

アサマNEWS

パートナ

2015-9 No. 168

食品の微生物変敗と 防止技術

(7) 納豆の微生物変敗と防止技術

1. はじめに

納豆は大別して、糸引納豆と塩納豆に分けることができる。糸引納豆とは、蒸した大豆に納豆菌 (*Baillus subtilis natto*) を接種し、適温に保ち、繁殖・発酵・熟成を行って製造するもので、塩納豆は *Aspergillus oryzae* を蒸した大豆に接種繁殖させ、塩漬けて耐塩性酵母、乳酸菌等を利用して熟成して造ったものである。一般には納豆と称するものは糸引き納豆であり、全国的に普及しておりその生産量も多い。塩納豆は浜納豆、大徳寺納豆等であり、その生産量は少ない。

2. 納豆の微生物による変敗

2. 1 糸引き納豆の変敗

納豆製造にあたっては、活性の高い選択された種菌（高橋菌、成瀬菌、三浦菌と呼ばれる三種の菌が市販されている）を接種し、発酵条件、ことに温湿度条件などの適正な管理に注意が払われる。納豆製造工場は小規模な事業所が多く、製造設備、充填、発酵、熟成管理には不備点が多くあり、実際の製造工場では変敗納豆が多く製造されている。またアンモニアの生成は、製品の品質低下と深く関わっているため、納豆の熟成、品質保持のための重要な指標とされている。さらに納豆の表面に発生する白色生成物はチロシンであり、カビと間違われやすい。しかし納豆の変敗の大部分は微生物によるものであり、その原因はほとんど製造工場からの、従来の工場殺菌剤で殺菌できなかった二次汚染菌によるものが多い。このため、工場を従来の工場殺菌剤と全く殺菌機構の異なるオゾン水で洗浄、殺菌することは極めて有効である。

現在わが国で使用されている納豆用原料大豆は、54%が中国産、32%が米国・カナダ産、14%が国産であるので、品質評価の対象になる大豆は輸入大豆である。一般的には納豆には1g当たり10億に近い納豆菌が付着しているため、他の微生物は増殖することはないと考えられてきたが、納豆中に大腸菌群等のグラム陰性菌や納豆菌以外 *Bacillus* 属細菌の増殖が認められ、変敗の原因となっている。この他に、二次汚染された微生物により納豆菌が全く増殖できない場合がある。いわゆる素豆と呼ばれる糸を全く引かない納豆である。納豆の発酵は40℃で行われるために、グラム陰性

細菌や納豆菌以外 *Bacillus* 属細菌の増殖至適温度と一致する。また蒸煮した大豆に納豆菌を接種し、これを容器に充填する工程での二次汚染による変敗が多い。このため充填に使用する器具・機械の洗浄、殺菌、従業員の手指の洗浄、殺菌が行われている。それにもかかわらず納豆の変敗が多発している。

2. 2 糸引き納豆菌バクテリオファージによる変敗

糸引き納豆の変敗には二大変敗菌がある。一つは納豆菌バクテリオファージによるもので、糸引き納豆の糸を引かないか、糸引きが不十分な場合がある。いわゆる素豆と言われる現象である。ファージ菌の感染により納豆菌が生成する粘質物である γ -ポリグルタミン酸が分解され、粘度が低下する。納豆菌のファージに対する宿主範囲は広く、分離されたファージは全ての納豆菌を侵すので、比較的特異性の狭いファージであると考えられる。わが国には納豆菌バクテリオファージに抵抗性を示す菌株はないので、ファージ汚染対策として最も実用的な、ファージ抵抗性株を利用したローテーション法は採用することはできない。実際には2～3種類の納豆菌がブレンドされている場合が多いが、これは風味などに寄与するものであり、ファージ対策にはならない。これは一つの工場で採用される納豆菌が限定されるためであり、新しい納豆菌が開発されればファージ抵抗性が認められる可能性がある。表1に糸引き納豆のバクテリオファージによる変敗を示した。

表1 糸引き納豆のバクテリオファージによる変敗

変敗の現象	原因微生物	汚染源
糸を引かない	ファージ	床、側溝、機械
糸切れ	ファージ	床、側溝、壁、天井
糸引きが少ない	ファージ	床、側溝、壁、天井
糸切れが早い	ファージ	床、側溝、機械、下水
糸がすぐ切れる	ファージ	床、側溝、壁、天井

納豆のファージ汚染は、ファージの純粋分離により確認するが、その程度は納豆中のファージ量で決定される。製造直後の納豆ではファージが分離できなくても1週間後又は2週間後に検出されることがある。ファージが検出されなかったのはいないのではなく、濃度の低いことによる。これは糸引き現象の程度により判定できる場合もある。

納豆菌バクテリオファージの検出方法は、一定量の納豆を一定量の滅菌水にそのまま懸濁させて上澄み液の一部を取り、3～5段階に希釈して、納豆 ($1.0 \times 10^8/\text{ml}$) と混合させ、ブイヨン寒天培地で培養する。溶菌斑の有無を調べて、溶菌斑が形成されていれば繰り返し操作を行い純化する。

簡単に行うには糸引き性を失った納豆を試料とし、スポ

ット試験法でファージ検出を行う。溶菌斑形成法においてファージを加えることなく対照菌 (*Bacillus natto* Naruse) だけをスポットし、その上に被検液を1滴スポットして37℃で培養し、20時間培養後スポットした部分の溶菌の有無を検討する。被検液は、試料納豆を無菌水で洗浄した洗浄液の遠心分離上澄み液及び試料納豆を37℃、20時間培養してファージを増強したものの洗浄液の遠心分離液を用いる。

浸漬工程においては、洗浄した大豆を2.5～3.0倍の水に浸漬するが、浸漬時間は原料大豆により異なる。一般的には夏で10～12時間、冬は18～24時間浸漬すると体積は約2倍となる。この間におけるファージの汚染は全く認められず、乳酸菌による汚染が認められた。

蒸煮工程は圧力釜を用いて行うが、圧力は1.0～1.4kg/cm²、約30分間程度で指で大豆がつぶれる程度に行っている。この工程におけるファージの汚染は全く認められなかった。

納豆菌の接種工程は蒸煮大豆130kgに対して2～5gの市販納豆菌を2～5Lの煮沸殺菌した水に懸濁させ、この液を蒸煮大豆の品温が80℃程度になった時に自動噴射装置で噴射、接種して混合する。この工程において一部床よりファージが検出された。

容器への充填工程とは接種蒸煮大豆を容器に盛り込む工程であり、機械詰の自動充填であるが二次汚染菌の最も多い工程であり、多くのファージが床及び機械より検出された。

また作業現場の溜まり水、排水口の泥よりファージが検出された。発酵工程は盛り込んだ容器を仕入箱に並べ、35℃の室に入れて発酵させる工程であるが、納豆菌は35℃、80～90%の湿度に保つと1～2時間で生育を始め、6時間で品温が上昇し、10～12時間で発熱量が最高となり、50℃を超えるために温度、湿度を下げる。このためファージの増殖が早く、発酵室では床よりファージが検出された。発酵は15～18時間行い、その後放冷、冷却室で放冷、冷却を行い製品とするがこの工程におけるファージの検出は認められなかった。

全国的に納豆工場のファージ汚染を調べた結果、約5割の工場で汚染が確認された。各工場からファージを単離し、抗血清による中和、宿主域、その他一般的諸性質を検討した結果、2種類のファージに分類された20)。その一種は、濁ったプラークを形成するファージで780×780Åの頭部と110×2050Åの非収縮性尾部とからなる溶原性ファージで他種は900×900Åの頭部と220×2000Åの収縮性尾部とからなる毒性ファージであった。

オゾン水による納豆菌バクテリオファージの不活化を検討した。オゾン水濃度は0.3～10ppmで行い、処理時間は30～180秒で行った。

オゾン水濃度1.0ppm、120秒接触で納豆菌バクテリオファージ量 3.2×10^7 /gは不活化した。2.0～10.0ppm接触ではいずれも30秒接触で不活化した。しかし0.3、0.5ppm濃度では接触時間を延長しても不活化しなかった。

ファージが検出された納豆菌の接種工程、容器への充填工程、発酵工程の床等の洗浄に0.5～1.0ppmオゾン水を用いて3か月間散布した結果、いずれの工程においてもファージは検出されなかった。

納豆菌 (*Bacillus natto*) を用いる納豆製造では、バクテリオファージの汚染は、納豆が全く糸を引かないので納豆は製造することはできなくなる。一度発生すると、ファージ汚染は継続するので何らかの方法によりファージを不活化しない限り、その汚染は止まることがないので廃業とな

る場合が多い。

これはファージ対策が、予防的なものばかりで積極的にファージを不可化する方法や薬剤がほとんどないことによる。

食品関連バクテリオファージの汚染はチーズ工場、牛乳工場、ヨーグルト工場、ピクルス工場、清酒工場で発生し、宿主菌は乳酸菌が多い (*Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* *Lactococcus lactis*)。

バクテリオファージは熱に弱く、60℃、10分間で失活する。したがって、ファージ汚染が起きたら、各製造工程を熱湯消毒する。ファージは下水より多く検出されるので、下水の管理は重要である。これまで多くの納豆工場では熱湯消毒装置が配置されてきた。

2. 3 乳酸菌による変敗

糸引き性が失われる原因は上記のバクテリオファージと乳酸菌である。これが糸引き納豆の二大変敗菌の一つである乳酸菌である。乳酸菌による素豆生成原因菌は、圧倒的に工場の床や側溝より多く検出される *Leuconostoc mesenteroides* 等のヘテロ型の乳酸菌が多い。工場内での最大の汚染源は浸漬タンクであり、浸漬タンクのオーバーフロー水によるタンク内の乳酸菌が流下して床を汚染する。これが従業員の靴等に付着して工場内を汚染する。

糸引き納豆の糸引き不良は製造工程で汚染された *Leuconostoc mesenteroides* が原因菌である。本菌はヘテロ型であり生成する乳酸は全てD-乳酸である。細胞壁ペプチドグリカンが全てリジン型であり、アラニン、セリン、グリシンのモノ～テトラペプチドである。乳酸菌は通性嫌気性菌に属しチトクローム系の呼吸鎖やカタラーゼなどのヘムたんぱく質合成能を有さないことから、分子状酸素をエネルギー代謝に直接利用できなく、むしろ乳酸菌は酸素に接触すると過酸化水素、スーパーオキシドラジカル、ヒドロキシラジカルなどの活性酸素を生成して菌体に損傷を与えるので、乳酸菌にとって酸素は好ましいものではない。しかし食品が乳酸菌により変敗するのはほとんどが好気的条件下である。乳酸菌はその代謝活性が増殖性の外に乳酸、酢酸、蟻酸等の有機酸やアルコール、アセトアルデヒド、ジアセチル、アセトイン等の香気物質の生産と密接に関連している。

乳酸菌による糸引き納豆の変敗を表2に示した。

表2 糸引き納豆の乳酸菌による変敗

変敗の様相	原因微生物	汚染源
糸を引かない	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	床、側溝、機械
糸切れ現象	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	床、側溝、機械
糸引き少ない	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	床、側溝、機械
酸臭	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	床、側溝、機械
酸味	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	床、側溝、機械

2. 4 納豆菌以外の *Bacillus* 属細菌による変敗

納豆菌以外の *Bacillus* 属細菌の納豆の変敗も多い。*Bacillus subtilis* による赤褐変及び糸だま (節) ができる現象、*Bacillus cereus* や *Bacillus pumilus* による糸引き性減少、糸だま生成現象、*Bacillus licheniformis* や *Bacillus coagulans* による糸だま生成及び酸臭生成現象が生成して糸引き納豆変敗の原因となっている。納豆菌以外の *Bacillus* 属細菌の納豆の変敗現象を表3に示した。

表3 *Bacillus*属細菌の納豆の変敗現象

変敗の様相	原因微生物	汚染源
赤褐変、糸だま	<i>Bacillus subtilis</i>	大豆、床、機械
糸引き減少、糸だま	<i>Bacillus cereus</i>	側溝、床、機械
糸だま、赤褐色	<i>Bacillus pumillus</i>	壁、床、機械
糸だま、糸不均一	<i>Bacillus licheniformis</i>	壁、床、機械
酸臭、糸だま	<i>Bacillus coagulans</i>	壁、機械、発酵室

納豆菌以外の *Bacillus* 属細菌の納豆の変敗現象は圧倒的に糸だま（節）の生成による変敗が多い。

2. 5 *Clostridium* 属細菌による変敗

嫌気性細菌による変敗は *Clostridium* 属細菌によるドブ漬臭、有機酸臭、消毒臭による変敗が多い。

Clostridium 属細菌による納豆の変敗を表3に示した。

表3 *Clostridium* 属細菌による納豆の変敗

変敗の様相	原因微生物	汚染源
ドブ漬臭	<i>Clostridium butylicum</i>	床、機械、側溝
有機酸臭	<i>Clostridium sp</i>	床、機械、側溝
消毒臭	<i>Clostridium sp</i>	床、機械
糞便臭	<i>Clostridium sp</i>	床、機械、側溝
団子状	<i>Clostridium sp</i>	床、機械

文献

- 1) 藤井久雄、沖那子、牧原ミヨ子、芥子淳子、武谷立子：納豆菌による粘質物の生成に関する研究（第7報）、納豆菌ファージの分離とその一般的性質、農化、41, 39-43（1967）
- 2) Hongo, M. and Yoshimoto, A.: Bacteriophage of *Bacillus Natto*, Part II. Induction of γ -polyglutamic acid depolymerase following phage infection, *Agr. Boil. Chem.*, 34, 1047-1054（1970）
- 3) Hongo, M. and Yoshimoto, A.: Bacteriophage of *Bacillus Natto*, Part III. Action of phage-induced γ -polyglutamic acid depolymerase on γ -polyglutamic acid and the enzymatic hydrolyzates, *Agr. Boil. Chem.*, 34, 1055-1063（1970）
- 4) 内藤茂三：月刊食品工場長、糸引き納豆工場のオゾン殺菌、39, 22, -24（2000）
- 5) 内藤茂三：糸引き納豆の納豆菌バクテリオファージによる素豆生成とオゾンによる防止に関する研究、愛知「食品工技年報」、38, 44-49（1997）
- 6) 野村真康、細田淳子：アミラーゼ生産菌（*Bacillus subtilis*）の溶菌現象に関する研究（第3報）、Autolysinの若干の性質について、農化、30, 233-237（1956）
- 7) 里村幸男、岡田茂孝、福本寿一郎：微生物の生産する溶菌性物質に関する研究（第1報）、*B. subtilis* 属細菌の培養濾液中に集積するリゾチム様酵素について、農化、31, 281-284（1957）
- 8) 吉本明弘、野村繁幸、本江元吉：納豆菌ファージ（第4報）、納豆製造工場のファージ、醸工、48, 660-668（1970）
- 9) 内藤茂三：納豆、食品変敗防止ハンドブック、p237-242、食品腐敗変敗防止研究会編、サイエンスフォーラム（2006）

（内藤茂三 食品・微生物研究所）

耐熱性好酸性菌

Alicyclobacillus とその対策

Alicyclobacillus 属菌は、近年、飲料業界で大きな問題となっている「耐熱性好酸性菌」（Thermo-Acidophilic Bacilli）の一つで、略してTABとよばれている。その名のとおり、pH 2～6という酸性域で生育する耐熱性の細菌である。果汁飲料など、酸性飲料の多くは、ホットパックによる加熱殺菌が行われているが、一般的芽胞菌（主に *Bacillus* 属菌）の場合は、芽胞が生残したとしても果汁のような酸性環境では生育が困難なので変敗することは極めて稀である。しかし、*Alicyclobacillus* 属菌は、耐熱性芽胞菌であると同時に好酸性であることから、果汁飲料のような低pHの条件下でも変敗を引き起こすことになる。

Alicyclobacillus 属菌が初めて分離されたのは1967年で、分離源は温泉であった。当時は *Bacillus acidocaldarius* と命名された。これらの菌が注目され始めたのは1982年で、変敗したリンゴジュースから本菌が分離されたことによる。そ

れ以降、1987年には *Bacillus acidoterrestris*¹⁾ と *Bacillus cycloheptanicus*²⁾ が同類の新菌種として記載された。国内においても1990年、缶詰飲料において異臭を生成する芽胞菌について報告された³⁾。その後のrRNAの塩基配列の比較解析の結果から新しい属として *Alicyclobacillus* 属が提案され⁴⁾ 近年、わが国においても果汁や酸性飲料での汚染例が多く報告されるようになった。

Alicyclobacillus 属菌

Alicyclobacillus 属に属する細菌種は、現在、23種が挙げられている。*Alicyclobacillus* 属菌の一般的な菌体の大きさは0.3～0.8×2.0～4.5 μ mで通常卵型の芽胞を有するグラム陽性の耐熱性、好酸性の偏性好気性桿菌で、土壤中に多く生存している。生育温度域は20～70℃と幅広いが、特に42～60℃が最適生育温度とされている。生育pH域は先述したように、pH 2～6で、特に最適pHは3.0～5.0であることから中性域では増殖できない。芽胞の耐熱性は通常、D値が90℃で10分以上とされている。D値とは、「致死効果のある一定温度で加熱したときに生菌数を1/10に減少させるのに必要な時間」のことである。したがって、通常の果汁に対する加熱殺菌では殺菌できない。

Alicyclobacillus 属菌のなかには、異臭の原因となるオフフレーバーを生成する菌も知られている。このオフフレーバーは、*Alicyclobacillus* 属菌が果汁に含まれているフェルラ酸からパニリン酸を経て、グアヤコールを生成するためである⁵⁾。グアヤコールのほかに、2,6-ジプロモフェノールなどの異臭を生成することも知られている。国産果汁飲料の4.3%、輸入果汁の11.7%から *Alicyclobacillus* 属菌が分離されている⁶⁾ ことから、果汁飲料における変敗は大きな関心事となっている。果汁の変敗に関与する主な *Alicyclobacillus* 属菌は、*A. acidoterrestris*、*A. acidocardarius*、*A. cycloheptanicus* で、特に *A. acidoterrestris* が良く知られている。

A. acidoterrestris は略してAATと呼ばれることがある。細胞の端に近いところに卵円形の芽胞を有し、pH2.2～5.8、35～55℃の範囲内で生育する。なお、生育最適温度は、42～53℃である。pH4.0、50℃で培養すると6日ほどでコロニーを形成する。コロニーの周辺部は正円形、扁平な白色クリーム状で透明性を有する。特徴的なことは食塩濃度が5%以上では生育不能になることである。

A. acidocaldarius は形態的には比較的短めの連鎖を形成し、芽胞は細胞の端よりのところに位置している。芽胞は一般の芽胞に較べると易熱性で86℃、10～12分の加熱により、全芽胞の50%は死滅するといわれている。pH 2～6、45～70℃の範囲内で良好な生育が見られる。生育コロニーの特徴としては周辺部は不正円形で扁平な色素のないコロニーを形成することが知られている。

A. cycloheptanicus は細胞の端よりに長さが1 μ mもある巨大な卵円形芽胞を形成するのが特徴である。コロニーは正円形、白色クリーム状で透明感がある。pH3.0～5.5、40～53℃の範囲内で生育する。本菌の特徴の一つに栄養要求があり、メチオニン、ビタミンB₁₂、パントテン酸およびイソロイシンが無いと培地では生育することができない。しかし、通常、培地に添加されるアミノ酸、ペプトンの場合には十分な生育が認められる。

Alicyclobacillus 属の検査

Alicyclobacillus 属は先述したように好酸性菌であることから、培地のpHが低くないと生育できない。したがって、

食品の微生物検査で一般的に用いられている標準寒天培地、トリプチケースソーイアガー（TSA）ブレインハートインフュージョンアガー（BHA）などではそのままでは生育することはできないが、pHを5.8以下に調整することにより生育が可能となる。

pHを調整するには酸を培地に加えることが必要となるが、どのような酸を加えても良いということではない。現在のところ、pH調整には塩酸は適切ではなく、硫酸、リンゴ酸、クエン酸などが適しているといわれている。また、培養法には混釈法、表面塗沫法、MF（メンブランフィルター）法があるが、塗沫法のほうが回復率や生育が良好であることが報告されている。わが国では表1、表2に示した培地で45℃、3～5日間の培養がAlicyclobacillus属の培養に適しているとされている。

食品から本菌を分離・培養するにはAlicyclobacillus属の性状に合わせた培養法を適用すればよい。すなわち、培養前に芽胞に対するヒートショックと芽胞以外の微生物の殺菌を兼ねた加熱処理を行う。一般的には80℃、10分間の加熱処理が行われるが、Alicyclobacillus属の場合には70℃、20分間の加熱処理の方が発芽率が良く、効率的な分離が行える。MF法では、滅菌水で希釈した試料を0.45μmの滅菌済メンブランフィルターでろ過し、このメンブランフィルターをYSG培地などの表面に貼付し、培養する方法で行われる。分離された芽胞菌がAlicyclobacillus属細菌であることを確認するには、50℃以上、pH4.0未満での生育およびpH7.0で生育しないことを確かめることで推定することが可能であるが、種のレベルでの確認にはPCR法などによる遺伝子解析による同定を必要とする。

抑制方法

Alicyclobacillus属細菌が果汁や酸性飲料で問題となるのは、本菌が高酸性の条件下で生育することだけでなく、耐熱性を有するからである。表3はA. acidoterrestris芽胞の耐熱性について示したものである。食品の種類によって多少ばらつきがみられるが、90℃前後で加熱した場合、D値は10～20分、95℃前後で加熱した場合は1～5分である。このD値からも分かるようにA. acidoterrestris芽胞の耐熱性はBacillus stearothermophilusのような強い耐熱性を有せず、むしろ易熱性の芽胞といえよう。しかし、果汁や酸性飲料で通常行われている殺菌条件ではそれらの芽胞が生残するおそれが十分にあるので変敗を起こす原因になる。

Alicyclobacillus属細菌による変敗を抑制するには、加熱殺菌に加えて保存料を添加することによって保存性を高めることが必要となる。本菌を抑制するには安息香酸が効果的であるが、合成保存料であることから敬遠される。また、ナイシンにも効果があるとされているが、使用が許可されていない。酸性飲料の保存性向上を図る目的から利用されているシュガーエステル類は、一般の芽胞菌に対しては抑制効果を有するが、Alicyclobacillus属菌に対してはあまり効果のないことが報告されている。また、実験的には、次亜塩素酸ナトリウム液により芽胞が死滅することが知られて

いるが、実際の食品に付着しているものに対してはあまり効果がないとされている。

天然物由来のものとして、本菌はBacillus属菌と類縁の菌であることからリゾチムなどグラム陽性菌に対して有効な物質が効果を有することが期待される。実際、果汁にリゾチムを加えることによりD値が短縮されたことが報告されている。また、大麦や小麦由来のペプチドであるα-チオニンがAlicyclobacillus属菌に対して殺菌作用を示すことが報告されている⁷⁾。果汁にα-チオニンを20μg/mlとなるように添加した場合、本菌の増殖が抑制される。α-チオニンはトリプシンによって加水分解されることから、α-チオニンが含まれている食品を摂食してもα-チオニンは分解されるので腸内細菌はほとんど影響を受けないとされている。しかし、培養動物細胞の増殖を阻害することが知られており、安全性の確認が必要と思われる。一方、でんぷん由来の1,5-D-アンヒドロフルクトースは褐変抑制効果を有する安全性の高い物質であるが、果汁に加えることにより、Alicyclobacillus属菌の増殖を効果的に抑制することが報告されており、果汁飲料の変敗対策として利用が期待される。

参考文献

- 1) Deinhard, G. et al., Syst. Appl. Microbiol. 10, 47-53 (1987)
- 2) Deinhard, G. et al., Syst. Appl. Microbiol. 10, 68-73 (1987)
- 3) 丹波源廣ら, 果汁協会報 No. 405, 31-42 (1991)
- 4) Wisotzkey, J. W. et al., J. Syst. Bacteriol. 42, 263-269 (1992)
- 5) Rosazza, J. P. N. et al., J. Industrial Microbiol. 15, 457-471 (1995)
- 6) 古畑ら, 防菌防黴, 33, 447-452 (2005)
- 7) 老田 茂, 近畿中国四国農業研究センター研究報告 (1), 49-59, (2002)

表1 Alicyclobacillus属の培養に用いられるK培地の組成

培地成分	配合量 (g/1000ml)
ペプトン	5.0
酵母エキス	2.5
ブドウ糖	1.0
リンゴ酸	2.5
Tween80	1.0
寒天	15

(1N硫酸でpH3.7に調整)

表2 Alicyclobacillus属の培養に用いられるYSG寒天培地の組成

培地成分	配合量 (g/1000ml)
酵母エキス	2.0
ブドウ糖	1.0
可溶性デンプン	2.5
寒天	15

(1N硫酸でpH3.7に調整)

表3 A. acidoterrestris芽胞の各酸性飲料における耐熱性の事例

飲料	pH	加熱温度 (℃)	D値 (min)
オレンジジュース	3.8	89	13.7
		95	3.2
オレンジジュース	3.5	85	69.6
		91	11.9
アップルジュース	3.5	80	41.15
		90	7.38
		95	2.3

(宮尾茂雄 東京家政大学教授)

アサマ化成株式会社

E-mail: asm@asama-chemical.co.jp

http://www.asama-chemical.co.jp

●本社 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-6 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285
 ●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889
 ●東京アサマ化成 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-20 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
 ●中部アサマ化成 / 〒453-0063 名古屋市市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
 ●九州アサマ化成 / 〒811-1311 福岡市南区清水1-16-11 TEL (092)408-4114 FAX (092)408-4350
 ●桜陽化成 / 〒006-0815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061