

チャへのマイクロ波照射による 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 Microwave Irradiation

Yoshiya SHIRAKI

摘 要

摘採後のチャ生葉にマイクロ波を照射することで、嫌気処理を行わずにγ-アミノ酪酸(GABA)含有量を増加させた茶の開発を行った。

1. γ-アミノ酪酸は、マイクロ波照射により増加する傾向が認められ、その含有量は一番茶で1.67mg/g~2.02mg/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. マイクロ波照射により、主要な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. マイクロ波照射により、テアフラビン類が増加し、その含有量は一番茶で3.57mg/100ml~11.80mg/100mlであった。

4. マイクロ波出力は0.3kw/生葉1kgが最適であり、照射時間は20分が適当であった。

5. 以上の結果から、チャ生葉にマイクロ波を照射することにより、嫌気処理を行わなくてもγ-アミノ酪酸含有量を一番茶葉に2.0mg/gまで高めることが可能であると考えられ、その主な要因は、グルタミン酸デカルボキシラーゼ活性が高くなったことによるものと推察された。また、テアフラビン類の含有量についても高めることが可能であると考えられた。

キーワード：チャ、マイクロ波、γ-アミノ酪酸(GABA)、テアフラビン類

Summary

A new type of semi-fermented tea, fresh tea leaves irradiated with microwave was developed. This new tea has been found to have accumulated γ -aminobutyric acid (GABA) at levels higher than ordinary green tea, without anaerobic conditions.

1) There was a tendency for the amount of GABA to be increased by microwave irradiation. The content of a first crop of green leaves was 1.67mg/g to 2.02mg/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 same method. However, the levels of aspartic acid and glutamic acid decreased.

本報告の一部は、日本茶業技術協会(1997年11月)において発表を行った。

- 3) The amount of theaflavins was increased by microwave irradiation. The content of a first crop of green leaves was 3.57mg/100ml to 11.80mg/100ml.
- 4) The optimum generating power of microwave irradiation was 0.3kw, and the optimum time for microwave irradiation was 20 minutes.
- 5) 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 microwave irradiation. It was suggested that the increase of amount of GABA was due to rise of glutamic acid decarboxylase activity. It was also considered that it was possible to increase the amount of theaflavins by using microwave irradiation.

Keywords: Tea, Microwave, γ -Aminobutyric acid (GABA), Theaflavins

緒 言

筆者¹⁾は、血圧上昇抑制作用のある γ -アミノ酪酸を通常の緑茶より多く含んだ茶として、チャ生葉を粗揉機中で攪拌しながら赤外線を数十分間照射し、半発酵を行わせた茶である「ギャバ金太郎」を開発した。この茶は、嫌気的な処理を行わずに、 γ -アミノ酪酸を2.00mg/g以上含んだ茶の製造を可能としたものである。

また、半発酵のための熱源としては、この他にマイクロ波の使用が考えられる。国及び各都府県の茶業関係試験研究機関において、マイクロ波を利用した様々な研究が行われているが、これらは、酵素の不活性化^{2,3,4)}や各製造工程中への応用^{5,6)}を目的としたものが多く、半発酵を目的として使用したものはほとんどない。

今回は、このマイクロ波照射により半発酵茶を作成し、その内容成分の分析を行ったところ、 γ -アミノ酪酸の蓄積が可能であるなど若干の知見を得たので報告する。

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。また、神奈川県湘南地域農業改良普及センターの渡部尚久博士には、本稿の御校閲を頂いた。ここに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1996年5月16日、1997年5月8日、二番茶は1996年7月22日、1997年7月7日に摘採を行った茶葉を試験に供した。

2. マイクロ波照射方法

(1) マイクロ波加熱装置

新日本無線製NJE2407型

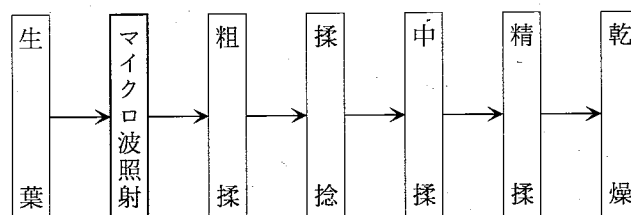
(2) マイクロ波照射方法及びその後の荒茶製造法

摘採後の生葉2kgをマイクロ波加熱装置に1kgずつ2回に分けて投入し、0.3kw~0.6kwのマイクロ波を10分~20分間照射した(第1表)。マイクロ波照射後の茶葉は混合し、少量製茶機2K型(カワサキ機工製)を用いて、標準製茶法により、粗揉、揉捻、中揉、精揉、乾燥を行った(第1図)。

また、マイクロ波照射中の装置内温度は、40°C~45°Cに設定した。

第1表 マイクロ波照射時間と照射後の茶葉温度

出力	照射時間(分)	茶葉温度(°C)
0.3kw	20	} 60~70
0.4kw	20	
0.5kw	15	
0.6kw	10	



第1図 マイクロ波照射茶の製造方法

3. マイクロ波照射茶葉の γ -アミノ酪酸含有量の変化

本試験では、マイクロ波照射装置を半発酵及び蒸熱工程として使用した。そこで、予備試験として、マイクロ波照射による茶葉中の γ -アミノ酪酸含有量の変化について検討を行った。材料は、当場内の「やぶきた」を用いて、1996年5月16日に摘採を行い、0.5kwのマイクロ波を15分間照射し、その間2.5分間隔でサンプリングし

た後、熱湯で殺青し乾燥した茶葉と0.5kwのマイクロ波を15分間照射した後、粗揉、揉捻、中揉、精揉、乾燥を経た荒茶を試験に供した。

また、併せて、蒸熱の要否について γ -アミノ酪酸含有量から検討を行った。

4. マイクロ波照射茶の成分分析及び官能審査

(1) 荒茶成分の定量

個別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、条件は以下のとおりとした。

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)

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、試料溶液の調整は、次のとおり行った。粉末試料400mgを100mlメスフラスコにとり、熱水70mlを加え80°Cの恒温水槽中で30分間加温抽出し、室温に冷却後メスアップした。この抽出液をJIS2種のろ紙でろ過後、0.3Nクエン酸リチウム溶液で2倍希釈し、0.45 μ mのメンブランフィルターに通し、これを高速液体クロマトグラフ試料とした。

テアフラビン類の分析は阿南らの方法⁷⁾により、高速液体クロマトグラフで行い、条件は以下のとおりとした。

装置：島津製作所LC-10AD

検出器：SPD-10A 検出波長：375nm

カラム：Mightysil (関東化学)

カラム温度：57°C

移動相：水：アセトン：リン酸=385:110:1.5(V/V)

流量：1ml/min

試料溶液の調整についても阿南らの方法⁷⁾により行った。

なお、個別遊離アミノ酸及びテアフラビン類ともに分析は1回とした。

(2) 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、4名の専門家を含む5名のパネ

ラーによる合議制により、各項目で最も優れたものを20点満点とする相対評価で、1997年12月4日に行った。

また、審査は、嗜好評価を主体に、「緑茶ふう」であるものは減点とする方法で行った。

5. グルタミン酸デカルボキシラーゼ(GDC)の活性測定

γ -アミノ酪酸は、グルタミン酸がGDCにより脱炭酸されて生成する。そこで、マイクロ波照射茶葉によるGDC活性の変化について検討を行った。

当場内の「やぶきた」を用い、1998年5月20日に摘採を行い、0.3kwのマイクロ波を20分間照射した茶葉及び無処理の茶葉を試験に供した。試料の抽出方法及びGDC活性の測定方法は、竹内らの方法⁸⁾により行った。

結 果

1. マイクロ波照射茶葉の γ -アミノ酪酸含有量の変化

マイクロ波照射茶葉の γ -アミノ酪酸含有量の変化を第2表に示した。

無処理の生葉では γ -アミノ酪酸含有量は0.23mg/gであったが、マイクロ波照射時間の経過に従い γ -アミノ酪酸含有量は増加する傾向にあり、5分後には0.82mg/g、10分後には1.05mg/g、15分後では1.26mg/gとなった。また、荒茶まで製造を行ったものは、1.67mg/gであった。

2. 荒茶成分

(1) 遊離アミノ酸含有量

マイクロ波照射茶の一番茶、二番茶における γ -アミノ酪酸含有量及び主要な遊離アミノ酸含有量を第3表、第4表及び第5表に示した。

1996年における一番茶の γ -アミノ酪酸含有量は、無処理では0.23mg/gであったが、マイクロ波照射茶では1.67mg/g~1.81mg/gであった。二番茶では無処理は0.10mg/gであり、マイクロ波照射茶では1.04mg/g~1.53mg/gと一番茶と比較するとやや低い値であった。

1997年一番茶における遊離アミノ酸の合計は、24.56mg/g~43.15mg/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最も高く、10.4

第2表 マイクロ波照射茶葉の γ -アミノ酪酸含有量の変化(1996年)

	無処理	2.5分	5分	7.5分	10分	12.5分	15分	荒茶
γ -アミノ酪酸含有量 (mg/g)	0.23	0.36	0.82	0.94	1.05	1.14	1.26	1.67

第3表 マイクロ波照射茶の γ -アミノ酪酸含有量(1996年)

出力	γ -アミノ酪酸含有量	
	一番茶	二番茶
無処理	0.23mg/g	0.10 mg/g
マイクロ波0.3kw	1.81	1.45
マイクロ波0.4kw	1.67	1.53
マイクロ波0.5kw	1.67	1.25
マイクロ波0.6kw	1.68	1.04

第4表 一番茶における主要な個別アミノ酸含有量(1997年)

アミノ酸	無処理		マイクロ波0.3kw		マイクロ波0.4kw		マイクロ波0.5kw		マイクロ波0.6kw	
	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	1.85	4.3	0.94	3.8	0.99	2.8	0.89	2.6	0.76	2.1
セリン	1.08	2.5	1.14	4.6	1.10	3.1	1.05	3.0	1.11	3.1
グルタミン酸	3.13	7.2	1.13	4.6	1.44	4.1	2.15	6.2	2.25	6.2
グルタミン	6.48	15.0	1.99	8.1	3.01	8.5	3.84	11.1	5.32	14.6
テアニン	22.18	51.4	10.43	42.5	14.92	42.0	14.57	42.0	14.84	40.8
アラニン	0.42	1.0	1.16	4.7	1.20	3.4	1.05	3.0	1.13	3.1
γ -アミノ酪酸	0.37	0.9	1.92	7.8	2.02	5.7	1.73	5.0	1.70	4.7
アルギニン	7.65	17.7	4.00	16.3	10.14	28.6	9.00	25.9	8.72	24.0
合計	43.15		24.56		35.52		34.72		36.37	

第5表 二番茶における主要な個別アミノ酸含有量(1997年)

アミノ酸	無処理		マイクロ波0.3kw		マイクロ波0.4kw		マイクロ波0.5kw		マイクロ波0.6kw	
	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	0.96	11.0	0.31	4.6	0.00	0.0	0.22	3.8	0.00	0.0
セリン	0.38	4.3	0.51	7.7	0.51	8.6	0.45	7.8	0.43	7.1
グルタミン酸	1.36	15.6	0.50	7.5	0.21	3.5	0.56	9.7	0.65	10.8
グルタミン	0.42	4.8	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
テアニン	5.62	64.4	3.08	46.4	3.10	52.3	3.09	53.3	3.49	57.9
アラニン	0.00	0.0	0.55	8.3	0.53	8.9	0.48	8.3	0.45	7.4
γ -アミノ酪酸	0.00	0.0	1.14	17.1	1.02	17.2	0.99	17.1	0.86	14.2
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
合計	8.73		6.64		5.93		5.79		6.03	

3mg/g~22.18mg/gであり、次いで、アルギニンが高かった。 γ -アミノ酪酸含有量は、無処理では0.37mg/gであったが、マイクロ波照射により顕著に増加する傾向を示し、その含有量は1.70mg/g~2.02mg/gであった。組成比については、4.7%~7.8%であった。

また、アスパラギン酸は、無処理では、含有量1.85mg/g、組成比4.3%であったのに対し、各マイクロ波照射茶は、含有量0.76mg/g~0.99mg/g、組成比2.1%~3.8%に減少した。グルタミン酸は、無処理の含有量3.13mg/g、組成比7.2%に対し、マイクロ波照射茶では、含有量1.13mg/g~2.25mg/g、組成比4.0%~6.2%に減少した。アラニンは、無処理では、含有量0.42mg/g、組成比1.0%であったのに対し、マイクロ波照射茶では、含有量1.05mg/g~1.20mg/g、組成比3.0%~4.7%に

増加した。

1997年二番茶における遊離アミノ酸の合計は、5.79mg/g~8.73mg/gであった。個別遊離アミノ酸は、テアニンの含有量が3.08mg/g~5.62mg/gと最も高かった。 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、マイクロ波照射により増加する傾向が認められ、含有量は0.86mg/g~1.14mg/g、組成比は14.2%~17.2%であり、テアニンに次いで高かった。また、アスパラギン酸及びグルタミン酸が減少し、アラニンは増加する傾向があった。

(2) テアフラビン類含有量

マイクロ波照射茶のテアフラビン類含有量を第6表及び第7表に示した。

テアフラビン類含有量の合計値は、一番茶及び二番茶

第6表 一番茶におけるテアフラビン類含有量 (mg/100ml)

テアフラビン類	無処理	マイクロ波0.3kw	マイクロ波0.4kw	マイクロ波0.5kw	マイクロ波0.6kw
テアフラビン	0.00	4.63	1.71	1.48	2.30
テアフラビン-3-モノガレート	0.00	2.63	0.88	0.69	1.43
テアフラビン-3'-モノガレート	0.00	2.30	0.92	0.71	1.15
テアフラビン-3,3'-ジガレート	0.00	2.24	0.83	0.69	1.09
合計	0.00	11.80	4.34	3.57	5.97

第7表 二番茶におけるテアフラビン類含有量 (mg/100ml)

テアフラビン類	無処理	マイクロ波0.3kw	マイクロ波0.4kw	マイクロ波0.5kw	マイクロ波0.6kw
テアフラビン	0.02	3.41	2.02	1.75	1.97
テアフラビン-3-モノガレート	0.00	2.64	0.97	0.89	1.16
テアフラビン-3'-モノガレート	0.00	2.04	1.01	0.89	0.93
テアフラビン-3,3'-ジガレート	0.00	2.27	0.97	0.90	0.88
合計	0.02	10.36	4.98	4.43	4.94

ともにマイクロ波0.3kw照射区が最も高く、それぞれ11.80mg/100ml, 10.36mg/100mlであった。それ以外の照射区では、一番茶は3.57mg/100ml~5.97mg/100ml, 二番茶は4.43mg/100ml~4.98mg/100mlの含有量であった。また、各照射区ともテアフラビンの含有量が最も高かった。

3. 荒茶官能審査

マイクロ波照射茶の荒茶官能審査結果を第8表に示した。

一番茶では、マイクロ波0.3kw照射区の官能審査合計点が76点と最も高く、ついで、マイクロ波0.6kw, 0.4kw, 0.5kw照射区の順であった。

二番茶についても一番茶と同様、マイクロ波0.3kw照射区の官能審査合計点が80点と最も高く、マイクロ波0.5kw照射区が最も低かった。

また、一番茶及び二番茶ともに、いわゆる「ギャバ臭」は認められなかった。

第8表 荒茶官能審査値

茶期	出力	外観	香気	水色	滋味	合計
一番茶	0.3kw	19	20	20	17	76
	0.4kw	13	18	18	20	69
	0.5kw	15	16	15	15	61
	0.6kw	20	17	17	19	73
二番茶	0.3kw	20	20	20	20	80
	0.4kw	16	18	18	18	70
	0.5kw	18	16	16	16	66
	0.6kw	17	17	18	18	70

4. グルタミン酸デカルボキシラーゼ (GDC) 活性

GDC活性の測定結果を第9表に示した。

生成した γ -アミノ酪酸量は、無処理葉では0.041 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ であり、マイクロ波照射葉では0.133 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ であった。生成した γ -アミノ酪酸量より算出したGDC活性は、無処理葉では0.040 $\mu\text{unit}/\mu\text{l}$ であり、マイクロ波照射葉では0.129 $\mu\text{unit}/\mu\text{l}$ であった。

第9表 マイクロ波照射茶葉等のGDC活性

	GABA生成量 ^a ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)	活性 ($\mu\text{unit}^b/\mu\text{l}$)
無処理葉	0.041	0.040
マイクロ波照射葉	0.133	0.129

^a粗抽出液1 μl あたりの値

^b1 unit: 37°Cで1分間あたり基質1 μmol の変化を触媒する酵素量

考 察

予備試験として行った、0.5kwのマイクロ波15分間照射による茶葉中の γ -アミノ酪酸含有量の変化では、その増加量は、無処理生葉では0.23mg/gであったが、5分後には3.5倍、10分後には4.6倍、15分後には5.5倍の1.26mg/gとなった。また、荒茶まで製造を行ったものの γ -アミノ酪酸含有量は、1.67mg/gであった。したがって、本試験における γ -アミノ酪酸は、主にマイクロ波照射中に生成したと考えられた。

また、蒸熱の要否について、 γ -アミノ酪酸含有量から検討を行ったが、前述の通り、マイクロ波15分間照射後の含有量は1.26mg/gであり、その後の製造工程を経た荒茶の含有量は1.67mg/gであった。したがって、この間に0.41mg/g生成されたことになり、酵素が十分に

不活性化されてはいなかったと考えられるものの、製造工程中に γ -アミノ酪酸の減少は認められなかったこと、半発酵茶であること、労力等を考慮し、蒸熱は行わないこととした。

次に、マイクロ波照射茶の個別遊離アミノ酸含有量は、茶のうま味の主体をなすとされるテアニンが最も高く、組成比も通常の緑茶と同程度であり、うま味を損なうことなく製造することが可能であった。マイクロ波照射茶の γ -アミノ酪酸含有量は一番茶で1.67mg/g \sim 2.02mg/gであった。二番茶では、 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。

いわゆる「ギャバロン茶」としては、 γ -アミノ酪酸含有量が1.50mg/g以上であることとされており⁹⁾、今回開発を行ったマイクロ波照射茶は、一番茶を使用したものではこの基準を越えることができた。

ところで、「ギャバロン茶」や「ギャバ金太郎」では、 γ -アミノ酪酸及びアラニンが増加し、グルタミン酸及びアスパラギン酸が減少することが明らかにされているが^{1, 10)}、今回開発を行ったマイクロ波照射茶においても、同様の変化を示しており、他の報告とも一致した^{8, 11)}。しかし、これらアミノ酸の増加割合や減少割合は、他の報告より少なかった^{1, 8, 11)}。

マイクロ波照射葉のGDC活性は、無処理葉のGDC活性と比較すると、3.2倍高い値を示した。 γ -アミノ酪酸は、グルタミン酸がGDCにより、脱炭酸されて生成することから、今回開発を行った茶における γ -アミノ酪酸の生成については、マイクロ波の加温作用により、GDCの活性が高くなったことが原因の一つではないかと推察された。しかし、嫌気条件下ではGDCの活性増加は認められなかった^{8, 12)}という報告があること、また、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¹¹⁾という報告があること、GDCの至適PHは5.8である¹³⁾と報告されていることなどから、本方法における γ -アミノ酪酸生成についての詳細な検討が必要であると考えられた。

テアフラビン類含有量についてもマイクロ波照射により増加することが認められ、その含有量は、マイクロ波0.3kw照射茶では一番茶で11.80mg/100ml、二番茶で10.36mg/100mlと紅茶並の含有量であることが明らかとなった。このテアフラビン類は、緑茶のカテキン類と同様、アンジオテンシンI変換酵素阻害能¹⁴⁾や食中毒細菌に対する抗菌性等^{15, 16)}の生体機能調節作用を持つことが明らかとなっている物質である。

このように、生葉にマイクロ波を照射することによって γ -アミノ酪酸やテアフラビン類を蓄積させることが可能であると判明した。

マイクロ波の出力及び照射時間については、 γ -アミノ酪酸の含有量、テアフラビン含有量及び荒茶官能審査結果を考慮すると、低出力で長時間照射した、出力0.3kwの20分間照射が最適であると考えられた。

今回開発を行ったマイクロ波照射茶は、 γ -アミノ酪酸の含有量は、嫌気処理を行った「ギャバロン茶」や攪拌・赤外線処理を行った「ギャバ金太郎」には及ばないものの、 γ -アミノ酪酸が蓄積された茶をマイクロ波照射装置の導入により、短時間で製造できることを示したものである。

また、既に乾燥工程用等として、マイクロ波加熱装置を導入している茶工場においては、生葉投入量やマイクロ波出力及び照射時間等についての検討が必要であると考えられるものの、製造可能ではないかと考えられた。

引用文献

- 1) 白木与志也(1998): チャの攪拌・赤外線照射による γ -アミノ酪酸の蓄積. 神奈川農総研報. 138, 41-47
- 2) 袴田勝弘・中田典男他(1991): 荒茶製造における蒸熱処理の代替としてのマイクロ波加熱. 茶研報. 73, 23-29
- 3) 深津修一・向井俊博他(1990): 製茶工程におけるマイクロ波加熱の利用(第4報) マイクロ波ブランチング葉を用いた簡易製茶法の検討. 茶研報. 72(別冊), 106-107
- 4) 松本五十生・落合勝義・船越昭治・中村公一・真野光雄・森田貞夫(1991): 新香味茶製造実用化技術の開発. 茶研報. 74, 1-9
- 5) 袴田勝弘・中田典男・向井俊博・山口良・橋山達二(1990): 精揉葉乾燥工程へのマイクロ波加熱の利用. 茶研報. 72, 19-25
- 6) 外島洋志男・伊藤勉・松本五十生(1995): 製茶工程中のマイクロ波加熱による緑茶の香味改善(第一報). 茶研報. 82(別冊), 50-51
- 7) 阿南豊正・高柳博次・池ヶ谷賢次郎(1988): 高速液体クロマトグラフィーによる紅茶のテアフラビン類の定量法. 日食工誌. 35(7), 487-489
- 8) 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
- 9) 野菜・茶業試験場茶業成果発表会利用加工部会(1998)

- ：茶業関係試験研究用語集（利用加工分野編）.茶研報.86,57-93
- 10)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
- 11)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
- 12)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.21,203-293
- 13)津志田藤二郎(1987)：チャの嫌氣的代謝とその利用.
化学と生物.25(11),699-701
- 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)Ishigami,T.,M.Watanabe, K. Fukui and Y.Hara(1991):
Antibacterial Activity of Tea Polyphenols Against
Foodborne,Cariogenic and Phytopathogenic Bacteria,
Proceedings of the International Symposium on Tea
Science,Organization Committee of ISTS,Shizuoka
Japan,248-252
- 16)Nakayama M.,M.Toda,S.Okubo and T.Shimamura
(1991):Inhibition of The Infectivity of Influenza Virus
By Tea,Proceedings of the International Symposium
on Tea Science,Organization Committee of ISTS,
Shizuoka Japan,291-293