

25 で保存したイチゴおよびチェリーにおけるカビの発育状況

誌名	食品衛生学雑誌
ISSN	00156426
著者名	相川,勝弘 浅井,良夫 高橋,孝則
発行元	日本食品衛生学会
巻/号	49巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 106-110
発行年月	2008年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ノート

25°Cで保存したイチゴおよびチェリーにおける
カビの発育状況

(平成 19 年 10 月 9 日受理)

相川 勝弘* 浅井 良夫 高橋 孝則

Mold Growth on Strawberries and Cherries during Storage at 25°C

Katsuhiko AIKAWA*, Yoshio ASAI and Takanori TAKAHASHI

Kanagawa Prefectural Institute of Public Health:
1-3-1 Shimomachiya, Chigasaki, Kanagawa 253-0087, Japan;

* Corresponding author

Mold species that grew on the surface of retailed strawberries (10 packs, 211 strawberries) and cherries (18 packs, 441 cherries) during storage at 25°C were isolated and identified to evaluate the state of mold growth. Mold growth was observed on 208 (98.6%) of the 211 strawberries and 193 (43.8%) of the 441 cherries. The mold species most frequently isolated from strawberries was *Botrytis cinerea*, being observed in 81.0% of the strawberries examined, followed by *Cladosporium* and *Alternaria alternata*. The mold most frequently isolated from cherries was *Alternaria* (28.7%), followed by *Penicillium*, *Botrytis*, and *Cladosporium*. The frequency of cherries on which mold growth was observed varied among packs. Mold tended to grow more often in the areas of the fruits in contact with adjacent fruits.

(Received October 9, 2007)

Key words: イチゴ strawberry; チェリー cherry; カビ mold; 汚染 contamination

はじめに

果実は、栽培段階から収穫後まで多くの病原体にさらされ、感染して病徴を現す機会が多いが、病気になるには主因の病原体、植物が持っている素因および環境の誘因が相互に関係して決定されることから、病原体の存在だけでは決まることはない。さらに、病原体は、厳密な宿主範囲を持っており、病原体が寄生できる植物の範囲が限られている¹⁾。植物が持つ病気に抵抗する素因の1つとしてpHがあり、新鮮な果実では、パッションフルーツで最も低くpH 1.8~2.2、最も高いメロンでpH 6.2~6.7であり、ほとんどの果実ではpH 3.5以下になっている²⁾。この果実の酸性化は、成分である有機酸の含有によっており、細菌の多くはこの有機酸により増殖が抑制されるが、一方、真菌は酸性条件下で発育が可能である。これは、果実の病気に関与する微生物の主体が、真菌により生じることを示している。この果実と真菌の病気については、Snowdon³⁾が果実種ごとのポストハーベストにおける病気と障害を分かりやすく解説している。また、果実の室温保存における真菌の発育については、Tournasら⁴⁾による4種類のベ

リー、5種類のグレープおよび7種類のシトラスフルーツの報告がある。

そこで今回、収穫後に外皮をむくことなく生食することの多いイチゴおよびチェリーについて、室温付近の温度25°Cで保存したときのカビの発育状況を把握するため調査を実施したので報告する。

実験方法

1. 調査検体

調査検体は、すべて合成樹脂製のトレーにパックされたものを神奈川県内のスーパーマーケットにおいて、イチゴ10パックを5店舗、チェリー18パックを7店舗で購入した。イチゴの生産地および品種は、茨城県産2パック(とちおとめおよび品種不明各1パックずつ)、栃木県産(とちおとめ2パック)、静岡県産2パック(あきひめ)、奈良県産(品種不明)、福岡県産1パック(あまおう)、佐賀県産(さがほのか)および長崎県産(とよのか)各1パックずつであった。チェリーの生産地および品種は、アメリカ産16パック(ピング12パック、レーニア4パック)、山梨県産(佐藤錦)および山形県産(高砂)各1パックずつであった。1パック中の果実粒(item)数は、イチゴでは11~36粒で合計211粒、チェリーでは16~

* 連絡先
神奈川県衛生研究所: 〒253-0087 神奈川県茅ヶ崎市下町屋
1-3-1

Table 1. Mold contamination of strawberries

Mold	Each item of fruits		Each package of fruits		
	No. of strains	Contaminated items (%) ¹	Contaminated samples (%) ²	Contamination level (%) ³	
				Mean	Range
<i>Botrytis cinerea</i>	212	81.0 (171)	100	77.9	45-100
<i>Cladosporium</i>	93	29.4 (62)	100	36.1	4-100
<i>C. oxysporum</i>	50	17.5 (37)	80	24.8	0-100
<i>C. cladosporioides</i>	40	16.1 (34)	70	18.1	0-55
<i>C. tenuissimum</i>	3	1.4 (3)	20	1.9	0-15
<i>Alternaria alternata</i>	38	12.3 (26)	40	11.5	0-50
<i>Penicillium</i>	11	5.2 (11)	30	7.5	0-46
<i>Pestalotiopsis</i>	6	2.8 (6)	10	2.3	0-23
<i>Mucor</i>	5	1.4 (3)	20	1.2	0-8
<i>Rhizopus</i>	3	1.4 (3)	10	1.2	0-12
<i>Fusarium</i>	1	0.5 (1)	10	0.3	0-3
Total	813	98.6 (208)	100	98.5	85-100

¹ Contaminated items: Percent of contaminated strawberries per examined strawberries (n=211)
² Contaminated samples: Percent of contaminated samples per examined package of strawberries (n=10)
³ Contamination level: Percent of contaminated items per sample

Table 2. Mold contamination of cherries

Mold	Each item of fruits		Each package of fruits		
	No. of strains	Contaminated items (%) ¹	Contaminated samples (%) ²	Contamination level (%) ³	
				Mean	Range
<i>Alternaria</i>	149	28.8 (127)	94	29.3	0-56
<i>Penicillium</i>	42	8.2 (36)	56	7.7	0-44
<i>Botrytis</i>	27	5.4 (24)	39	5.1	0-28
<i>Cladosporium</i>	12	2.5 (11)	28	2.1	0-17
<i>Rhizopus</i>	3	0.7 (3)	11	0.6	0-8
Other mold	8	1.8 (8)	28	1.8	0-8
Total	241	43.8 (193)	100	43.5	4-80

¹ Contaminated items: Percent of contaminated strawberries per examined cherries (n=441)
² Contaminated samples: Percent of contaminated samples per examined package of cherries (n=18)
³ Contamination level: Percent of contaminated items per sample

36粒で合計441粒であった。

2. 保存試験

イチゴ211粒およびチェリー441粒を滅菌したメンブレン付きポリカーボネイト製容器に1粒ずつ入れ、25℃のふ卵器内で2週間まで保存した。カビの発育を認めた場合は、果実上の集落の発育位置をすべて記録し、その集落をPotato Dextrose Agar (Bectone Dickinson) 平板培地に分離培養後、成書^{5)~8)}に従って同定した。

結果および考察

1. イチゴおよびチェリーの粒単位でのカビ分離状況

イチゴ211粒を25℃で保存した場合のカビの分離状況をTable 1に示した。

イチゴでは、カビの発育を認めたものが211粒中208粒で粒単位のカビ発生率は、98.6%であった。最も多く分離されたのは*Botrytis cinerea*で、保存試験を行ったイチゴ211粒中171粒(81.0%)から分離され、次いで*Cladosporium* (29.4%)、*Alternaria alternata* (12.3%)および*Penicillium* (5.2%)の順で多く、*Cladosporium*の中では、

C. oxysporum (17.5%)、*C. cladosporioides* (16.1%)および*C. tenuissimum* (1.4%)の分離が認められた。Snowdon³⁾は、ポストハーベストにおけるイチゴの病害として、*B. cinerea*による“grey mould rot (灰色カビ病)”，*Mucor* spp.および*Rhizopus* spp.による“leak (組織破壊による果汁漏出)”が重大であるとしている。今回の調査では、*B. cinerea*の分離率が非常に高く重要な汚染カビであることが認識されたが、*Mucor*および*Rhizopus*の分離率は低かった。しかし、これらのカビは、発育速度が非常に速いため1粒の発育が急速に全体を汚染することを考えると分離率の高低だけでは判断できない要素もあると思われる。

今回調査したイチゴの生産地は、近距離では北関東（直線距離で約150 km）、遠距離では九州（直線距離約900 km）であり、輸送手段としては陸路が一般的であるが遠距離では鮮度を保つために空路による輸送時間の短縮を図っているところもある。輸送時間を短縮することは、輸送中に起こる果皮の損傷により生ずるカビの発育を抑制するのに効果的である。そのための包装材料の選択、改良が

必要となろう。

次に、チェリー 441 粒を 25℃で保存した場合のカビの分離状況を Table 2 に示した。

チェリーではカビの発育を認めたものが 441 粒中 193 粒で、粒単位のカビ発生率は 43.8%であった。最も多く分離されたのは *Alternaria* で、保存試験を行ったチェリー 441 粒中 127 粒 (28.8%) から分離された。次いで、*Penicillium* (8.2%), *Botrytis* (5.4%) および *Cladosporium* (2.5%) であった。チェリーなどの Stone fruits (核果) の病害として、*Monilia* による “brown rot (褐色病)”, *Rhizopus*, *Mucor* による “transit rot (輸送病)”, *Penicillium* による “blue mould rot (アオカビ病)”, *Alternaria* による “*Alternaria* rot”, *Cladosporium* による “*Cladosporium* rot” などが代表的なもので、その他にも多くの菌類による病害が報告されている³⁾が、Pitt ら⁵⁾は、その中でも brown rot, transit rot が、特に重要な病害だとしている。今回は、*Rhizopus* の分離を認めたが、*Monilia* は分離されなかった。

イチゴおよびチェリーから高頻度に分離された *Botrytis*, *Cladosporium* および *Alternaria* は、圃場菌類と呼ばれており、栽培時の環境中に生息し圃場において果実に着生し、水分活性が高い状態において増殖することを特徴としている²⁾。また、鮮度保持のためにイチゴ生産農家では収穫後の予冷の実施、イチゴおよびチェリーの流通過程においては消費地までの距離が遠隔になるほど温度および湿度管理が行われている。このときの推奨される保存条件として、イチゴ 0℃、相対湿度 90~95%、チェリーは -1~0℃、相対湿度 90~95% と報告されている³⁾。熱および乾燥に弱く生残率の低い *Botrytis*⁹⁾ が高率に分離されたことは、収穫後から流通までの過程におけるコールドチェーンによりカビの発育は抑制されているが、死滅することなく圃場でカビの着生状態のまま保存され、コールドチェーンから離れて発育に適した条件になると発育してくると思われる。したがって、食卓にあがるまでの温度および湿度管理が必要になるが、今回の調査のスーパーマーケットにおける販売形態は、室温によるものがほとんどであり、カビの発育を助長している。調査検体の中には、購入時にすでにカビの発育を認めたものもあったことから、販売時における制御が必要になるとと思われる。

今回のイチゴおよびチェリーから分離されたカビの中には、マイコトキシン産生性カビに属する *Penicillium*, *Fusarium* および *Alternaria* が含まれていることから、カビに汚染された果実を原料とした加工食品による健康被害に注意が必要と思われる。

2. イチゴおよびチェリーのパック単位でのカビ分離状況

イチゴ 10 パックにおけるカビの分離状況を Table 1 に示した。

イチゴでは、パック単位でのカビ発生率は、85~100%であった。菌種ごとの分離率は、*B. cinerea* および *Clado-*

sporium は 100%であった。各パック中のイチゴ粒単位の分離率は、*B. cinerea* では平均 77.9%、その範囲は 45~100%となっており、各パック中の 45%以上のイチゴ粒から分離され、高い発生率であった。*Cladosporium* では平均 36.1%、範囲 4~100%となっており、すべてのパックから分離されたが各パック中におけるイチゴからの分離率の平均は 36.1%で、*B. cinerea* よりも低く、パックにより分離率に幅があることが分かった。*B. cinerea* および *Cladosporium* は、品種および生産地の違いに関係なく共通して広く分布し、イチゴの表面上に発育可能なカビであることが考えられる。Tournas ら⁴⁾のワシントン DC 地域のスーパーマーケットで購入したイチゴを室温で保存した場合の真菌の分離の報告と比較すると、Tournas らの報告 (77%) と同様、*B. cinerea* が最も高い分離率であることは共通していたが、今回分離率が 2 番目に高かったのは *Cladosporium* であり、これは Tournas らの *Rhizopus* の分離率 (23%), *Cladosporium* の分離率 (5%) の報告とは異なっていた。この分離率の違いは、栽培から販売に至るまでの環境中の分布割合の違いあるいはイチゴの保管などの取り扱いの違いが要因と思われる。その 1 つに、イチゴ栽培が、日本国内ではハウス栽培を主体としているのに対し、米国では、露地栽培が主体であることから、栽培環境中のカビフローラの違いがあることが推察される。

チェリー 18 パックにおけるカビの分離状況を Table 2 に示した。チェリーでは、パック単位でのカビ発生率は 4~80%で、パックによりカビ発生率に差が認められた。菌種ごとの分離率は、*Alternaria* で最も高く 94%であった。各パックでのチェリー粒単位の分離率は、*Alternaria* では平均 29.3%、範囲 0~56%となっており、各パック中のチェリーからの分離率は、最大 56%でイチゴほど高くないがパック単位で見るとほとんどのパックから分離されることが分かった。

3. イチゴおよびチェリーから分離されたカビの菌株数および菌種数

イチゴ 1 粒から分離されたカビの菌株数は、1 株が最も多く 49.8%、2 株が 28.4%、最大分離菌株数は 5 株であった。分離された菌種数は、1 種類のものが 67.8%で最も多く次いで 2 菌種 21.8%であった (Table 3)。このことから、1 粒のイチゴに対して、同種のカビが、複数の箇所に発育してくることが多いことが分かった。

チェリー 1 粒から分離された菌株数は、分離株なしが最も多く 56.2%、1 株の場合が 38.5%であり、最大分離菌株数は 3 株であった。分離された菌種数は、1 種類の場合が 40.4%で最も多かった (Table 3)。したがって、チェリーでは、カビが発育してくる場合でも 1 粒に 1 菌種の場合がほとんどであることが分かった。

4. イチゴおよびチェリーにおけるカビ発育部位

イチゴを上部 (果柄のある側) と下部 (果柄のない側) における発育カビの菌株数を調べた。上部側では *B. cinerea* 107 株 (50.5%), *A. alternata* 26 株 (63.4%), *Cladospo-*

Table 3. Mold contamination of strawberries and cherries

Each item		Strawberries (n=211)		Cherries (n=441)	
		Contaminated items (%)	Contamination level* (range)	Contaminated items (%)	Contamination level* (range)
No. of isolated strains	0	1.4	0-15	56.2	20-96
	1	49.8	8-75	38.5	4-64
	2	28.4	13-39	5.0	0-24
	3	14.2	0-45	0.2	0-3
	4	5.2	0-31	0	
	5	0.9	0-5	0	
No. of isolated molds	0	1.4	0-15	56.2	20-96
	1	67.8	15-96	40.4	4-72
	2	21.8	4-50	3.2	0-14
	3	7.6	0-38	0.2	0-3
	4	1.4	0-8	0	

*Contamination level: Percent of contaminated items per sample

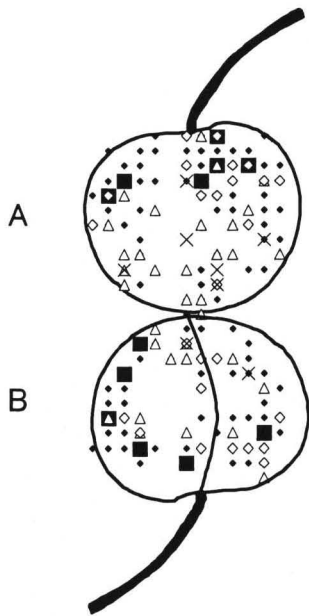


Fig. 1. Growth points of molds on cherries
◆, *Alternaria*; ■, *Cladosporium*; △, *Penicillium*;
◇, *Botrytis*; ×, Other mold
A, Swelling side; B, Denting side

rium 49 株 (41.9%), *Penicillium* 5 株 (45.5%), *Mucor* 3 株 (60.0%), *Pestalotiopsis* 2 株 (33.3%) および *Fusarium* 1 株 (100%), 下部側では *B. cinerea* 64 株 (30.2%), *A. alternata* 15 株 (36.6%), *Cladosporium* 44 株 (37.6%), *Penicillium* 6 株 (54.5%), *Mucor* 1 株 (20.0%), *Pestalotiopsis* 4 株 (66.7%) および *Fusarium* 0 株であった。このことから上部側にやや発育しやすい傾向が認められた。上部側はイチゴの最大の膨隆部位であることから、収穫からパック詰め時の取り扱いおよび他のイチゴとの接触を生じやすく、果皮の損傷を受けることによりカビの発育を助長させるためと思われる。

チェリー表面の表と裏の両面におけるカビ発育部位を Fig. 1 に示した。チェリーにおいては、接触が起きやすい膨隆部に発育しやすい傾向が認められた。これはイチゴと

同様に果実同士の接触、果実取扱い時の果皮の損傷によりカビの発育を助けているためと思われる。

果実粒単位のカビ発生率は、イチゴでは 98.6%、チェリーでは 43.8% で発生率に大きな違いが認められた。この要因の 1 つとして、チェリーの果皮がイチゴの果皮よりも硬く、平滑および不浸透性であることから、イチゴよりもカビの付着および侵入の防御能力が高いためと考えられる。Tournas ら⁴⁾による 4 種類のベリーの保存試験では、果皮が硬く、平滑なブルーベリーが、ストロベリー、ブラックベリーおよびラズベリーよりもカビと酵母の汚染率が低かったと報告している。

イチゴおよびチェリーが販売されるときは、通常、合成樹脂などのトレイに方向性を持って並べられて詰められていることが多い。そのため、果実同士の接触部位の損傷が生じやすく、抵抗性を弱めることによりその部位からのカビ発育を容易にしていると思われる。

文 献

- 1) Kuno, H. Shokubutsu No Byogai Teikosei Ni Tsuite (Disease resistance of plant), Kewpie News, **378**, 2-24 (2005).
- 2) Udagawa, S. Shokuhin No Kabi Osen To Kigai (Food-borne fungi and their health hazard), Tokyo, Saiwai Shobo, 2004, p. 111-117. (ISBN4-7821-0241-0)
- 3) Snowdon, A. L. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables, volume 1: general introduction and fruits, Florida, USA, CRC Press, Inc., 2000. (ISBN 0-8493-7101-5)
- 4) Tournas, V. H., Katsoudas, E. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. Int. J. Food Microbiol., **105**, 11-17 (2005)
- 5) Pitt, J. I., Hocking, A. D. Fungi and food spoilage, 2nd ed., Maryland, USA, Aspen Publishers, Inc., 1999, 593 p. (ISBN 0-8342-1306-0)
- 6) Klich, M. A. Identification of common *Aspergillus* species, Utrecht, The Netherlands, Centraalbureau voor

- Schimmelcultures, 2002, 116p. (ISBN 90-70351-46-3)
- 7) Ellis, M. B. Dematiaceous hyphomycetes, Wallingford, UK, CABI Publishing, 1971, p. 308-319 (ISBN 0-85198-618-8)
- 8) Ellis, M. B. More Dematiaceous hyphomycetes, Wallingford, UK, CABI Publishing, 1976, p. 325-344 (ISBN 0-85198-365-0)
- 9) 高鳥浩介. かび検査マニュアルカラー図譜, 東京, 株式会社テクノシステム, 2002, p. 285-391. (ISBN 4-924728-40-3)