

チャの攪拌・赤外線照射による γ -アミノ酪酸の蓄積*

白木与志也

Accumulation of γ -Aminobutyric Acid in Fresh Tea Leaves by means of Infrared Rays Irradiation with Agitation Treatment

Yoshiya SHIRAKI

摘 要

摘採後の生葉を粗揉機中に投入し、攪拌しながら赤外線を照射することで、嫌気処理を行わずに、 γ -アミノ酪酸(GABA)を蓄積させた茶の開発を行った。

1. γ -アミノ酪酸は、攪拌・赤外線照射により増加する傾向があり、含有量は一番茶で1.73mg/g~2.70mg/gであり、二番茶で0.39mg/g~1.44mg/gであった。テアニンの組成比は緑茶と同程度であった。

2. 攪拌・赤外線照射により、遊離アミノ酸のうち、アスパラギン酸及びグルタミン酸が減少し、 γ -アミノ酪酸及びアラニンが増加した。

3. 攪拌・赤外線照射時間は、30分~50分が最適であった。

4. これらの結果から、粗揉機中で攪拌を行いながら赤外線を照射することにより、嫌気処理を行わなくてもチャ葉中の γ -アミノ酪酸含有量を「ギャバロン茶」と同程度に高めることが可能であると考えられた。

キーワード：チャ、 γ -アミノ酪酸、赤外線、攪拌処理

Summary

A new type of semi-fermented tea, fresh tea leaves irradiated with infrared rays, under a agitation treatment method, was developed. This new tea has been found to have accumulated as much γ -amino butyric acid (GABA) as Gabaron tea, without anaerobic conditions.

1) There was a tendency for the amount of GABA to be increased by a agitation treatment method and irradiation by infrared rays. The contents of a first picked crop of green leaves were 1.73 mg/g to 2.70 mg/g; that of the second picked crop was 0.39 mg/g to 1.44 mg/g. The composition of theanine in this fermented tea was almost the same as that of green tea.

2) The amount of GABA and alanine were also increased by the use of the same method. However, that of aspartic acid and glutamic acid decreased.

3) The optimum time for infrared ray irradiation and agitation treatment was between 30 to 50 minutes.

4) The results of this study showed that it was possible to increase the amount of GABA in tea leaves without the need for anaerobic conditions by using infrared ray irradiation and agitation treatment.

Key words: Tea, γ -Aminobutyric acid(GABA), Infrared rays, Agitation treatment

* 本報告の一部は、日本茶業技術協会(1996年11月)において発表を行った。

緒言

γ -アミノ酪酸は血圧上昇抑制作用を持った非タンパク質構成アミノ酸であり、ヒトなどの脳中に多く存在する。 γ -アミノ酪酸を高濃度に含有した茶としては、津志田ら¹⁾が開発した「ギャバロン茶」がすでに市販されている。この「ギャバロン茶」は、摘採した生葉を一定時間、嫌気条件処理を行うと、茶葉中のグルタミン酸が、グルタミン酸デカルボキシラーゼにより、脱炭酸されて γ -アミノ酪酸が生じることを利用して製造を行うものである。また、「ギャバロン茶」の血圧上昇抑制作用については、ラットを使った動物実験²⁾やヒトに対する臨床試験等³⁾で確認されている。

これまでに筆者は、粗揉機の火炉より発生する熱風を利用して半発酵させた新香味茶の開発を行い⁴⁾、その新香味茶の遊離アミノ酸組成を高速液体クロマトグラフにより定量分析を行ったところ、 γ -アミノ酪酸が0.66mg/g~1.17mg/g含有されていることを確認した。

そこで、さらに物質内部への熱の浸透に優れている赤外線熱源とし、粗揉機中で攪拌しながら半発酵を行わせた茶の開発を検討したところ、嫌気的な処理を行わずに、 γ -アミノ酪酸含有量をギャバロン茶とほぼ同等に含んだ茶を製造することに成功したので報告する。

本研究を遂行するに当たっては、神奈川県農業技術課専門技術員、同県伊勢原地域農業改良普及センター、同足柄地域農業改良普及センター、同津久井地域農業改良普及センターの協力を得て荒茶の官能審査を行った。記して感謝の意を表す。

材料及び方法

1. 供試品種

神奈川県農業総合研究所津久井試験場場内の'やぶきた'を用い、一番茶は1994年5月23日、二番茶は1994年7月12日に摘採を行った茶葉を試験に供した。

2. 赤外線照射方法

(1) 使用した赤外線ランプ

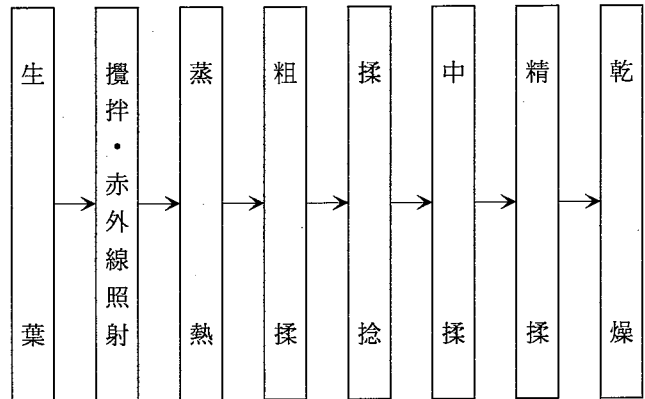
赤外線ランプは、岩崎電気製IR100V 375WRHを使用した。このランプのエネルギー出力は、1,000nm~1,300nm付近で最大となるものである。

(2) 赤外線照射装置

上記赤外線ランプ3個を取り付けた照射装置を作成し、2K型の少量製茶機の粗揉機上に設置した。

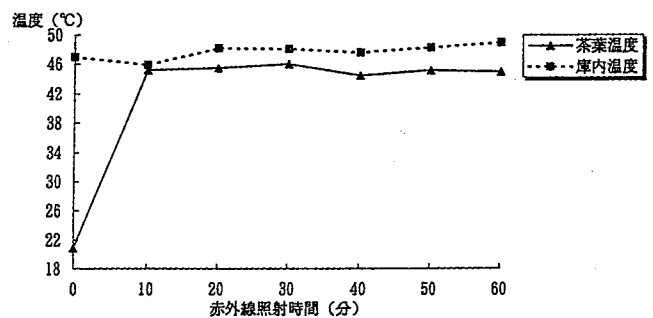
(3) 赤外線照射方法及びその後の荒茶製造法

摘採後の生葉2kgを上記粗揉機中に投入し、10分~60分まで10分間隔、6段階に設定し、赤外線を照射した。また、粗揉機の「より手」及び「葉ざらい」により、茶葉を攪拌しながら行った。赤外線照射後は、蒸熱、粗揉、揉捻、中揉、精揉、乾燥を行った(第1図)。



第1図 赤外線照射茶の製造方法

赤外線照射中の茶葉温度は、照射直後は20.9°Cであり、照射10分~60分までは、44.5°C~46.0°Cの間で推移した。粗揉機の庫内温度は45.9°C~49.0°Cの間であった(第2図)。



第2図 赤外線照射中の茶葉温度、粗揉機庫内温度

また、一、二番茶での試験とは別に、1996年11月7日に摘採した茶葉を用い、生葉の粗揉機における攪拌処理が γ -アミノ酪酸含有量に及ぼす影響について検討を行った。なお、生葉の攪拌処理時間は2時間とした。

(4) 荒茶成分の定量

全窒素量、タンニン量の測定は、茶の分析法⁷⁾により行った。

遊離アミノ酸の定量は、高速液体クロマトグラフにより行い、条件等は以下の通りとした。

赤外線照射した茶のアミノ酸の定量分析

装置：日本分光800シリーズ

検出器：FP-210型 励起波長：345nm，蛍光波長：445nm

カラム：AApack（日本分光製）

カラム温度：40°C

反応液：OPA溶液及び次亜塩素酸ナトリウム溶液

溶離液：クエン酸リチウム緩衝液（0.15N~1.23N）

流量：0.8ml/min

生葉攪拌処理した茶のアミノ酸の定量分析

装置：島津製作所LC-10AD

検出器：RF-10A 励起波長：350nm，蛍光波長：

450nm

カラム：Shim-pack Amino-Li（島津製作所製）

カラム温度：39°C

反応液：OPA溶液及び次亜塩素酸ナトリウム溶液

移動相：アミノ酸分析用移動相キットLi型

流量：0.6ml/min

また、 γ -アミノ酪酸の定性は、高速液体クロマトグラフにより行い、赤外線照射茶及びアミノ酸標準品（和光純薬製）から検出されたピークの保持時間との対比と赤外線照射茶に γ -アミノ酪酸標準品を添加し、その回収率を求めることにより行った。

(5) 荒茶の色及び水色の測定

色差計（日本電色製）により、明度、色相の測定を行った。

(6) 荒茶官能審査

荒茶官能審査は、外観（形状及び色沢）、香気、水色、滋味の4項目について、外観は40点、その他は各20点の合計100点満点で、4名の専門家を含む5名のパネラーによる合議制で行った。

結 果

1. 荒茶成分

(1) 全窒素及びタンニン含有量

赤外線照射茶の全窒素含有量及びタンニン含有量を第1表に示した。

一番茶における全窒素含有量は、5.16%~5.33%と各処理区ともに同程度であり、赤外線照射時間との明確な関係は認められなかった。二番茶では、4.08%~4.77%であり、各赤外線照射時間ともに同程度であった。

一番茶におけるタンニン含有量は、6.64%~10.07%であり、赤外線照射時間が長くなるにしたがい減少する傾向が認められた。二番茶では、8.02%~13.92%であり、一番茶と同様、処理時間が長くなるにしたがい減少

する傾向を示した。

第1表 赤外線照射茶の荒茶成分

茶 期	赤外線照射 時間 (分)	全 窒 素 %	タンニン %
一 番 茶	10	5.26	10.07
	20	5.33	9.19
	30	5.16	7.42
	40	5.25	7.45
	50	5.23	7.07
	60	5.22	6.64
二 番 茶	10	4.08	13.92
	20	4.56	10.92
	30	4.45	10.87
	40	4.77	10.07
	50	4.72	9.84
	60	4.69	8.02

(2) 遊離アミノ酸含有量

赤外線照射茶の一番茶、二番茶における遊離アミノ酸含有量を第2表及び第3表に示した。

一番茶における遊離アミノ酸の合計は、9.41mg/g~16.76mg/gであった。また、個別遊離アミノ酸の含有量は、各処理区ともテアニンが4.54mg/g~9.48mg/gと最も高く、その組成比は47.1%~56.5%であった。 γ -アミノ酪酸含有量は、無処理では0.16mg/gであったが、攪拌・赤外線照射により増加する傾向にあり、処理時間10分で1.73mg/gとなり、処理時間20分で2.70mg/gと最高値になった。それ以降は、2.04mg/g~2.69mg/gと2.00mg/g以上の含有量で推移した。 γ -アミノ酪酸の組成比は、10.3%~25.4%であり、テアニンに次いで高かった。

また、主要なアミノ酸のうち、アスパラギン酸は、無処理では、含有量1.06mg/g、組成比7.5%であったのに対し、各赤外線照射茶は、含有量0.13mg/g~0.27mg/g、組成比1.2%~1.9%に減少した。グルタミン酸は、無処理の含有量1.94mg/g、組成比13.7%に対し、赤外線照射茶では、含有量0.34mg/g~0.89mg/g、組成比3.2%~5.3%に減少した。アラニン、無処理では、含有量0.16mg/g、組成比1.2%であったのに対し、赤外線照射茶では、含有量0.43mg/g~0.62mg/g、組成比3.4%~4.5%に増加した。

二番茶における遊離アミノ酸の合計は、3.11mg/g~5.42mg/gであった。個別遊離アミノ酸は、テアニンの含有量が1.11mg/g~2.23mg/gと高く、組成比で、30.4%~43.1%であった。 γ -アミノ酪酸は、無処理では

検出できなかったが、一番茶と同様、赤外線照射により増加する傾向にあり、含有量は0.39mg/g~1.44mg/g、組成比は11.1%~33.5%であった。また、アスパラギン

酸及びグルタミン酸は減少し、アラニンが増加する傾向があった。

粗揉機での生葉攪拌処理による茶の遊離アミノ酸組成

第2表 赤外線照射茶の遊離アミノ酸組成（一番茶）

アミノ酸	無処理		赤外線照射10分		赤外線照射20分		赤外線照射30分		赤外線照射40分		赤外線照射50分		赤外線照射60分	
	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%
アスパラギン酸	1.06	7.5	0.27	1.6	0.22	1.5	0.14	1.2	0.13	1.3	0.15	1.4	0.18	1.9
スレオニン	0.16	1.1	0.20	1.2	0.19	1.2	0.13	1.1	0.14	1.3	0.15	1.4	0.15	1.6
セリン	0.54	3.8	0.58	3.4	0.56	3.7	0.41	3.5	0.48	4.5	0.48	4.6	0.46	4.8
グルタミン酸	1.94	13.7	0.89	5.3	0.57	3.8	0.49	4.2	0.35	3.3	0.34	3.2	0.35	3.7
グルタミン	1.21	8.5	1.70	10.1	1.30	8.6	0.97	8.2	0.69	6.4	0.65	6.1	0.56	5.9
テニアン	7.98	56.3	9.48	56.5	8.45	55.6	5.95	50.5	5.42	50.6	4.94	47.1	4.54	48.3
グリシン	0.00	0.0	0.00	0.0	0.04	0.3	0.05	0.4	0.00	0.0	0.04	0.4	0.04	0.4
アラニン	0.16	1.2	0.57	3.4	0.62	4.1	0.44	3.7	0.44	4.1	0.46	4.3	0.43	4.5
バリン	0.06	0.4	0.08	0.5	0.07	0.5	0.00	0.0	0.09	0.8	0.06	0.6	0.07	0.7
イソロイシン	0.25	1.8	0.28	1.6	0.03	0.2	0.04	0.3	0.04	0.4	0.13	1.2	0.13	1.4
ロイシン	0.46	3.3	0.52	3.1	0.22	1.4	0.16	1.4	0.18	1.7	0.21	2.0	0.22	2.3
チロシン	0.08	0.5	0.11	0.7	0.12	0.8	0.08	0.7	0.10	0.9	0.13	1.2	0.15	1.6
フェニルアラニン	0.12	0.8	0.00	0.0	0.09	0.6	0.08	0.7	0.09	0.8	0.10	0.9	0.10	1.1
γ -アミノ酸	0.16	1.2	1.73	10.3	2.70	17.8	2.69	22.8	2.56	23.9	2.67	25.4	2.04	21.7
アルギニン	0.00	0.0	0.38	2.3	0.00	0.0	0.17	1.4	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00
合計	14.17		16.76		15.19		11.79		10.71		10.50		9.41	

第3表 赤外線照射茶の遊離アミノ酸組成（二番茶）

アミノ酸	無処理		赤外線照射10分		赤外線照射20分		赤外線照射30分		赤外線照射40分		赤外線照射50分		赤外線照射60分	
	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%
アスパラギン酸	0.56	18.0	0.09	2.3	0.08	1.9	0.07	2.0	0.07	2.0	0.09	2.7	0.15	2.7
スレオニン	0.07	2.3	0.08	2.1	0.09	2.0	0.08	2.3	0.08	2.2	0.10	2.9	0.10	1.8
セリン	0.23	7.2	0.23	5.9	0.24	5.5	0.21	6.3	0.21	5.7	0.25	7.3	0.29	5.3
グルタミン酸	0.65	20.9	0.42	11.0	0.24	5.5	0.18	5.5	0.18	4.8	0.19	5.5	0.27	4.9
グルタミン	0.09	2.9	0.25	6.4	0.22	4.9	0.15	4.7	0.12	3.3	0.14	4.1	0.37	6.8
テニアン	1.34	43.1	1.54	40.3	1.60	36.3	1.37	41.3	1.11	30.4	1.27	37.0	2.23	41.1
グリシン	0.00	0.0	0.00	0.0	0.03	0.7	0.00	0.0	0.02	0.6	0.03	0.8	0.04	0.6
アラニン	0.09	3.0	0.28	7.3	0.32	7.3	0.29	8.8	0.27	7.5	0.34	9.8	0.36	6.6
バリン	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.05	1.4	0.08	2.1	0.08	2.4	0.07	1.4
イソロイシン	0.00	0.0	0.33	8.7	0.02	0.5	0.09	2.7	0.06	1.5	0.12	3.6	0.34	6.3
ロイシン	0.08	2.6	0.18	4.8	0.12	2.7	0.12	3.7	0.16	4.2	0.17	4.9	0.23	4.2
チロシン	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.07	2.0	0.08	2.1	0.11	3.2	0.08	1.5
フェニルアラニン	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.09	2.6	0.07	1.3
γ -アミノ酸	0.00	0.0	0.42	11.1	1.44	32.7	0.64	19.4	1.22	33.5	0.39	11.4	0.83	15.3
アルギニン	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.06	1.8	0.00	0.0
合計	3.11		3.81		4.40		3.31		3.65		3.44		5.42	

を第4表に示した。

γ-アミノ酪酸は、攪拌時間2時間で0.62mg/gとなり、無処理と比較し7.75倍の増加量であった。他の主要な遊離アミノ酸含有量については、赤外線照射茶と同様に、アスパラギン酸及びグルタミン酸は減少し、アラニンは増加する傾向にあった。また、テアニン含有量は無処理と同程度であった。

第4表 攪拌処理による茶の遊離アミノ酸組成

アミノ酸	無処理		攪拌2時間	
	mg/g	組成比%	mg/g	組成比%
アスパラギン酸	1.14	8.5	0.70	4.8
スレオニン	0.01	0.1	0.00	0.0
セリン	0.33	2.5	0.33	2.3
グルタミン酸	1.58	11.7	0.46	3.2
グルタミン	0.00	0.0	0.30	2.0
テアニン	9.91	73.6	11.30	77.7
アラニン	0.00	0.0	0.29	2.0
γ-アミノ酸	0.08	0.6	0.62	4.2
アルギニン	0.41	3.0	0.51	3.5
合計	13.47		14.54	

2. 荒茶の色及び水色

赤外線照射茶の荒茶の色及び水色を第5表に示した。

一番茶、二番茶ともに、荒茶の色及び水色は、赤外線照射時間が長くなるにしたがい、赤色に近づく傾向が認められた。

3. 荒茶官能審査

赤外線照射茶の荒茶官能審査結果を第6表に示した。

一番茶では、荒茶官能審査値の評価は、赤外線照射時間が長くなるにしたがい高くなる傾向があり、特に、照射時間30分以上の茶では高く、照射時間50分で、評価が最も高かった。これに対し、照射時間10分及び照射時間20分の茶では、「緑茶風」、「やや緑茶風」、「やや青臭」といった指摘事項が認められ、半発酵茶としては、マイナスの評価であった。

二番茶についても一番茶と同様、赤外線照射時間が長くなるにしたがい評価が高くなる傾向があり、照射時間50分及び照射時間60分がともに最も高かった。反対に、照射時間10分及び20分では、「緑茶ふう」、「やや緑茶ふう」の指摘事項があった。

また、一番茶及び二番茶ともに、嫌気処理により生じるいわゆる「ギャバ臭」は、認められなかった。

第5表 赤外線照射茶(荒茶)の色、水色

茶期	赤外線照射時間(分)	荒茶の色		水色	
		明度	色相	明度	色相
一番茶	10	21.8	-9.83	93.8	7.73
	20	20.5	-3.77	91.6	12.6
	30	20.5	-2.68	88.4	35.6
	40	19.3	-2.53	86.4	86.3
	50	19.7	-2.69	84.2	-28.3
	60	22.3	-3.39	84.8	-28.5
二番茶	10	22.7	-11.8	89.8	7.49
	20	22.1	-4.43	87.8	24.2
	30	22.3	-3.39	86.0	391.0
	40	23.5	-3.29	85.0	-38.2
	50	21.7	-2.67	81.7	-13.8
	60	22.7	-3.00	82.2	-14.1

第6表 赤外線照射茶の荒茶官能審査結果

茶期	赤外線照射時間(分)	外観	香気	水色	滋味	合計	指摘事項
一番茶	10	33	14	15	17	79	緑茶ふう、やや青臭
	20	36	16	17	18	87	やや緑茶ふう、やや青臭
	30	38	17	18	20	93	
	40	38	18	18	20	94	
	50	40	20	20	20	100	
	60	40	19	20	20	99	
二番茶	10	33	14	14	16	77	緑茶ふう
	20	36	16	17	18	87	やや緑茶ふう
	30	38	18	20	20	96	
	40	38	19	20	19	96	
	50	38	20	20	20	98	
	60	40	18	20	20	98	

考 察

個別遊離アミノ酸含有量は、一番茶ではテアニンが最も高く、組成比は通常の緑茶と同程度であり、うま味成分を損なうことなく製造することが可能であった。 γ -アミノ酪酸の含有量については、赤外線照射20分~50分までの茶は、「ギャバロン茶」とほぼ同等の含有量であった¹⁾。二番茶については、 γ -アミノ酪酸含有量が低い値となったが、これは、供試原葉に遊離アミノ酸量が少なかったためと考えられた。なお、赤外線照射茶の遊離アミノ酸含有量が、一番茶及び二番茶とも低かったのは、各茶期ともに、後期に摘採及び製造を行ったためである。

「ギャバロン茶」における主要なアミノ酸の変化は、グルタミン酸、アスパラギン酸が減少し、 γ -アミノ酪酸、アラニンが増加するが¹⁾、 γ -アミノ酪酸は、グルタミン酸がグルタミン酸デカルボキシラーゼにより、脱炭酸されて生成すると考えられている。今回開発を行った茶においても、グルタミン酸及びアスパラギン酸が減少し、 γ -アミノ酪酸及びアラニンが増加しており、他の報告と一致した^{8,9)}。しかし、増加割合についてみると、アラニンが他の報告より少なかった^{8,9)}。

竹内ら⁸⁾は茶葉を嫌気条件下においた場合、 γ -アミノ酪酸、アラニン、グルタミン酸、アスパラギン酸の変化は、1時間~3時間の間に開始されるとしている。袴田ら¹⁰⁾は、 γ -アミノ酪酸は1時間~5時間で急増し、処理温度が高いほど顕著であったとしている。本試験で開発を行った茶では、赤外線照射時間20分で、 γ -アミノ酪酸含有量が2.70mg/gに達した。したがって、赤外線照射における γ -アミノ酪酸の生成やそれに伴うアミノ酸の変化は、嫌気処理より早く、1時間以内で起こることが確認された。

また、生葉の攪拌処理によっても γ -アミノ酪酸の増加が認められたことから、今回開発を行った茶における γ -アミノ酪酸蓄積に関しては、攪拌及び赤外線照射相互の影響によるものであると考えられた。

ところで、チャでの嫌気条件下における γ -アミノ酪酸の生成は、茶葉細胞の構造変化に伴い、細胞質pHが低下し、グルタミン酸デカルボキシラーゼの最適pHになることによると推定されている¹¹⁾。今回開発を行った赤外線照射による γ -アミノ酪酸の生成については、攪拌処理における細胞の破砕等に伴う細胞質pHの低下と加温による酵素活性の増大が主要要因と推察される。しかし、嫌気条件下では、 γ -アミノ酪酸の生成は、温度

には影響されない⁹⁾という報告があること、赤外線照射中の茶葉温度は44.5°C~46.0°Cと比較的高くなっていることなどから、本方法での詳細な γ -アミノ酪酸生成過程の解明を行う必要があると考えられた。

「ギャバロン茶」では、 γ -アミノ酪酸含有量として、少なくとも1.50mg/g以上が望ましいとしている。 γ -アミノ酪酸生成酵素であるグルタミン酸デカルボキシラーゼは、若芽において活性が高い⁹⁾ため、赤外線照射茶の場合においても、各茶期の早期に摘採、製造を行うことが重要であると考えられた。同時に、チャの品種や系統間に、 γ -アミノ酪酸生成量に差異がある^{12,13)}ことが明らかにされているため、品種間で比較を行うことが必要であると考えられた。

タンニンの主体をなすカテキン類は、高血圧の原因物質であるアンジオテンシンIIを生成する酵素のアンジオテンシンI変換酵素阻害能を持つことが知られている^{14,15)}。「ギャバロン茶」では、カテキン量は緑茶と同程度含まれており¹⁾、 γ -アミノ酪酸とカテキン類の相互作用により、血圧上昇を抑制している可能性もある。今回開発を行った茶のタンニン含有量は、半発酵による影響のため、減少する傾向が認められた。したがって、赤外線照射茶の血圧上昇抑制作用については、今後、検討を要する課題である。

以上のことから、生葉を攪拌しながら赤外線を照射することによって γ -アミノ酪酸を蓄積させることが可能であると判明した。赤外線の照射時間については、 γ -アミノ酪酸の含有量及び荒茶官能審査結果、その後の製茶工程に係わる時間を考慮に入れると、30分~50分が最適であると考えられた。

また、萎凋等の操作により、嫌気処理後の γ -アミノ酪酸含有量が減少する¹⁰⁾ことが認められているため、赤外線照射後は、直ちに蒸熱等による酵素の不活性化を行うことが望ましいと考えられた。

今回開発を行った赤外線照射茶は、 γ -アミノ酪酸の蓄積に要する時間が大幅に短縮できること、赤外線ランプにより、茶葉を加温しながら製造を行うため、雨滴や露等が付着した茶葉でも製造可能であることなどが従来の製造法にない特徴としてあげることができる。

なお、本製法による茶は、「ギャバ金太郎」として商品化された。

引用文献

1. 津志田藤二郎・村井敏信・大森正司・岡本順子(1987): γ -アミノ酪酸を蓄積させた茶の製造とその特徴.農化誌.61(7),817-822
2. 津志田藤二郎(1990):茶生葉におけるアミノ酸代謝の解明とその利用による新製品(ギャバロン茶)の開発.茶研報.72,43-51
3. 大森正司・矢野とし子・岡本順子・津志田藤二郎・村井敏信・樋口満(1987):嫌気処理茶(ギャバロン茶)による高血圧自然発症ラットの血圧上昇抑制作用.農化誌.61(11),1449-1451
4. Masashi Omori, Miyuki Kato, Toshiko Yano, Tojiro Tushida, Toshinobu Murai, Shuuichi Fukatsu and kaiyoshi Iwasa(1991):Effect of Anaerobically Treated Tea (Gabaron Tea) on the Blood Pressure of Spontaneously Rat Loaded Common Salt, Proc. Int'l Symp. on Tea Sci., Organization Committee of ISTS, Shizuoka Japan, 230-234
5. 村松敬一郎編(1991):茶の科学.朝倉書店.171-172
6. 白木与志也(1993):二番茶を利用した新香味茶の開発.神奈川園試研報.43,77-82
7. 池ヶ谷賢次郎・高柳博次・阿南豊正(1990):茶の分析法.茶研報.71,43-74
8. 竹内敦子・澤井祐典・深津修一(1994):茶葉中のアミノ酸量に及ぼす嫌気処理の温度と時間の影響.茶研報.80,13-16
9. 竹内敦子・澤井祐典・深津修一(1994):嫌気条件による γ -アミノ酪酸増加はチャの組織の熟度に依存する.茶研報.80,17-21
10. 袴田勝弘・中田典男・向井俊博・福島裕和・山口良・仲田智史(1988):嫌気処理茶(ギャバロン茶)の製法改善,嫌気処理条件の検討.茶研報.68,8-13
11. 津志田藤二郎(1986):摘採茶葉のセネッセンスに関する生化学的研究.茶業試験場研究報告.21,275-281
12. 高柳博次・山下正隆(1991): γ -アミノ酪酸生成における品種間差異と熟度の関係.茶研報.74(別冊),114-115
13. 佐波哲次・山下正隆・武弓利雄(1994):嫌気処理によるチャ新芽のアミノ酸変化の系統間差異.茶研報.79(別冊),94-95
14. 原征彦・松崎妙子・鈴木建夫(1987):茶成分のアンジオテンシンI変換酵素阻害能について.農化誌.61(7),803-807
15. 堀江秀樹・後藤哲久・木幡勝則(1996):各種茶のアンジオテンシンI変換酵素阻害能の比較.野菜・茶試研報.B(茶業)9,37-40