—技術報告—

清涼飲料水中における病原細菌の生存率

藤浪良仁, 永金正考, 黒崎陽平, 櫻田宏一, 吉野峰生, 安田二郎

科学警察研究所

〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6-3-1

Viability of Pathogenic Bacteria in BeveragesYoshihito Fujinami, Masataka Nagakane, Yohei Kurosaki, Koichi Sakurada,
Mineo Yoshino and Jiro Yasuda*National Research Institute of Police Science**6-3-1 Kashiwanoha, Kashiwa, Chiba 277-0882, Japan**(Received 2 August 2009; accepted 26 November 2009)*

In 2004, the Food Safety Commission under the Cabinet Office of Japan decided to implement an evaluation of the risk of food poisoning by all species of bacteria that threatens the food supply. However, this statute was designed to protect food products from accidental and uncontrollable adulteration and not from the possibility of intentionally adulterated food products.

In this report, we evaluated the viability and proliferation of highly pathogenic bacteria, *Bacillus anthracis* spore form, *Bacillus anthracis* vegetative form, *Brucella melitensis*, *Francisella tularensis*, *Yersinia pestis*, and *Burkholderia pseudomallei*, when mixed into various food products. Among the beverages tested, the viability of all pathogenic bacteria, including the spores of *B. anthracis*, was retained in milk; but a carbonated drink containing vitamin C inhibited the viability of *B. anthracis* spores by 16%. In electrolyte replenishing beverages (ion supply drinks), *B. anthracis* spores retained 70% viability in contrast to the vegetative form, which retained only 1.7% viability. Furthermore, when the pathogenic bacteria were cultured on the surface of various processed food products, the risk of *B. pseudomallei* proliferation was demonstrated as well as the risk of *B. anthracis*. Also, when various pathogenic bacteria were introduced into ready-to-eat packaged curry and rice, the spores of *B. anthracis* remained viable under all conditions over a period of 30 days, indicating a high potential risk from this organism.

Thus, we demonstrated the risk of serious harm posed by various forms of food tampering that could be committed by persons with malicious intentions or by terrorists.

Key words: Food safety, Biological warfare, HASSAP, Drink, Viability

緒 言

近年、不安定な社会情勢からバイオテロの発生が危惧されている。2001年、米国において炭疽菌郵送事件が発生し、22名が発症して5名が死亡した¹⁾。古くは、1984年の選挙妨害を目的としたラジニシー教団によるサラダバーへのサルモネラ混入事件が有名である²⁾。日本においても、未遂に終わったものの、地下鉄サリン事件に先立って、オウム真理教によると思われる細菌テロ計画が報告されている³⁾。さらに、食品への異物混入がしばしば報道されているように、細菌が食料品へ混入される可能性も十分推測される。特に、大規模なスポーツイベントでの飲料水への意図的な混入の可能性については、その発生が危惧されている。

現在、日本の食品製造業の多くは、HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points, 危害分析重要管理点方式) の導入など、高い食品衛生レベルが維持されている。しかしながら、1996年の原因食材不明の腸管出血性大腸菌 O157:H7 による堺市学童集団下痢症事件、2002年の衛生管理不足による黄色ブドウ球菌エンテロトキシン A 型毒素による雪印乳業大阪工場食中毒事件など、細菌による汚染事故が発生している。このような食中毒事件等に対応するために、内閣府に設置された食品安全委員会は、2004年に食中毒によって健康被害が発生する菌量を菌種ごとにリスク評価することを決定した⁴⁾。しかし、これはバイオテロを目的とした炭疽菌のような病原細菌の人為的混入には対応していない。

食品テロに用いられる病原細菌の特性としては、致死性、潜伏期間、入手容易性、可搬性、安定性、実行犯の安全性、特定困難性が高いことが上げられるが、Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 米国疾病予防管理センター) が上位にカテゴライズしている病原細菌はこれらの特性を満たすものが多いにもかかわらず^{5,6)}、日常の飲食物中での挙動は殆ど報告されていない。Wein らは、牛乳供給過程にボツリヌス毒素を混入した場合、10 g で50万人以上に被害がおよび、死亡率は最悪の場合60%に達すると報告している⁷⁾。Xu らは、炭疽菌芽

胞が牛乳中でどのような条件の熱処理で死滅するかを詳細に検討している⁸⁾。このように、牛乳における僅かな研究報告があるものの、炭疽菌を含めた様々な危険性のある他の病原細菌の飲料水中 (食品) への混入時のリスク評価は殆ど認められない。

本研究では、食品テロを目的とした飲料水中への混入が危険視されている炭疽菌芽胞、炭疽菌栄養型、ブルセラ菌、野兔病菌、ペスト菌および類鼻疽菌等の病原細菌について、食品中でどのような安定性を示すのか、培養法による生存率の変化によってその評価を試みた。さらに加工食品における安定性についても若干の検討を行なった。

材料および方法

1 清涼飲料水および加工食品

清涼飲料水の種類は、牛乳、微炭酸ビタミン C (VC) 飲料、ウーロン茶およびイオンサプライドリンク 3 種 (以下 ISD-1, ISD-2 および ISD-3 とする) を用いた。加工食品の種類は、プロセスチーズ、ロースハム、高野豆腐、豆腐、大豆、切り餅およびジャガイモを用いた。さらに代表的なレトルト食品として、レトルトパックのカレールーおよび白飯を用いた。

2 病原細菌の調整

炭疽菌 (*Bacillus anthracis* PasteurII strain) は帯広畜産大学、ブルセラ菌 (*Brucella melitensis* RIMD0238001 strain) は大阪大学、野兔病菌 (*Francisella tularensis* SCHU strain) は大原病院大原研究所、ペスト菌 (*Yersinia pestis* P3-417 strain) および類鼻疽菌 (*Burkholderia pseudomallei* P3-66 strain) は岐阜大学、リステリア (*Listeria monocytogenes* Clinical isolated strain) および黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus* FDA209P strain) は岡山大学から、それぞれ分譲を受けたものを用いた。

炭疽菌および類鼻疽菌は好気条件下 BHI 寒天培地 (日水)、ペスト菌は微好気条件下10%馬脱繊維血 (日本生物材料センター) 加 BHI 寒天培地、ブルセラ菌は微好気条件下10%馬脱繊維血加ブルセラ寒天培地 (Difco)、野兔病菌は微好気条件下10%馬脱繊維血加ユーゴン寒天培地 (Difco) を用いて培養した。

炭疽菌芽胞は、効率よく芽胞を得るため芽胞化培地を用い4日間好気条件で培養し、位相差顕微鏡(Axioscope, Carl Zeiss, Germany)下で栄養型が観察されなくなるまで氷冷滅菌精製水で洗浄し調整した。全ての実験は科学警察研究所の病原微生物等安全委員会の承認のもと実施され、新感染症法にも遵じて行なわれた。

3 病原細菌の生存率に対する清涼飲料水の影響

CDCの分類で、カテゴリーAの炭疽菌、ペスト菌、野兎病菌、カテゴリーBのブルセラ菌および類鼻疽菌を用いた。対象菌株は、寒天培地を用いて純培養した数個のコロニーを、McFarland no. 1 (625 nmで約0.2の濁度に相当)の濃度になるように懸濁した。その菌液を4°Cに維持した各飲料水で10倍希釈し、細菌混入飲料水の最終濃度はMcFarland no. 0.1に調整した。ここから72時間後に菌液を採取し、10%FCS Eugon broth中、37°Cで24時間インキュベーター(Ymato, IS-61)で培養し、濁度を595 nm (PerkinElmer, ARVO mx-2)で測定した。その時の細菌用液体培地の吸光度を100%とし、それに対する吸光度の高低で、その清涼飲料水における各細菌種への影響を評価した。統計解析は、Unpaired two-tailed Student's *t* testを用い、危険率0.1%で行った。

4 清涼飲料水に炭疽菌栄養型を混入した時の4°Cおよび37°Cにおける経時的な生菌数の変化

炭疽菌は、BHI寒天培地を用いて純培養後、約 2×10^7 CFU/mlの濃度になるように滅菌水に懸濁した。その菌液を4°Cに維持したねじ付試験管中の各飲料水に100分の1量を混和し、菌液の最終濃度をヒトが肉眼で濁を感じない約 1.5×10^5 CFU/mlに調整した。ここから4°Cでは72時間、37°Cでは48時間のタイムコースで菌液を採取し、平板塗抹法によって計数した。また対照菌株としては、公衆衛生上問題となるリステリアを用い、最終濃度は濁を感じない約 2×10^6 CFU/mlに調製し同様にを行った。

5 加工食品における病原細菌の培養の可否

加工食品として、ジャガイモ、切り餅、大豆、豆腐、高野豆腐、ロースハムおよびプロセスチーズを対象試料とした。各試料を滅菌シャーレに無菌的に

設置し、各病原細菌を1白金耳量塗抹した。その後、37°Cで培養し、コロニーの有無を肉眼で確認した。ジャガイモはそのまま培養すると、土壌細菌等が同時に培養されたため、高圧蒸気滅菌処理して培養に用いた。

6 レトルト加工されたカレールーおよび真空パックされた白飯における病原細菌の生存日数

カレールーおよび白飯を約25 gずつ無菌的に分量し、炭疽菌芽胞、炭疽菌栄養型および対照菌として黄色ブドウ球菌を、約 1×10^8 CFU/mlの濃度になるように滅菌水に懸濁し、その菌液の100 μ lを均一に添加した。これを好気条件および嫌気条件下(未開封を想定)、37°Cで保温した。経時的に30日間滅菌綿棒で試料を採取し、平板塗抹法に適用し、コロニーの有無を肉眼で判定した。なお、対照菌とした黄色ブドウ球菌はヒトの常在菌であり、耐塩性・耐乾燥性・耐熱性などその耐久性から3大食中毒菌の一つであり、公衆衛生上重要な細菌であることからこれを用いた。

結 果

1 病原細菌の生存率に対する清涼飲料水の影響

最も生物テロへの使用が危惧される病原細菌は炭疽菌芽胞であるが、その他CDCのBioterrorism agentsとしてカテゴライズされている病原細菌についても検討した。その結果、Fig. 1に示すように、牛乳は、栄養要求性の高い細菌も含め、細菌用培地と比較して全ての細菌において安定して高い生存率を維持した。特に、ブルセラ菌および野兎病は、炭疽菌栄養型に対して有意な上昇を示した($p < 0.001$)。一方、微炭酸VC飲料は、全ての病原細菌に対して生存率の低下を示し、炭疽菌芽胞の発芽も16%以下に著しく抑制するなど、炭疽菌芽胞、炭疽菌栄養型および類鼻疽菌で強く有意な低下を示していた($p < 0.001$)。また、ウーロン茶においても、全ての病原細菌に抑制効果が現れ、最も顕著に生存率が低下したのはブルセラ菌であった($p < 0.001$)。

次に、同様の方法で、イオンサプライドリンク中の生存率への影響を検討した。Fig. 2に示すように、炭疽菌芽胞においては、ISD-1およびISD-2について有意な低下($p < 0.001$)を示し、ISD-3に

Fig. 1 Viability of pathogenic bacteria in milk, sparkling VC, and Oolong tea incubated at 4°C for 72 h. Data are expressed as mean $\pm$ SD ($n=3$). Viability was calculated relative to that in bacterial broth, which was considered the 100% viability control. *, $P<0.001$, compared to the bacterial broth value (unpaired two-tailed Student's t test). **, $P<0.001$, compared to the value of the *B. anthracis* vegetative form in milk (unpaired two-tailed Student's t test).

Fig. 2 Viability of pathogenic bacteria in ion supply drink (ISD) incubated at 4°C for 72 h. Data are expressed as mean $\pm$ SD ($n=3$). Viability was calculated relative to that in bacterial broth, which was considered the 100% viability control. *, $P<0.001$, compared to the bacterial broth value (unpaired two-tailed Student's t test).

においては、有意ではないものの低下が認められ、平均すると約70%であった。一方、炭疽菌栄養型は、何れのイオンサプライドリンクにおいても、著しく低下し ($p<0.001$)、平均1.7%と極めてその低下の程度が強かった。炭疽菌以外の細菌において、ブルセラ菌および野兔病菌においては、何れも有意な増減が現れなかったが、ペスト菌においては ISD-1 が有意に低下し ($p<0.001$)、類鼻疽菌においては ISD-3 中で有意に低下した ($p<0.001$)。

2 清涼飲料水に炭疽菌栄養型を混入した時の4°Cおよび37°Cにおける経時的な生菌数の変化

清涼飲料水を用いて、4°Cおよび37°Cにおける炭疽菌栄養型およびリステリアの生菌数の経時変化を平板希釈法により検討した。4°Cにおいて、炭疽菌生菌数は、牛乳およびウーロン茶において増減の顕著な変化は認められなかったが、微炭酸 VC 飲料においては、僅かながら減少傾向が見られた (Fig. 3-A, B, C)。一方、リステリアの生菌数は、牛乳中において72時間指数関数的に増殖し、逆に、微炭酸 VC 飲料の生菌数は、4°Cにも関わらず24時間まで急激に減少し、それ以降完全に死滅していた (Fig. 3-E)。またウーロン茶においては、炭疽菌とは異なり、減少傾向を示した (Fig. 3-F)。次に、37°Cの検討では、炭疽菌は、牛乳において4°Cとは逆に48時間指数関数的に増殖した (Fig. 4-A)。なお、炭疽菌が牛乳中で劇的に増殖していても、肉眼的所見には、着色や凝固など大きな変化は観察されなかった。微炭酸 VC 飲料では、経時的に減少し、 1.5×10^5 CFU/ml の濃度であったものが、48時間後には144 CFU/ml にまで減少していた (Fig. 4-B)。ウーロン茶においても、48時間経時的に減少し、その程度は微炭酸 VC 飲料よりも緩やかで、48時間後には約10分の1にまで減少した (Fig. 4-C)。一方、リステリアは、牛乳において12時間後に増殖ピークをむかえ、その後経時的に生菌数は減少した (Fig. 4-D)。肉眼的所見は、炭疽菌と同様に、着色や凝固など大きな変化は観察されなかった。微炭酸 VC 飲料においては、速やかに減少し、12時間後完全に死滅していた (Fig. 4-E)。さらに、ウーロン茶においても生菌数は減少したが、その程度は緩やかで、48時間後に完全に死滅した (Fig. 4-F)。

Fig. 3 Survival of *B. anthracis* and *L. monocytogenes* over time in milk, sparkling VC, and Oolong tea at 4°C.

3 加工食品における病原細菌の培養の可否

高圧蒸気滅菌したジャガイモにおいては、最も多くの細菌の培養が可能であり、炭疽菌および類鼻疽菌だけでなく、栄養要求性の高いブルセラ菌も増殖スピードが遅かったものの、増殖が認められた (Table 1). 切り餅、大豆、豆腐および高野豆腐については、炭疽菌および類鼻疽菌だけが増殖可能であった。ロースハムは類鼻疽菌以外に培養できず、栄養要求性の低い炭疽菌でさえ増殖できなかった。さらに、プロセスチーズは全ての細菌において増殖が認められなかった。

4 レトルト加工されたカレーおよび真空パックされた白飯における病原細菌の生存日数

Table 2 に、好気および嫌気状態における炭疽菌芽胞、炭疽菌栄養型および黄色ブドウ球菌の経時的

な生菌検出結果を示した。炭疽菌芽胞において、好気および嫌気いずれの条件下でも、両食品において30日間生菌が検出された。炭疽菌栄養型においては、好気条件下で、カレーの30日のみ検出されず、嫌気条件下では、両食品いずれにおいても3日間生菌が検出された。一方、対照の黄色ブドウ球菌は、好気条件下で、両食品において9日間まで生菌が検出され、嫌気条件下では、カレーでは6日まで、白飯では30日間生菌が検出された。

考 察

食品テロは、全ての人々に対し、健康被害とそれによる恐怖・不安を惹起させることが可能であり、現在の不安定な社会情勢において危惧されることから、その対策が求められている。本研究では、主に

Fig. 4 Survival of *B. anthracis* and *L. monocytogenes* over time in milk, sparkling VC, and Oolong tea at 37°C.

Table 1 Culture results of highly pathogenic bacteria on food products.

Food product	<i>B. anthracis</i>	<i>B. pseudomallei</i>	<i>B. melitensis</i>	<i>Y. pestis</i>	<i>F. tularensis</i>
Steamed potato	+	+	+	—	—
Rice cake slice	+	+	—	—	—
Boiled soybean	+	+	—	—	—
Bean curd	+	+	—	—	—
Freeze-dried bean curd	+	+	—	—	—
Roasted ham	—	+	—	—	—
Processed cheese	—	—	—	—	—

+ : positive; — : negative

致死性の高い病原細菌の飲料水中への添加実験を行ない、その危険性を評価するための指標として、生存率を中心に基礎的検討を行なった。また一部の加工食品における病原細菌の生存性についても検討を行なった。

市販の飲料水の牛乳・微炭酸 VC 飲料・ウーロン茶の 3 種類に、炭疽菌芽胞・炭疽菌栄養型・ペスト菌・ブルセラ菌・野兔病菌および類鼻疽菌の 6 菌種の生存率に対する飲料水の影響を比較したところ、特に微炭酸 VC 飲料が全ての細菌に対して強力な抑

Table 2 Viability of vegetative and spore forms of *B. anthracis* and *S. aureus* on food products incubated under aerobic and anaerobic conditions.

Food product	Incubation time (days)	<i>B. anthracis</i> (spores)	Pathogen <i>B. anthracis</i> (vegetative)	<i>S. aureus</i>	None
Aerobic conditions					
Curry roux	3	+	+	+	—
	6	+	+	+	—
	9	+	+	+	—
	30	+	—	—	—
Boiled rice	3	+	+	+	—
	6	+	+	+	—
	9	+	+	+	—
	30	+	+	—	—
Anaerobic conditions					
Curry roux	3	+	+	+	—
	6	+	—	+	—
	9	+	—	—	—
	30	+	—	—	—
Boiled rice	3	+	+	+	—
	6	+	—	+	—
	9	+	—	+	—
	30	+	—	+	—

+ : positive; — : negative

制作用を示し、耐久性の極めて強い細菌芽胞の生存率をも低下させた。その作用機序の詳細は不明であるが、VCが一部の細菌に対して抗菌作用を示すことが報告されており⁹⁾、今回用いた病原細菌にも同様に働いた可能性が推測される。一方、牛乳においては、全ての細菌において高い生存率を示したが、これは牛乳が血液に近い組成であり、乳タンパク質、乳脂肪、乳糖、無機質およびビタミン等を豊富に含有するためと推測される。特に、難培養細菌といわれるブルセラ菌および野兎病菌においては、細菌用培地に比べ有意に生存率が高かったことは、これらの細菌が血液要求性の高い細菌であることと矛盾しないと考えられる。さらに、3種類のイオンサプライドリンクにおける病原細菌の生存率について検討したところ、最も顕著であったことは、炭疽菌が芽胞であるか栄養型であるかによって生存率が著しく異なることであった。すなわち、芽胞形成は物理化学的に極めて安定であることが改めて明らかとなり、また栄養型では耐久機能の乏しいことが再確

認された。炭疽菌以外の細菌において、ブルセラ菌および野兎病菌は、何れも有意な増減が現れなかったが、ペスト菌はISD-1において有意に低下し、類鼻疽菌はISD-3において有意に低下した。これらの低下について推測するところでは、前者は特異成分としてローヤルゼリーおよび海藻エキスを含有しており、後者は、オクタコサノール含有米胚芽抽出物および高濃度のCa²⁺、Mg²⁺を含有していることから、これらの特異成分が何らかの形でその低下に関与した可能性が考えられる。

次に、炭疽菌栄養型の生菌数の経時変化をコロニー形成法によりリステリアと比較した。その結果、4°Cにおける微炭酸VC飲料において、リステリアが24時間でほぼ死滅していたのに対し、炭疽菌栄養型は、72時間で緩やかな低下を示した程度で、VCの抗菌活性が効果的に働いていない可能性が推測された。一方、細菌の至適増殖温度である37°Cにおいて、炭疽菌栄養型の生菌数は、微炭酸VC飲料中において48時間で1000分の1にまで減少し、ウー

ロン茶においても4°Cと比較し、その減少の程度が大きいことから、これまでに報告されているように^{9,10)}、VCあるいはカテキンの抗菌作用が、37°Cでは効果的に作用している可能性が推測された。

さらに、日常我々が口にしている様々な食料品において、病原細菌が培養可能か否か検討を行なった。その結果、ジャガイモにおいて炭疽菌はこれまでに報告されているように十分な増殖を示し¹¹⁾、さらに、類鼻疽菌およびブルセラ菌についてもジャガイモは生存環境として好条件であることが示唆された。一方、プロセスチーズにおいて、全ての細菌は増殖が認められず、チーズが含有する乳酸菌産生の抗菌物質バクテリオシン (Bacteriocin) や酸性物質等が、これら病原細菌の抑制に対して有効に作用した可能性が推測される¹²⁾。一般に、炭疽菌および類鼻疽菌は、栄養要求性が低いことが知られているが^{13,14)}、本研究において、炭疽菌は防腐加工されたロースハムおよびプロセスチーズで増殖できず、類鼻疽菌はロースハムでは増殖が可能であった。これは、ロースハム中の高い塩分濃度・亜硝酸Na等の抗菌物質が、炭疽菌の抑制に効果的に作用した可能性が推測され、一方、類鼻疽菌は多剤排出ポンプを発現して、広域の抗菌物質に対して自然耐性であることが報告されており¹⁵⁾、その機能がロースハム中の抗菌物質の排除に寄与し、増殖できた可能性が推測される。このように、加工食品における増殖性の検討により、炭疽菌だけでなく類鼻疽菌の危険性が明らかとなった。また、ブルセラ菌は栄養要求性が高いことが知られており¹⁶⁾、今回ジャガイモにおいて増殖が確認されたが、コロニー形成時間が倍以上かかっていたことから (data not shown)、培養条件としては十分なものではないと推測される。さらにペスト菌はCa要求性ではあるものの、栄養要求性が低いとされているが¹⁷⁾、Caが豊富に存在する大豆を含めた全ての食品において増殖せず、他の成分の栄養要求性の存在が示唆された。

最後に、レトルトパックのカレールーおよび白飯における炭疽菌の残存性は、炭疽菌芽胞がガス条件および食材に関わらず、その残留性は30日間全く落ちず、その危険性は維持される可能性が明らかとなった。一方、炭疽菌栄養型では経時的に菌数を減ら

す傾向が認められたが、好気条件の白飯において、30日後も塗抹領域全域にコロニーが認められ、高確率で芽胞化が引き起こされることが示唆された。また、比較に用いた黄色ブドウ球菌では、嫌気条件下の白飯において30日間生菌が検出されたものの、炭疽菌栄養型添加試料からは検出されないことから、芽胞形成が起きていないことが推測された。

本研究により、病原細菌が飲食物に混入された時の生存率がその組み合わせで異なることが明らかになった。食品バイオテロでは、病原細菌の病原性だけでなく各種環境下で高い生存率を維持できることが重要となってくる。よって今後も更なる検討が行なわれ、可能な限り想定される危険性を発生前に掌握し、有事の際の事前対策とともに、食物テロの抑止力となることを期待する。

謝 辞

本研究を行うにあたり菌株を供与下さいました、帯広畜産大学の牧野壮一教授、大原病院大原研究所の藤田博己先生、岡山大学の小熊恵二教授に深く感謝いたします。

文 献

- 1) Higgins, J. A., Cooper, M., Schroeder-Tucker, L., Black, S., Miller, D., Karns, J. S., Manthey, E., Breeze, R. and Perdue, M. L.: A field investigation of *Bacillus anthracis* contamination of U.S. Department of Agriculture and other Washington, D.C., buildings during the anthrax attack of October 2001. *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**, 593–599 (2003).
- 2) McDate, J. E. and Franz, D.: Bioterrorism as a Public Health Threat. *Emerg. Infect. Dis.*, **4**, 493–494 (1998).
- 3) Tim Ballard, Jason Pate, Gary Ackerman, Diana McCauley, and Sean Lawson.: Chronology of Aum Shinrikyo's CBW Activities., (2001), http://cns.miiis.edu/reports/aum_chrn.htm
- 4) 内閣府食品安全委員会：食品により媒介される微生物に関する食品健康影響評価指針。(2004) <http://www.fsc.go.jp/senmon/biseibutu/hyou>

- ka-sisin.pdf
- 5) Darling, R. G., Catlett, C. L., Huebner, K. D. and Jarrett, D. G.: Threats in bioterrorism. II: CDC category A agents. *Emerg. Med. Clin. North. Am.* **20**, 273–309 (2002).
 - 6) Moran GJ.: Threats in bioterrorism. II: CDC category B and C agents. *Emerg. Med. Clin. North. Am.*, **20**, 311–30 (2002).
 - 7) Wein, L. M. and Liu, Y.: Analyzing a bioterror attack on the food supply: the case of botulinum toxin in milk. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.*, **102**, 9984–9989 (2005).
 - 8) Xu, S., Labuza, T. P. and Diez-Gonzalez, F.: Thermal inactivation of *Bacillus anthracis* spores in cow's milk. *Appl. Environ. Microbiol.*, **72**, 4479–4483 (2006).
 - 9) Zhang, H. M., Wakisaka, N., Maeda, O. and Yamamoto, T.: Vitamin C inhibits the growth of a bacterial risk factor for gastric carcinoma: *Helicobacter pylori*. *Cancer*, **80**, 1897–1903 (1997).
 - 10) Kim, S., Ruengwilysup, C., and Fung, D. Y.: Antibacterial effect of water-soluble tea extracts on foodborne pathogens in laboratory medium and in a food model. *J. Food Prot.*, **67**, 2608–2612 (2004).
 - 11) 林 英生, 岩本愛吉, 神谷 茂, 高橋秀実: ブラック微生物学. p15, 丸善, 東京 (2001).
 - 12) 宮本 拓, 守中 修, 松本博志, 片岡 啓, 睦宗洙: 食品汚染細菌に対して抗菌活性を示す乳酸菌の分離とその抗菌特性. 岡山大学農学部学術報告, **87**, 163–167 (1998).
 - 13) 宇田川俊一: 微生物汚染事例・現場検査法 Q & A 集. p112, 株式会社サイエンスフォーラム, 東京 (2005).
 - 14) 吉田真一, 柳 雄介: 戸田細菌学 改訂32版. p505, 南山堂, 東京 (2002).
 - 15) Chan, Y. Y., Bian, H. S., Tan, T. M. C., Mattmann, M. E., Geske, G. D., Igarashi, J., Hatanono, T., Suga, H., Blackwell, H. E., and Chua, K. L.: Control of quorum sensing by a *Burkholderia pseudomallei* multidrug efflux pump. *J. Bacteriol.*, **189**, 4320–4324 (2007).
 - 16) 吉田真一, 柳 雄介: 戸田細菌学 改訂32版. p514, 南山堂, 東京 (2002).
 - 17) 吉田真一, 柳 雄介: 戸田細菌学 改訂32版. p565, 南山堂, 東京 (2002).