



あたらしい 農業技術

No.541

荒茶の微生物数を低減する
製茶工程の衛生管理技術

平成 22 年度

—静岡県経済産業部—

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 茶園で茶葉に付着した微生物は蒸熱工程ではほぼ殺菌されますが、その後の蒸し葉冷却以降の工程で工場内の微生物が茶葉に付着し、最終産物である荒茶から検出されます。
- (2) 微生物が生育できる目安となる水分活性の値から、細菌が増殖し易い工程は蒸し葉冷却から揉捻までであることがわかりました。
- (3) 茶葉の微生物は工場の室温が 25℃の場合、茶葉の一般生菌数及び大腸菌群数共に 3～6 時間後から増殖を開始することから、製茶ラインを流れる茶葉で微生物が増殖する可能性は低く、茶渋や茶葉残渣が主な汚染源と推測されます。
- (4) 蒸熱後から粗揉後までの工程における茶葉の一般生細菌及び大腸菌群は、一・二番茶及び秋冬番茶期のいずれにおいても、製造ライン稼働直後が最も多く見られます。
- (5) ライン稼働直前に葉打ちから揉捻工程までの機械上の茶葉残さを採取し、細菌数を調査したところ、一番茶期における茶葉残さ中の細菌数の平均は、一般生菌数が $10^3 \sim 10^5$ cfu/g、大腸菌群数は $10^2 \sim 10^3$ cfu/g のオーダーです。
- (6) 蒸葉冷却機を水洗浄して茶葉残さを除去し、熱風で乾燥させた場合、冷却工程後の茶葉中の大腸菌群数は無処理のラインと比較して $1/10^2$ 程度に低下します。
- (7) 製造開始前に葉打ち機及び粗揉機を空運転して内部を熱風で殺菌すると、底竹表面の細菌数を低減することができます。基準風量で熱風温度設定が 80℃の場合 60 分以上、105～120℃の場合 45 分以上が目安となります。
- (8) 荒茶の細菌数を一定レベル以下に維持するためには、蒸し葉冷却機を洗浄後、乾燥し、葉打ち機及び粗揉機を熱風殺菌することに加え、揉捻機及び搬送機の茶渋を除去することが必要です。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 本技術により荒茶中の大腸菌群及び耐熱性のない微生物を低減することができます。
- (2) 本技術の効果は県内荒茶加工施設 120K 製茶ラインを用いて実証しました。

3 適用範囲

- (1) 営農指導機関
- (2) 荒茶加工施設
- (3) 原料茶受入業者

4 普及上の留意点

- (1) 煎茶の微生物数は、一般的な飲用方法では食中毒の危険性はほとんどなく、法律で定められた規格基準はありませんが、近年需要の拡大している原料茶では、納入業者が設定した微生物規格基準を満たすことが求められています。
- (2) 洗浄や殺菌が困難な揉捻機や搬送機は、茶葉残さが滞留・付着する箇所を確認し、除去することが必要です。

目 次

はじめに	1
1 荒茶製造工程の微生物環境	
(1) 各工程の水分活性からみた二次汚染箇所の特定	1
(2) 茶葉における一般生菌及び大腸菌群の増殖曲線	2
(3) 各工程における一般生菌及び大腸菌群数の経時的変化	3
2 荒茶製造工程における微生物低減技術	
(1) 蒸し葉冷却機の洗浄及び熱風乾燥による大腸菌群低減効果	4
(2) 葉打ち機及び粗揉機の熱風殺菌による大腸菌群低減効果	4
(3) 蒸し葉冷却機、葉打ち機及び粗揉機の処理による荒茶微生物数の低減効果	5
(4) 県内荒茶加工施設における微生物低減技術の導入効果	6
3 荒茶製造工程における微生物低減技術の要点及び注意点	7
おわりに	8
参考文献	8

はじめに

食品の安全・安心に対する消費者の関心は近年続発した食品事故報道を機に高まり、その影響は様々な食品に波及しています。茶についてはこれまで、「安全安心な静岡茶づくり衛生管理マニュアル（事務局：県茶業会議所）」の作成による異物混入などの物理的危険の防止、トレーサビリティシステムの整備による残留農薬などの化学的危険の防止などの対策が行われてきましたが、微生物・ウイルスなどが原因となる生物的危険の防止については具体的な方法が示されていないのが現状です。

摘採した生葉には、一般的な露地野菜と同程度の微生物が存在していますが、荒茶に加工される際の蒸熱工程においてほとんどが殺菌されます。以降も葉打ち、粗揉、中揉、精揉、乾燥という加熱工程を経て、徐々に茶葉は乾燥し微生物の増殖が抑制されることから、荒茶の一般生菌数は水分を多く含む一般的な食品より少なくなっています（図1）。最終的に消費者が飲用する際には、仕上げ工程を経て一層菌数が低減されていると思われます。また、茶葉に存在する微生物の種類を調査した結果、健康な成人に被害をもたらすものは発見されておらず、茶が食中毒の原因となるリスクは非常に低いと言えます。

このため、急須で入れる従来のお茶については通常の衛生管理を行っていけば、微生物数低減のために特別な処理を行う必要はないと考えられます。

しかし、ドリンク原料用の茶葉や、需要が増加している食品原料用として荒茶を出荷するためには、受入業者が設定した微生物規格を満たすことが要求されるため、荒茶加工施設によっては何らかの微生物数低減処理が必要となる場合があります。

そこで、茶業研究センターでは平成19～21年度に、原料茶向けの荒茶製造工程における微生物数低減方法について研究し、新しい技術を確立したので紹介します。

茶には法律で定められた微生物の規格基準

がないため、粉末清涼飲料の基準である一般生菌数 3,000cfu/g 以下、大腸菌群陰性を微生物数低減の目安としました。

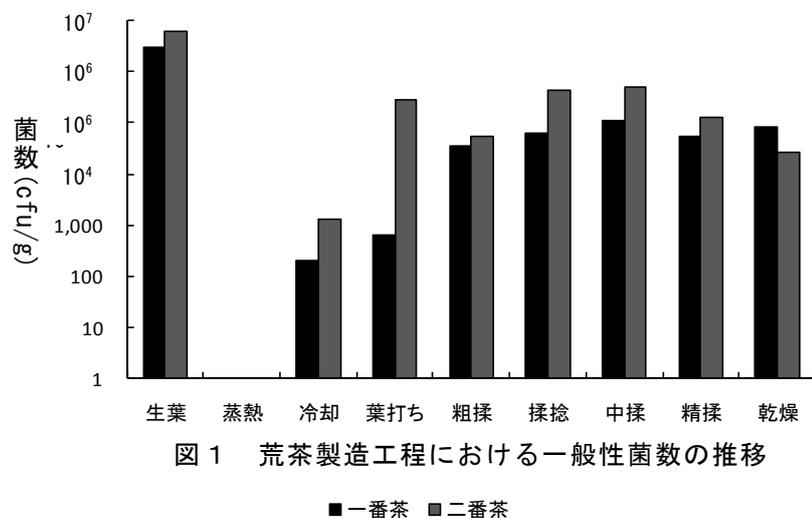


図1 荒茶製造工程における一般性菌数の推移

1 荒茶製造工程の微生物環境

(1) 各工程の水分活性からみた微生物が増殖できる工程の特定

荒茶製造工程において、微生物が増殖する可能性のある箇所を水分活性(A_w)の値から特定しました。水分活性とは、物質中の自由水の割合を示すものです。

微生物にはそれぞれ生育可能な水分活性範囲があり、生育に最適な水分活性は0.98Aw程度で、一定の水分活性値以下では生育できなくなります。その値は生育最低水分活性と呼ばれ、多くの食中毒菌の生育最低水分活性は0.94Aw以上です。指標とされることの多い一般生菌は0.90Aw以上、大腸菌は0.93Aw以上です。

茶業研究センター120Kライン及び県内荒茶加工施設の120Kラインを用い、各工程終了後の茶葉をアルミジップパックに採取し、アイネクス株式会社製アクアラブCX-3を用いて水分活性を計測しました。

調査の結果、茶業研究センター及び県内荒茶加工施設の計測値はほぼ同様の値を示しました。

水分活性は生葉から冷却工程後までは0.98Aw以上、以降揉捻工程までは0.97Aw以上とほとんど変化せず、揉捻工程後までは微生物が非常に増えやすい環境にあるといえます(図2)。

中揉工程終了時には水分活性は0.92Aw以下となって大腸菌の最低生育水分活性を下回り、ロットや工場によっては0.90Awを下回るものも出てきます。ここまでくると大腸菌はもとより、一般生菌も増加する危険性は低いと思われます。

このことから、蒸熱工程で殺菌され低減された細菌数を維持するためには、特に冷却以降、揉捻までの工程管理が重要になると考えられます。

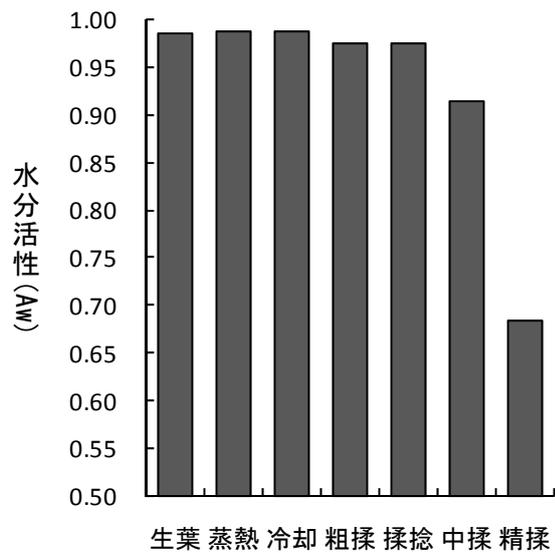


図2 茶葉の水分活性(二番茶)

(2) 茶葉における一般生菌及び大腸菌群の増殖曲線

茶葉に付着した細菌が時間の経過とともにどのように増殖するかを推測するため、茶業研究センターで採取した大腸菌群陰性の蒸し葉に10cfu/gとなるよう茶葉由来の大腸菌群を接種し、工場の室温を想定した25℃の恒温条件で培養しました。

その結果、茶葉の一般生菌数及び大腸菌群数共に3~6時間で増加し始め、48時間で10⁸cfu/g程度まで増殖しました。また、それ以降は定常状

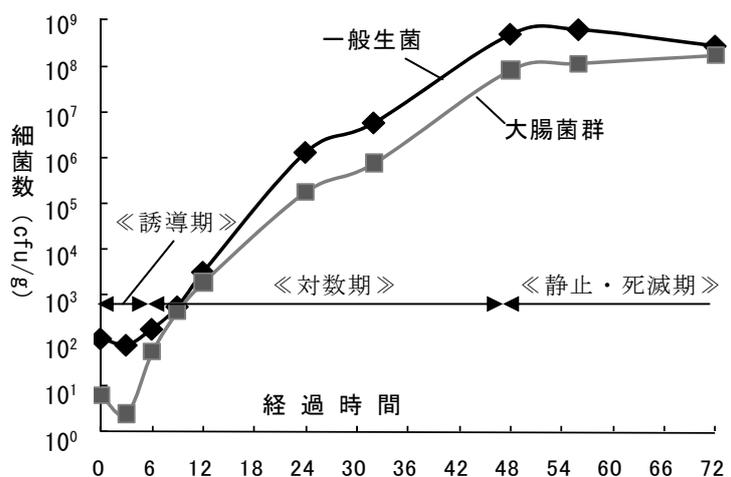


図3 茶葉の細菌数の経過時間による変動(二番茶)

態となり、細菌数の増加は見られませんでした（図3）。

細菌は接種されてもすぐには増殖せず、新しい環境に適合し、増殖するための準備をします。その期間は誘導期と呼ばれていますが、茶葉ではそれが3～6時間程度であると考えられます。その後細菌は分裂を開始し、対数期と呼ばれる菌数が増加していく期間に入ります。茶葉では一般生菌、大腸菌群とも48時間で 10^8cfu/g 程度まで増殖します。以降は増殖が停止する静止期を経て、徐々に菌数が低下する死滅期になります。

このことから、茶葉が冷却から揉捻までの工程を滞りなく流れていれば、その所要時間2時間程度の中に著しく細菌が増殖することはないため、その区間で機械に付着したり滞留している茶渋で細菌が増殖し、ライン上を流れる茶葉を汚染していると考えられます。

（3）各工程における一般生菌及び大腸菌群数の経時的変化

県内の荒茶工場において製茶ライン稼働時から時間の経過とともに各工程の菌数がどのように変化するかを調査しました。

調査した工場は「蒸機→蒸し葉冷却機→葉打ち機→第1揉捻機→粗揉機→第2揉捻機→中揉機→精揉機→乾燥機」という機械構成になっています。

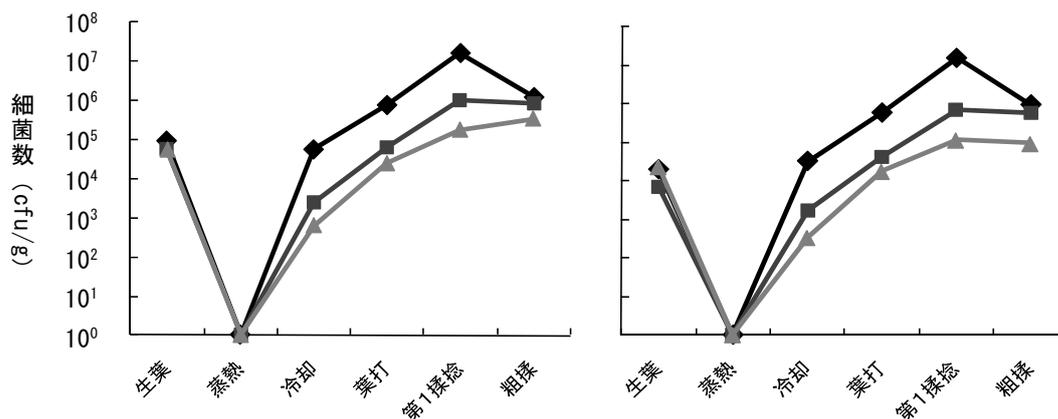


図4 ライン稼働開始からの経過時間と各工程の菌数の推移（二番茶）

（左：一般生菌、右：大腸菌群） ●0時間 ■2時間後 ▲4時間後

一番茶、二番茶及び秋冬番茶期のいずれにおいても、一般生菌、大腸菌群ともほとんどの工程で稼働直後が最も菌数が多く、時間の経過とともに減少します（図4）。このような傾向が見られるのはライン上に残った前日の茶葉残さで増殖した細菌が新たに投入された茶葉に移行し、ライン自体は細菌数の少ない新たな茶葉によって掃除され徐々にきれいになっていくためと推測されます。

茶期の違いによって細菌数が大きく変化することはありませんが、一番茶は二番茶・秋冬番茶に比べ若干低い傾向を示します。原因として、二番茶期は工場内部の気温が高いこと、秋冬番茶は茶葉が粉碎されやすく、また糖分が多いため製茶機械や搬送機に付着する茶葉残さ量が多いことなどが考えられます。

2 荒茶製造工程における微生物低減技術

(1) 蒸し葉冷却機の洗浄及び熱風乾燥による大腸菌群低減効果

蒸し葉冷却機については様々な洗浄や殺菌処理の効果を調査した結果、水洗浄でも大きな効果を上げることができました。次亜塩素酸やエタノールなど薬剤による殺菌は、茶渋が付着した状態では十分な効果が見られず、薬品の臭いが残ったり、ランニングコストが高い等の問題があるためお勧めできません。

蒸し葉冷却機を水で洗浄し、熱風で洗浄水を乾燥させることによる冷却工程における大腸菌群数の抑制効果は、県内荒茶加工施設における機械構成が同じ 120K ラインを使用し、処理ありとなしでそれぞれ冷却工程終了後の茶葉の菌数を調査し、検証しました。

一番茶では無処理のラインで採取したすべての検体で 10^3cfu/g の大腸菌群が検出されたのに対し、水洗浄及び熱風乾燥を行ったラインでは 10^1cfu/g である検体が 50.0%と最も多く(最頻度帯)、処理によって $1/10^2$ 程度の低減効果が見られます。二番茶では 10^3cfu/g であった最頻度帯(50.0%)が陰性(75.0%)に、秋冬番茶では 10^4cfu/g (33.3%)が $10^0\text{-}10^1\text{cfu/g}$ (27.8%)になり、 $1/10^3$ 程度の効果が見られます(表1)。

洗浄後熱風乾燥を行わない場合、洗い残しの残さと水分によって細菌が再び増殖し、十分な細菌数の低減効果は得られません(データ省略)。熱風処理は機械の乾燥を目的として行いましたが、調査時は機械の表面温度が各所で 65°C 以上になっており、それによる殺菌効果もあったと考えられます。

表1 冷却機の水洗浄及び熱風乾燥の効果(大腸菌群数検出頻度(%))

菌数	一番茶	(n=4)	二番茶	(n=8)	秋冬番茶	(n=18)
	無処理	洗浄後乾燥	無処理	洗浄後乾燥	無処理	洗浄後乾燥
陰性				75.0		11.1
10^0				12.5		27.8
10^1		50.0		12.5	5.6	27.8
10^2		25.0	12.5		16.7	11.1
10^3	100.0	25.0	50.0		27.8	16.7
10^4			37.5		33.3	5.6
10^5					11.1	
10^6					5.6	

(2) 葉打ち機及び粗揉機の熱風殺菌による大腸菌群低減効果

葉打ち機、粗揉機を衛生的に保つには、蒸葉冷却機と同様に水で洗浄し熱風乾燥するのが最善の方法であり、実際行っている製茶工場では設備の新旧に関わらず細菌数が非常に少ない傾向が見られます。しかしながら人手と時間の問題から製造終了後に毎日行うのは困難な工場も多いことから、製造開始前に行う粗揉機の空運転によって、機械内部の細菌数を低減する方法について検討しました。

茶業研究センター120K ラインの粗揉機の底竹に前日の製造終了後、茶葉由来の大腸菌群を噴霧し、翌日製造前に熱風温度を 80℃、105℃及び 120℃に設定し、10 分から 60 分空運転して、

処理前と処理後の底竹表面の菌数を調査し、熱風による殺菌効果を検証しました。

底竹表面の茶温センサーの温度が耐熱性のない微生物を殺菌するのに有効な 60℃以上になった時間から積算温度（温度×時間）を算出すると、底竹表面の大腸菌群をほぼ陰性とするためには、3000℃・分程度の処理が必要であると考えられます（図5）。おおよその目安

として基準風量で熱風温度設定が 80℃の場合、処理開始から 60 分以上、105℃の場合 45 分以上となります。底竹の材質等によってはあまり高温での空運転ができない機械もありますので、使用している機械に合わせて熱風温度を設定してください。

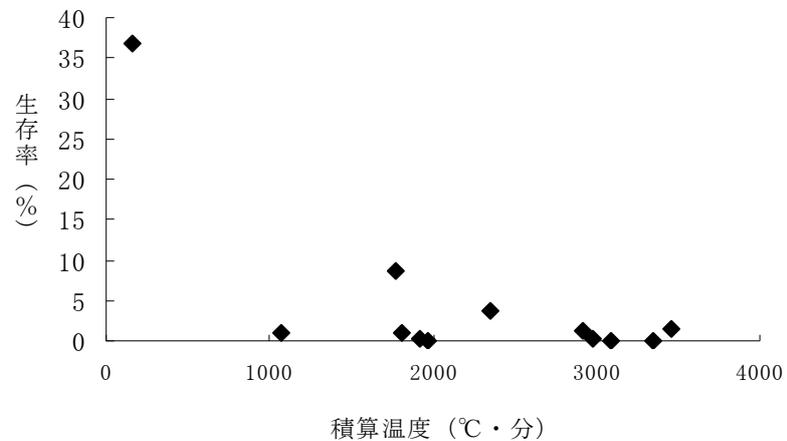


図5 粗揉機処理による大腸菌群生存率

(3) 蒸し葉冷却機、葉打ち機及び粗揉機の処理による荒茶微生物数の低減効果

これまでの調査で効果の見られた冷却、葉打ち、粗揉の各工程の微生物低減対策を実施した場合の荒茶への効果について、県内荒茶加工施設の 120K ラインを用いて茶葉の大腸菌群の増減を調査し検証を行いました。

蒸し葉冷却機は水で洗浄した後、熱風で 30 分処理して乾燥させました。葉打ち機及び粗揉機は前日の製造終了後に茶渋を除去し、調査当日の製造開始前に設定温度 120℃の熱風で 30 分殺菌しました。洗浄や熱風による処理が困難な垂直コンベアやトラフコンベア等の搬送機類については前日の製造終了後に茶渋を除去しました。

蒸し葉冷却機を水で洗浄し、熱風乾燥したのみの場合（図6右上）には、無処理の葉打ち工程後に細菌数が増加し、最終的な細菌数はすべての機械を処理しない無処理の場合（図6左上）と同程度になります。葉打・粗揉機の空運転による熱風殺菌のみを行った場合（図6左下）にも、無処理の蒸熱工程で細菌数が増加し、以降は無処理の場合と同程度で推移します。蒸葉冷却機、葉打ち機、粗揉機のすべてを処理した場合（図6右下）のみ以降の工程の細菌数を低く維持することができます。

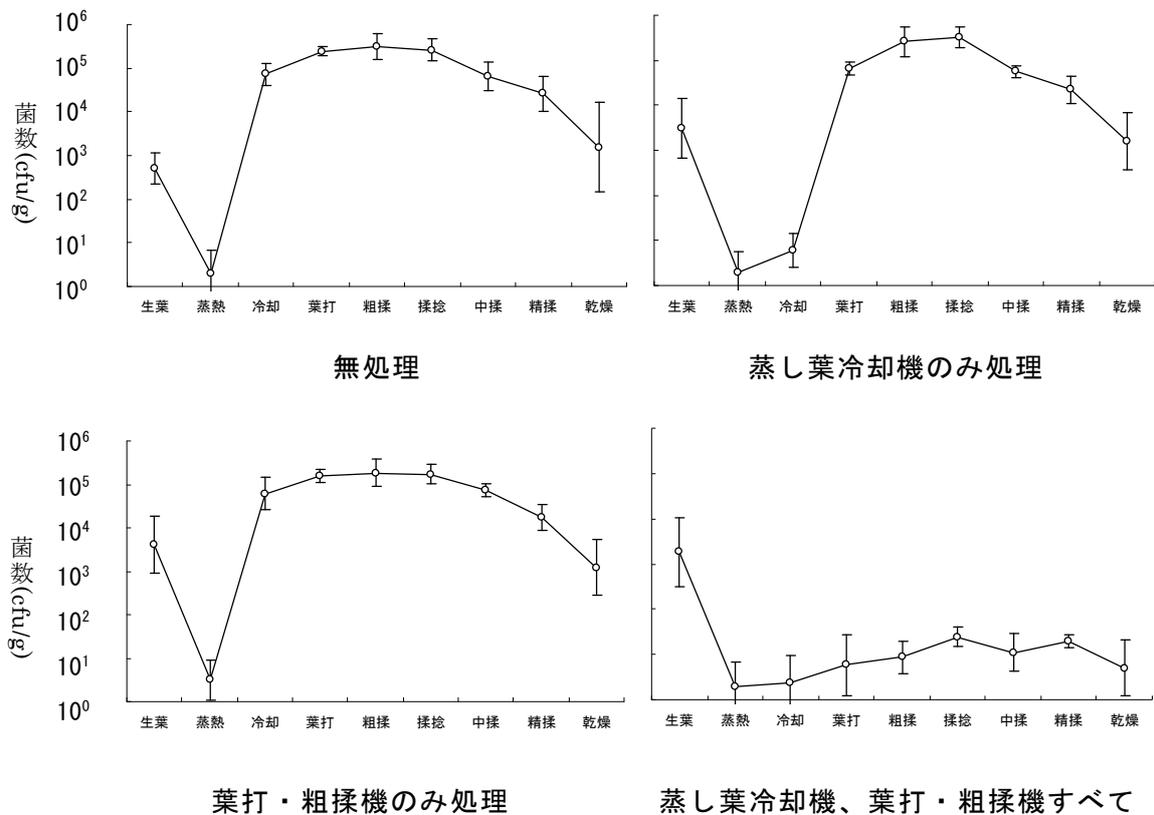


図6 蒸し葉冷却機、葉打ち機及び粗揉機の処理の組合せによる大腸菌群の低減効果 (n=3)

(4) 県内荒茶加工施設における微生物低減技術の導入効果

微生物数の少ない荒茶を製造するためには、製造工程中の蒸葉冷却機、葉打ち機、粗揉機すべてを処理する方法が有効であることが確認されたため、県内荒茶加工施設において、本技術を導入した場合の効果について検証しました。

粉末清涼飲料の基準である一般生菌数 3,000cfu/g 以下、大腸菌群陰性を目安とし、一番茶期中の 11 日間、製造開始直後の精揉葉を採取して微生物数を調査しました。一般性菌数は無処理の場合 3,000cfu/g を下回ったのは 1 日であったのに対し、処理を行ったものは 7 日となり、大腸菌群は無処理の場合陰性であったのが 5 日であったのに対し、処理を行ったものは 9 日となり、処理による効果が確認されました (表 2)。

本結果は精揉葉を用いたものであり、その後乾燥工程を経て荒茶として出荷されるため、低減処理を実施することにより大腸菌群についてはほぼ陰性とすることが可能であると考えられます。

表 2 精揉葉における一般生菌数及び大腸菌群数 (n=11)

菌数 (cfu/g)	一般生菌数		大腸菌群数	
	無処理	低減処理	無処理	低減処理
0			5	9
10 ⁰			3	2
10 ¹			1	
10 ²		4	1	
10 ³ (≦3,000cfu/g)	1	3	1	
(3,000cfu/g<)	6	2		
10 ⁴	3	2		
10 ⁵	1			
達成率 (%) ※	9	64	45	82

※調査検体中、一般生菌は 3,000cfu/g 以下、大腸菌群は陰性の割合

3 荒茶製造工程における微生物低減技術の要点及び注意点

- 本試験は 120K 製茶機及び製茶ラインを用いて行いました。
- 一般生菌数と大腸菌群数は製茶工程においてほぼ同様の推移を示し、本技術の利用によりどちらの菌数も低減することができます。
- 生葉に付着する細菌は蒸熱工程でほぼ殺菌されるため、荒茶の細菌数低減のためには冷却以降の工程の衛生管理が重要になります。
- 茶葉の水分活性の値から、冷却から揉捻までの工程は細菌が増殖する可能性が高く、コンベア上に付着した茶渋や滞留している茶葉があれば除去するなどの注意が必要です。
- 茶葉に付着した細菌の増殖速度から、茶葉の細菌がラインを流れている間に増殖する危険性は低いと言えます。
- 蒸葉冷却機は水洗浄して、熱風で十分乾燥することが必要です。ブラシや機械内に茶渋が残っている場合、効果は見られませんので、ていねいに取り除くことが必要です。
- 葉打ち機及び粗揉機は製茶開始前に基準風量の熱風で設定温度 80℃の場合処理開始から 60 分以上、105℃の場合 45 分以上処理することで、底竹表面の細菌を低減できます。茶渋は前日の製造終了後にあらかじめ取り除いておいてください。
- 蒸葉冷却機、葉打ち機、粗揉機は 3 台すべてを処理しなければ荒茶の細菌数を低減することができません。

おわりに

近年の厳しい茶業情勢の中、これまで以上に厳しい衛生管理を現場に求めることについて懐疑的な意見をいただくこともありました。しかしながら、原料用荒茶の受け入れ業者の多くが微生物検査を実施している状況にあるため、生物学的危害防止に配慮した衛生管理は、販路拡大やブランド力の強化に不可欠な取り組みとなっています。本研究では、施設規模や運営形態を問わず、できる限り多くの皆様に取り組んでいただけるよう、新たな設備投資を極力必要としない管理方法を検討しました。試験期間中には、御協力いただいた県内荒茶加工施設で作業に従事する方々の衛生管理に対する意識が一層高まり、試験ライン以外の荒茶微生物も低減されてくるという副次的な効果も見られました。本報告が、皆様の荒茶製造工程における衛生管理を再確認するきっかけとなれば幸いです。

最後になりましたが、本研究の実施にあたり、茶期中のお忙しい中御協力いただいた県内荒茶加工施設の皆様、共同研究を実施した三井農林株式会社食品総合研究所、株式会社寺田製作所の皆様及び当センター研究員にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 稲垣卓次・池田敏久（1996）：製茶工程における一般微生物数の変化，茶研報別冊，84，58-59.
- 2) 稲垣卓次・池田敏久（1997）：製茶工程における生菌数の変化（第2報），茶研報別冊，85，58-59.
- 3) 沢村信一・中野恵利（1999）：荒茶の製造における微生物の低減化 1，茶研報別冊，88，134-135.
- 4) 中野恵利・沢村信一（1999）：荒茶の製造における微生物の低減化 2，茶研報別冊，88，136-137.
- 5) 沢村信一・中野恵利・加藤一郎（2000）：荒茶の製造における微生物の低減化 3，茶研報別冊，90，114-115.
- 6) 沢村信一・伊藤（中野）恵利・加藤一郎（2002）：煎茶の微生物環境 1，茶研報，93，19-25.
- 7) 沢村信一・加藤一郎・伊藤（中野）恵利（2003）：煎茶の微生物環境 2，茶研報，96，57-62.

宮地裕一郎

（前 農林技術研究所茶業研究センター 副主任）