ(2ヶ所)も行った。なお、枝肉に糸状菌の発生がみられたのは、2回目の検査の際B貯蔵庫のみであったため、その時以外は枝肉の菌検索を行なわなかった。

2)落下真菌の採取 各貯蔵庫の床面に乳酸性PDA平板を、毎回、A貯蔵庫の場合3ヶ所(初回のみ4ヶ所)、B貯蔵庫では6ヶ所(初回のみ14ヶ所)、総計45ヶ所に静置し、10分間開放した。スタンプの場合同様、その採取は毎回ほぼ同一場所にて行った。

3)菌の分離同定 壁面および枝肉からのスタンプは乳酸性PDA平板に接種した後、落下菌採取平板と共に20°Cで2週間培養を行い、検出された集落を前報⁶⁾同様に、同定用の所定の培地へ鉤菌し、主として形態観察から同定を行った。

4)最適増殖温度の検討 供試菌株としては、貯蔵庫環境から比較的高い頻度で検出された *P. verrucosum* W-1とそれと同系であるがやや形態の異なるW-2株、および枝肉より分離された *Mucor racemosus* M-1

1) 千葉県衛生研究所
2) 茂原保健所
3) 中央食肉衛生検査所
(1983年10月28日受理)

ならびに *P. frequentans* の計4株を用いた。

5)次亜塩素酸ソーダ水溶液の噴霧効果 次亜塩素酸ソーダ溶液(有効塩素 1%)をAおよびB貯蔵庫壁面に噴霧し、その直前、直後、1週間後および1年後(A貯蔵庫のみ)における菌の消長をスタンプにより追跡した。

III 結果および考察

1 壁面スタンプおよび落下菌

壁面スタンプにより、A貯蔵庫から10属43株、B貯蔵庫より13属112株、計15属115株を得た。それらのカビの検出頻度を表1に示した。落下菌としては、表2に示すようにA貯蔵庫より3属11株、B貯蔵庫より9属39株、計9属50株を得た。それらの結果から明らかなように、

前報⁶⁾の菓子製造工場で多くみられた *Aspergillus* は少ないものの、*Cladosporium*、*Alternaria* はここでも検出され、それらが食品工場共通の汚染カビであることを示した。貯蔵環境からは、この外 *Penicillium*、*Phoma*、*Mucor* などが高い頻度で得られた。高鳥らは⁸⁾、食肉加工タ場の冷凍ならびに冷蔵庫内より *Cladosporium*、*Alternaria*、*Phoma*、*Mucor*、*Penicillium* および *Aureobasidium* が比較的高い頻度で分離されたと報告しており、今回の試験結果とはほぼ一致した。貯蔵環境からは、それらの糸状菌の外、表に示していないが赤色あるいは白色の酵母も高い頻度で検出された。冷凍・冷蔵の低温条件下でも増殖可能な耐冷性、好冷性の酵母が少なくないことが知られており⁹⁾、糸状菌と共にその存在には注意を要する。

表1 壁面着生カビのフローラ

属名	A 貯 蔵 庫						B 貯 蔵 庫						総 計	
	1	2	3	4	計	%	1	2	3	4	計	%	計	%
<i>Cladosporium</i>	1	4	3	3	11	25.6	4	9	8	9	30	26.8	41	26.5
<i>Penicillium</i>	1	7	5	3	16	37.2	4	5	7	5	21	18.7	37	23.9
<i>Mucor</i>								10	7	6	23	20.5	23	14.8
<i>Phoma</i>		2		3	5	11.6			4	6	10	8.9	15	9.7
<i>Alternaria</i>	1	1	1		3	7.0	5		2	3	10	8.9	13	8.4
<i>Arthrimum</i>							3	1		2	6	5.3	6	3.9
<i>Epicoccum</i>			1	1	2	4.7	2	1	1		4	3.6	6	3.9
<i>Chrysosporium</i>				1	1	2.3	1	1		1	3	2.7	4	2.6
<i>Acremonium</i>	1		1		2	4.7							2	1.3
<i>Phialocephala</i>			1		1	2.3			1		1	0.9	2	1.3
<i>Phialophora</i>				1	1	2.3				1	1	0.9	2	1.3
<i>Verticillium</i>								1			1	0.9	1	0.6
<i>Aureobasidium</i>				1	1	2.3							1	0.6
<i>Fusarium</i>							1				1	0.9	1	0.6
<i>Aspergillus</i>							1				1	0.9	1	0.6
計	4	14	12	13	43		21	27	31	33	112		155	

表2 落下真菌のフローラ

属名	A 貯 蔵 庫						B 貯 蔵 庫						総 計	
	1	2	3	4	計	%	1	2	3	4	計	%	計	%
<i>Cladosporium</i>	1	2		3	6	54.5	3	1		7	11	28.2	17	34.0
<i>Penicillium</i>		1		2	3	27.3	3	2	6	3	14	35.9	17	34.0
<i>Alternaria</i>	1	1			2	18.2	1	2	1		4	10.2	6	12.0
<i>Mucor</i>								3	1		4	10.2	4	8.0
<i>Phoma</i>							1	1			2	5.1	2	4.0
<i>Phialocephala</i>									1		1	2.6	1	2.0
<i>Verticillium</i>									1		1	2.6	1	2.0
<i>Graphium</i>									1		1	2.6	1	2.0
<i>Chrysosporium</i>										1	1	2.6	1	2.0
計	2	4	0	5	11		8	9	11	11	39		50	

検査経過にともなうフローラの変動をみると、いずれの検査においても *Cladosporium* あるいは *Penici-*

llium が最も高い頻度で検出され、以下 *Alternaria*、*Mucor* ならびに *Phoma* が多少頻度に変動があるも

ののそれに次いで検出された。従って、そのフローラはほとんど季節的な影響をうけないと言える。また、壁面スタンプと落下菌とのフローラの間接性をみると、Cladospodium や Penicillium のように壁面から高い頻度で得られるカビは、やはり落下菌としてもその検出率は高いなど、密接な相関性がみとめられた。これらのこのは、貯蔵環境から検出されるカビは、そのほとんどが庫内に常在するものと考えられる。一方、A貯蔵庫においては、そのスタンプから菌が検出されないことがあるうえ、全検査を通してスタンプがほぼ全面的にカビに汚染されている所は、1ヶ所(1/24)しかみられなかった。これに対しB貯蔵庫では、カビが不検出のスタンプは全くないうえ、スタンプ全面からカビが検出される所が常に2~3ヶ所(計11/72)、ほぼ同一位置でみられた。このスタンプによる検査可能な領域は狭く、必ずしも全体像を代表しているとは言えないが、B貯蔵庫はA貯蔵庫よりカビによる汚染度が高い傾向にあると言える。それらのカビによる著しい汚染部分は、枝肉の貯蔵庫への収納の際その体脂肪や血液が壁面に付着し、そこにカビが繁殖したものと考えられる。

2 枝肉からの菌分離

供試の枝肉は、肉眼的にも毛状の Mucor の繁殖がみられ、その部分から容易に M. racemosus が分離された。またスタンプからは、それに加えて P. frequentans が分離された。前回の試験⁵⁾で得られた P. verrucosum、Geotrichum spp. は、今回の貯蔵庫壁面および落下菌よりは得られたが、枝肉からは分離されなかった。しかしながら、前回⁵⁾は枝肉よりカビ毒を産生する P. verrucosum が検出されており、この菌の挙動については今後も充分な注意を要する。

3 最適増殖温度

検討結果を図1に示す。供試菌株の中で、増殖温度の最も低い菌は、M. racemosus で 0℃以下でも増殖が可能であり、その最適増殖温度は 8℃~10℃付近にあった。このことは、この Mucor が貯蔵枝肉に繁殖する主要菌となる大きな要因を成すものと考えられる。P. verrucosum W-1およびC-2株も比較的低温に低抗性を示し、0℃付近から増殖を開始し 5℃では顕著であった。それらの株の最適増殖温度は 15~18℃付近であった。この結果は、P. (verrucosum var.) cyclopium について他の文献値^{5,10,11)}ともほぼ一致した。今回の試験で得られた Penicillium は計54株であった。このうち P. verrucosum は37株でその大部分(68.5%)を占めた。このことは、このカビが Penicillium の中でも、低温条件で最も注意を要する菌の一つであ

るといふ、宇田川ら¹⁾の冷凍食品における結果と一致した。

一方、P. frequentans は 2℃付近から増殖を開始するもののその速度は遅く、約 7℃から急激に上昇し、18~20℃で最高に達した。

これらの結果は、それらのカビが 8~20℃に最適増殖温度を有する好冷性、耐冷性の中温菌であることを示した。従って、その温度は 2℃以下が不可欠の条件であるとともに、その温度制御には充分な注意が必要と言える。

一般にカビ毒産生菌がカビ毒と産生する際の最適温度は、最適増殖温度よりもやや低温であるとされている。

枝肉から分離した P. verrucosum について著者らが行った実験結果においても⁵⁾、その増殖最適温度は約 20℃、カビ毒産生へのそれは約 17℃で最高に達している。

また、微量ではあるが貯蔵枝肉からカビ毒が検出されたという事実からすると、その産生菌は極めて低温下でもカビ毒を産生、蓄積すると言える。従って、それら食肉の安全性を確立するには、まず肉へのカビの発生を防ぐことがその基本であり、長期的な貯蔵はできるだけ避けると共に、それらのカビの増殖抑制する手段を講ずることが必要と言える。

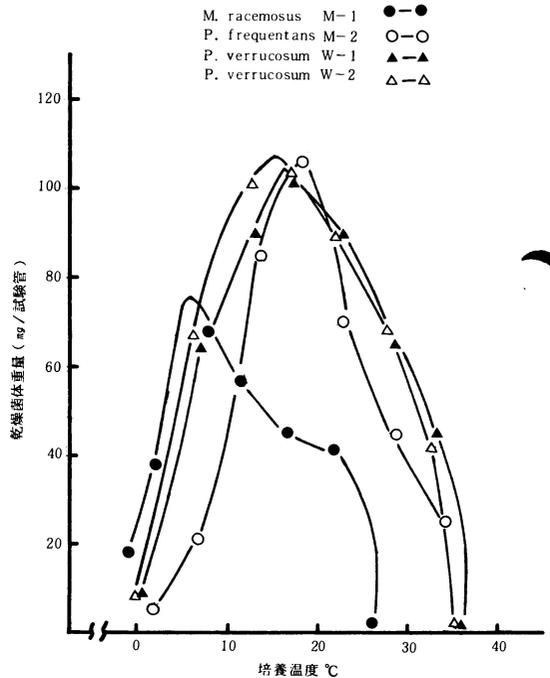


図1 分離株の最適増殖温度

表3. 次亜塩素酸ソーダの噴霧効果

スタンプ 場所		検 出 菌			
		直 前	直 後	1 週 間 後	1 年 後
A と 畜 場	S-1	Cladosporium P. verrucosum Phoma	None	None	Arthrinium Phoma P. chrysogenum
	S-2	Cladosporium Oidiodendron Unknown	None	None	Alternaria P. verrucosum Aspergillus Phoma
B と 畜 場	S-3	Cladosporium Mucor P. verrucosum	Mucor	None	
	S-4	None	None	Aspergillus Unknown	
	S-5	Mucor P. verrucosum	None	Cladosporium	

4 次亜塩素酸ソーダの噴霧効果

壁面への噴霧前後の菌の消長を表3に示した。この結果にみられるように、噴霧直後はほとんどカビは検出されず、顕著な殺菌効果がみとめられた。しかしながら、カビによる汚染度が高いとみられるB貯蔵庫では、1週間後にはカビの増殖が再びみられた。更に、1年後にはほぼ噴霧以前の汚染度に戻ったとみられる。カビによる汚染度の高いB貯蔵庫では、その殺菌効果が1週間以内のうちに消滅した。これは防黴剤の使用に先立って、表面に増殖するカビの集落を除去していないため、次亜塩素酸ソーダの効果が持続しなかったもの¹²⁾と考えられる。

以上の結果は、貯蔵庫壁面の定期的な洗浄と薬剤の噴霧を行えば、貯蔵枝肉へのカビの発生は著しく抑制できることを示唆している。

IV まとめ

1 貯蔵庫壁面スタンプより15属155株、落下菌として9属50株を得た。それらは密接な相関性を有し、Cladosporium、Penicillium、Alternaria および Mucor が高い頻度で検出された。また枝肉からは M. racemosus および P. frequentans が分離された。分離された Penicillium 属の中では P. verrucosum が大部分を占めた。

2 枝肉から分離された M. racemosus は0℃以下でも増殖が可能で、8~10℃でその増殖速度は最高となり、また、P. frequentans は速度が遅いながらも2℃付近から増殖を開始、18~20℃が最適温度であった。一方、壁面から分離された P. verrucosum は0℃付近から増殖を開始し、15~18℃で最高に達した。

3 次亜塩素酸ソーダ水溶液(有効塩素1%)を貯蔵庫壁面に噴霧し、その直前、直後、1週間後および1年後の菌の消長を追跡した。噴霧直後はほとんど菌が検出されず、抑制効果がみられるが、1週間後には貯蔵庫によりカビの増殖が検出され、1年後にはほぼ噴霧前の汚染度に戻っていた。

引用文献

- 1) 宇田川俊一、一戸正勝、谷口貞子、高鳥浩介、倉田浩。(1975) : 市販冷凍食品の糸状菌分布について、衛試報告、93、143-145。
- 2) 稲垣尚起、高橋義光。(1961) : 肉類に発生した糸状菌(第1報)、衛試報告、79、293、-296
- 3) 稲垣尚起、高橋義光。(1961) : 肉類に発生した糸状菌(等2報)、同上、297-302。
- 4) Samson、R. A.、Amelia、C. Stolk and Hadlok、R. (1976) : Revision of the Sub-section Fascicula of Penicillium and Some Allied Species、Studies in Mycology、11、1-46。
- 5) 矢崎廣久、高橋治男、七山悠三。(1982) : Penicillium verrucosum による貯蔵食肉のカビ毒汚染について、千葉衛研報、6、6-9。
- 6) 高橋治男、矢崎廣久、七山悠三、松本邦昭、太田洋子、小林崇則、木内良春、宍倉忠夫、(1982) : 食品製造工場におけるカビ汚染(I)、菓子製造工場におけるカビ汚染、千葉衛研報告、6、37-40。
- 7) 松浦慎治、高橋治男、真鍋勝。(1973) : 酢酸を炭素源とする麹菌の菌体生産について、醸工誌、51、783-788
- 8) 高鳥浩介、石井喜一、鈴木文子、村山晶子、中尾美津男。(1983) : 食品工場を汚染するカビの研究(第3報)食肉ならびに食肉加工環境におけるカビの分布、防菌防黴、11、463-468
- 9) 宇田川俊一(1982) : 異常環境と真菌類、メデイヤサークル、28、105-112
- 10) 鶴田理(1962) : 米穀の低温貯蔵と関連する加害微生物の発育温度について、食衛誌、3、169-171。
- 11) 町垣栄吉、戸知崎紀紘(1983) : 冷蔵食品とカビ(好冷菌)、メデイヤサークル、28、113-121。
- 12) 池田安之助(1982) : 食品工場における洗浄と殺菌、千葉衛生動物研究会々報、9、3-6。