

チャ生葉における γ-アミノ酪酸の効率的蓄積方法の開発*

白木与志也**

Development of Effective Accumulation Method of
γ-Aminobutyric Acid in fresh Tea leaves

Yoshiya SHIRAKI

摘 要

摘採後のチャ生葉を水中、グルタミン酸ナトリウム溶液中に赤外線を照射しながら浸漬処理すること等で、γ-アミノ酪酸（GABA）を蓄積させた茶の開発を行った。

1. GABAは、水中浸漬処理及びグルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理時間の経過に伴い、増加する傾向が認められた。その含有量は一番茶で2.4mg/g~3.4mg/gであり、二番茶で1.5mg/g~2.8mg/gであった。
2. GABAは、グルタミン酸ナトリウム溶液の濃度が高くなるにしたがい増加する傾向が認められ、その含有量は一番茶で2.6mg/g~4.3mg/g、二番茶で2.3mg/g~4.9mg/gであった。
3. チャ生葉を粗揉機中で加温することなしに粗揉を行うことにより、GABAは増加する傾向が認められ、その2時間後の含有量は、一番茶で2.1mg/gであった。
4. 水中浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理、粗揉機による粗揉処理により、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、GABA及びアラニンが増加した。
5. 以上の結果から、チャ生葉を水中やグルタミン酸ナトリウム溶液中等に赤外線を照射しながら浸漬処理を行うことによって、GABA含有量を高めることが可能であった。また、粗揉機中で粗揉を行うことによってもGABA含有量を高めることが可能であった。その主な要因としては、グルタミン酸デカルボキシラーゼ活性が高まることによるものであると推察された。

キーワード：チャ、γ-アミノ酪酸、水中浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理、赤外線加温、粗揉処理

Summary

A new type of tea, fresh tea leaves irradiated with infrared rays, under a water soak method and under sodium glutamate solution soak method, was developed. This new tea has been found that it has accumulated as much γ-aminobutyric acid (GABA) as Gabaron tea.

1. There was a tendency for the amount of GABA to be increased with the lapse of water soaking time and sodium glutamate solution soaking time. The GABA content of the first crop of green leaves was

- 2.4mg/g to 3.4mg/g; that of the second crop of green leaves was 1.5mg/g to 2.8mg/g.
2. There was a tendency for the amount of GABA to be increased with sodium glutamate concentration. The content of the first crop of green leaves was 2.6mg/g to 4.3mg/g; that of the second crop of green leaves was 2.3mg/g to 4.9mg/g.
 3. There was a tendency for the amount of GABA to be increased by fresh leaves primary drying treatment without increasing temperature. The GABA content of the first crop of green leaves two hours later was 2.1mg/g.
 4. The amounts of GABA and alanine were also increased by the use of same methods. However that of aspartic acid and glutamic acid were decreased.
 5. The result of this study shows that it is possible to increase the amount of GABA in tea leaves by means of water soak treatment, sodium glutamate solution soak treatment with infrared rays irradiation and primary drying treatment. It suggested that the increase of the amount of GABA was due to rise of glutamic acid decarboxylase activity.

Keywords: Tea, γ -Aminobutyric Acid, Water soak treatment, Sodium glutamate solution soak treatment, Infrared rays, Primary drying treatment

の意を表す。

緒 言

γ -アミノ酪酸(以後GABAと略す)は、血圧上昇抑制作用を持ったアミノ酸であり、茶では、農水省野菜茶試の津志田らが開発した「ギャバロン茶」^{1, 2)}に多く含まれている。

筆者は、これまで、GABAを多く含んだ茶として、半発酵茶である「ギャバ金太郎」³⁾の開発を行った。また、いわゆる「ギャバロン茶」としてのGABA含有量の基準値⁴⁾以上に含まれている茶であるマイクロ波照射茶⁵⁾を開発してきた。

これらの茶におけるGABAの蓄積方法は、生葉を嫌気処理、攪拌・赤外線照射処理、マイクロ波照射処理することによるものである。その他、粗揉機の熱風を利用する方法など⁶⁾によって、ある程度茶葉にGABAを蓄積させることができる。

そこで、本試験では、その他の条件下におけるGABA蓄積法の検討を行ったところ、生葉の水中浸漬処理、生葉のグルタミン酸溶液浸漬処理、生葉の粗揉処理を行うことで、茶葉にGABAが蓄積されることを認めたので報告する。

また、これらの茶に含まれ、様々な生体機能調節作用を持つカテキン類^{7, 8, 9)}やテアフラビン類^{10, 11)}の含有量についても明らかにしたので、あわせて報告する。

なお、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、本稿の校閲を頂いた。ここに記して感謝

材料及び方法

1. 供試材料

試験には、いずれも神奈川県農業総合研究所津久井試験場内の「やぶきた」を用いた。茶葉は、出開度約50%の時期に1芯3葉で摘採を行った。また、水中浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理等に使用した水は、すべて蒸留水を使用した。

2. 水中浸漬処理

一番茶は1996年5月7日、1997年5月6日、1998年4月30日、二番茶は1997年7月2日、1998年7月1日にそれぞれ、摘採を行い試験に供した。

チャ生葉は、100gを3lの水を満たしたビーカー中に1時間~3時間浸漬処理し、時々攪拌を行った。また、赤外線照射によりグルタミン酸デカルボキシラーゼ(GDC)活性の増大を図った赤外線加温区を設置した。赤外線は、赤外線ランプ(岩崎電気製IR100V 375WRH)1個を用い、3lビーカーの約30cm上部に固定し、照射を行った(以下の赤外線加温区についても同様)。

3. グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理

一番茶は1998年4月30日、二番茶は1998年7月1日に摘採を行い試験に供した。

摘採後の生葉100gを3lのグルタミン酸ナトリウム

溶液 (0.01M, 0.02M, 0.05M, 0.1M, 0.2M) 中に1時間~3時間浸漬処理し, 時々攪拌を行った。また, それぞれについて, 赤外線照射による赤外線加温区を設置した。

4. グルタミン酸, グルタミン酸カリウム溶液浸漬処理

1999年5月13日に摘採を行った茶葉を試験に供した。チャ生葉100gを3lの0.01Mのグルタミン酸及びグルタミン酸カリウム溶液に1時間~3時間浸漬処理し, 時々攪拌を行った。また, それぞれについて, 赤外線照射による赤外線加温区を設置した。

5. 粗揉処理

1999年5月7日に摘採を行った茶葉を試験に供した。茶生葉2kgを少量製茶機(2kg型)の粗揉機中に投入し, 加温することなしに2時間粗揉を行った。

6. 分析方法

GABA等の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, 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, 試料溶液の調整は前報⁵⁾に記載の通り行った。カテキン類, カフェインの分析は堀江らの方法¹²⁾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: SPD10A 検出波長: 270nm

カラム: Mightysil (関東化学)

カラム温度: 40°C

移動相: 水: アセトニトリル: メタノール: リン酸 = 82.5: 11: 6: 0.5 (V/V)

流量: 1.0ml/min

試料溶液の調整についても堀江らの方法¹²⁾により行った。

テアフラビン類の分析は阿南らの方法¹³⁾により, 高速液体クロマトグラフで行い, 条件等は以下のとおりとした。また, 同定及び定量はテアフラビン標準物質 (SIG

MA製: TEA EXTRACT From Black Tea) により行った。

装置: 島津製作所LC-10AD

検出器: SPD10A 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: 1.0ml/min

試料溶液の調整についても阿南らの方法¹³⁾により行った。

なお, 遊離アミノ酸, カテキン類, テアフラビン類ともに分析は1回とした。

7. グルタミン酸デカルボキシラーゼ (GDC) 活性の測定

GDC活性は, 水中3時間浸漬処理葉 (赤外線加温区, 無加温区) 及びグルタミン酸ナトリウム溶液3時間浸漬処理葉 (赤外線加温区, 無加温区) について検討を行った。

試験には, 1999年5月20日に摘採を行った茶葉を供した。

GDC活性の測定は, 概ね竹内ら¹⁴⁾の方法により行った。

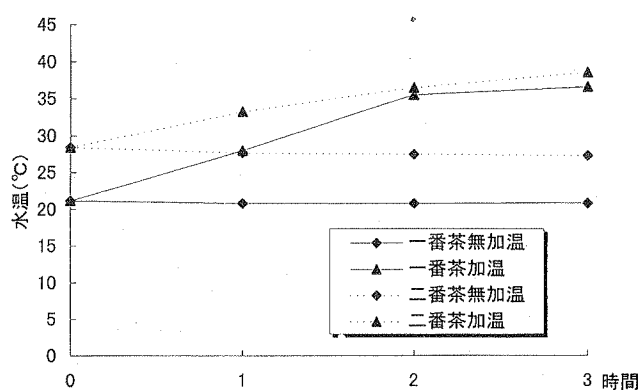
結 果

1. 水中浸漬処理及びグルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理

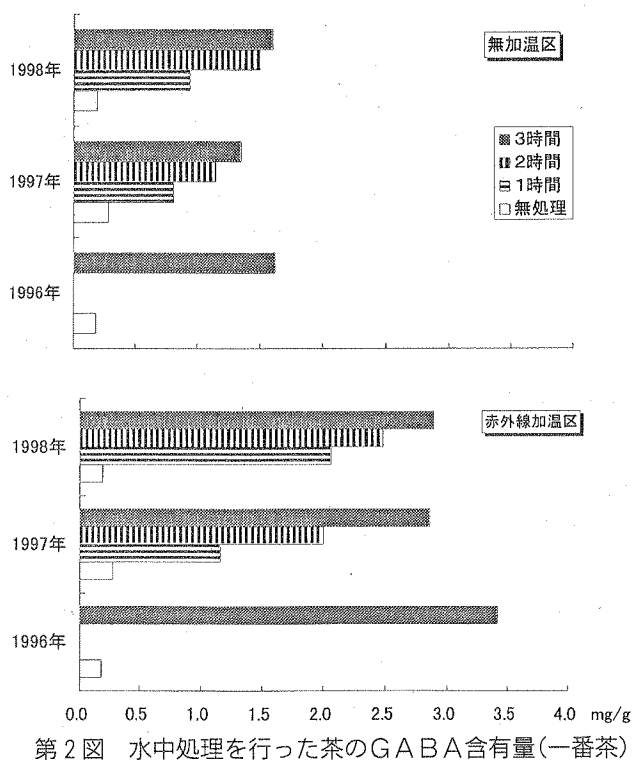
(1) 試験を行った水温について

水温は1998年に一番茶, 二番茶における試験で測定を行い, 水中浸漬処理区及びグルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理区の平均値を求めた。

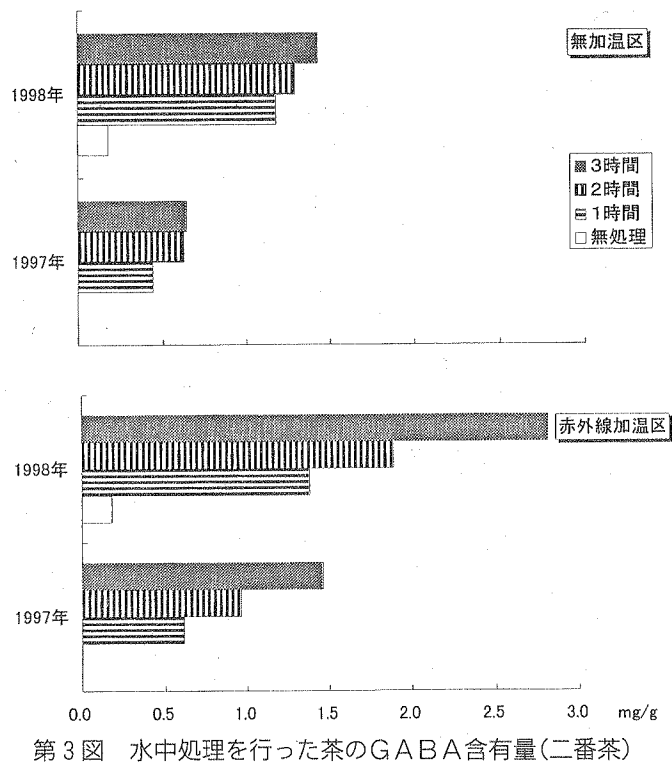
時間ごとの水温平均値の変化について, 第1図に示した。



第1図 試験区の水溫の変化



第2図 水中処理を行った茶のGABA含有量(一番茶)



第3図 水中処理を行った茶のGABA含有量(二番茶)

一番茶における初期水温(0時間)は21.2°Cであり、無加温区ではその後、20.8°C~20.9°Cの間で推移した。同様に、赤外線加温区では28.0°C~36.5°Cで推移した。また、二番茶における初期水温は28.4°Cであり、無加温区ではその後、27.2°C~27.6°Cの間で推移し、赤外線加温区では33.2°C~38.5°Cで推移した。

以上のように、赤外線加温区の水温は、無加温区の水温と比較し、一番茶で7.2°C~15.6°C、二番茶で5.6°C~11.3°C高く推移した。

(2) 水中浸漬処理における生葉のGABA含有量

水中浸漬処理における生葉のGABA含有量を第2図及び第3図に示した。

一番茶では、各年度において無加温区及び赤外線加温区ともに処理時間が長くなるに従いGABAが増加する傾向が認められた。その3時間後における含有量は、無加温区では1.3mg/g~1.6mg/gであり、赤外線加温区では2.4mg/g~3.4mg/gであった。

また、無処理生葉と比較すると、無加温区では4.8倍~9.0倍、赤外線加温区では10.2倍~19.0倍の増加量であった。

二番茶においても一番茶と同様に、各年度において無加温区及び赤外線加温区ともに処理時間が長くなるに従いGABAが増加し、その3時間後における含有量は、無加温区では0.6mg/g及び1.4mg/gであり、赤外線加温区では1.5mg/g及び2.8mg/gであった。無処理生葉

と比較すると無加温区では7.9倍、赤外線加温区では15.6倍の増加量であった。

(3) グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理における生葉のGABA生成量について

グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理葉におけるGABA含有量を第4図及び第5図に示した。

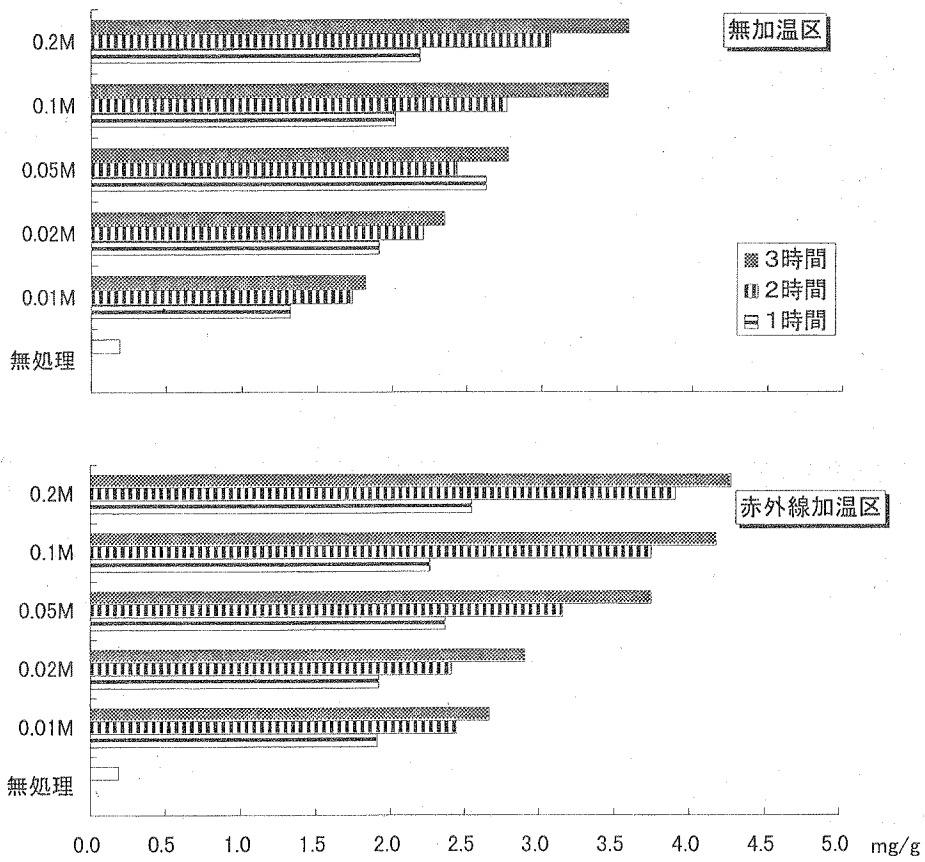
一番茶では、無加温区、赤外線加温区ともに処理時間の経過及びグルタミン酸ナトリウム濃度が高くなるに従いGABAが多くなる傾向が認められた。その3時間後における含有量は、無加温区では1.8mg/g~3.6mg/gであり、赤外線加温区では2.7mg/g~4.3mg/gであった。

また、無処理生葉と比較すると無加温区では9.6倍~18.8倍、赤外線加温区では14.1倍~22.5倍の増加量であった。

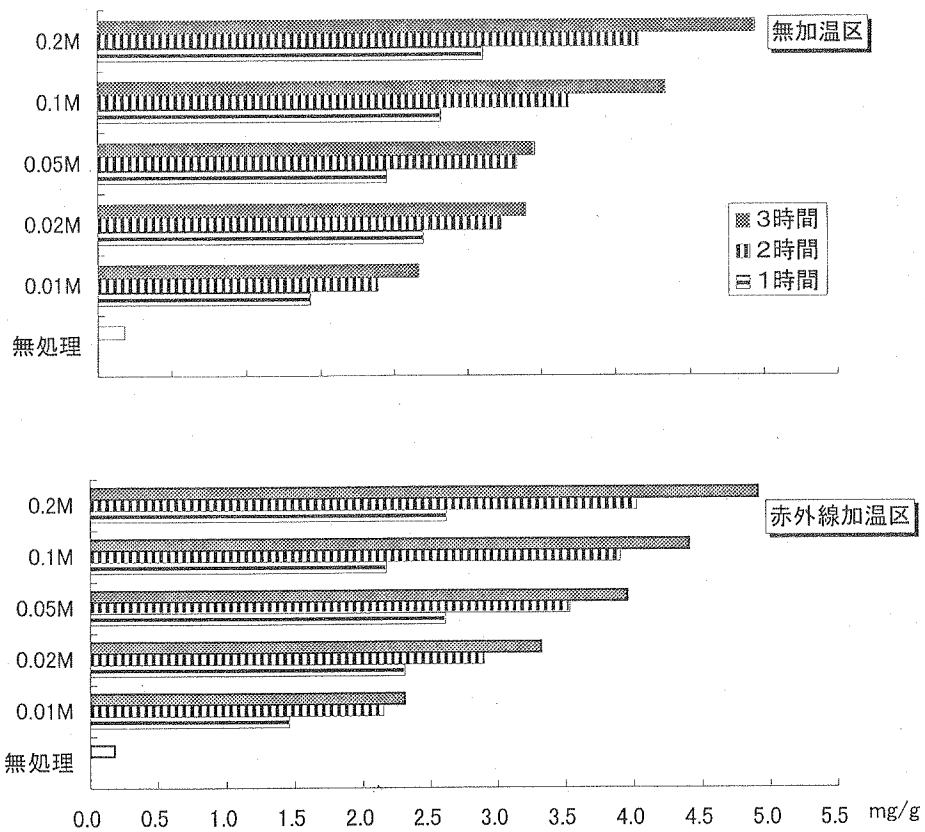
二番茶においても無加温区及び赤外線加温区ともに処理時間の経過及びグルタミン酸ナトリウム濃度が高くなるに従いGABAが多くなる傾向が認められた。その3時間後における含有量は、無加温区では2.2mg/g~4.4mg/gであり、赤外線加温区では2.3mg/g~4.9mg/gであった。

また、無処理生葉と比較すると無加温区では12.1倍~24.7倍、赤外線加温区では12.8倍~27.3倍の増加量であった。

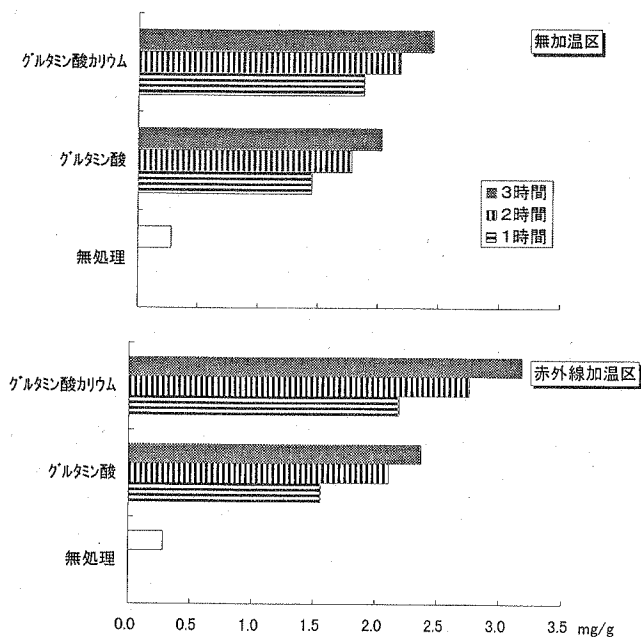
(4) グルタミン酸の形態の違いによるGABA生成量に



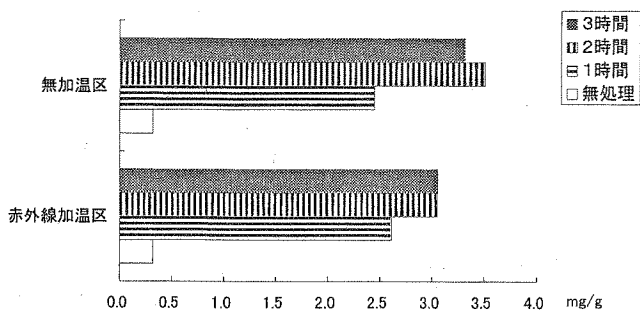
第4図 GluNa溶液処理を行った茶のGABA含有量(一番茶)



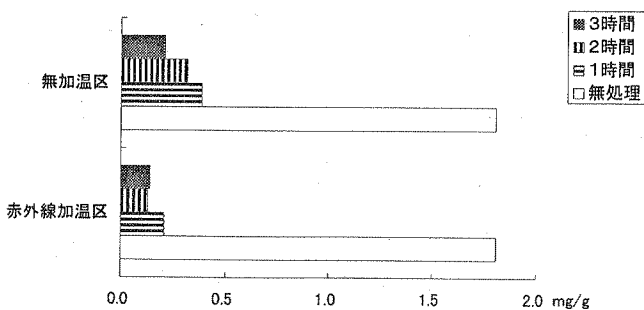
第5図 GluNa溶液処理を行った茶のGABA含有量(二番茶)



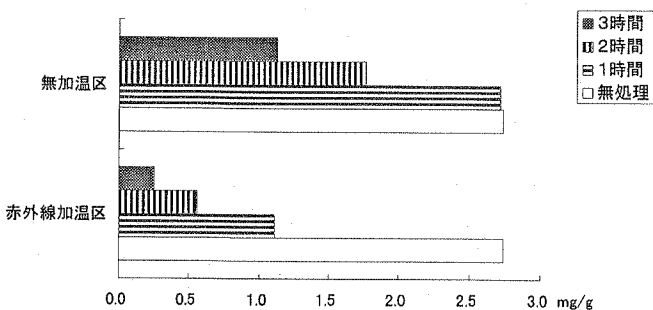
第6図 各種Glu溶液処理を行った茶のGABA含有量



第7図 水中処理茶のALA含有量(1998年)



第8図 水中処理茶のASP含有量(1998年)



第9図 水中処理茶のGlu含有量(1998年)

ついて

グルタミン酸の形態の違いによるGABA生成量について第6図に示した。

無加温区では、グルタミン酸溶液浸漬処理、グルタミン酸カリウム溶液浸漬処理ともに処理時間の経過に伴いGABAが多くなる傾向が認められた。その3時間後における含有量は、グルタミン酸溶液では2.0mg/gであり、グルタミン酸カリウム溶液では2.5mg/gであった。また、同様に赤外線加温区では、グルタミン酸溶液浸漬処理では2.4mg/gであり、グルタミン酸カリウム溶液浸漬処理では3.2mg/gであった。いずれの溶液処理においても赤外線照射区の方が無加温区と比較し1.2倍～1.3倍GABA含有量が高い傾向が認められた。

(5)その他の主要なアミノ酸の変化について

水中浸漬処理における1998年一番茶のその他の主要なアミノ酸含有量の変化について、第7図～第9図に示した。

無加温区及び赤外線加温区ともにアラニン(以後ALAと略す)は増加し、アスパラギン酸(以後ASPと略す)及びグルタミン酸(以後GLUと略す)は減少する傾向が認められた。また、それぞれの3時間後の含有量が無処理生葉と比較すると、ALAでは、無加温区及び赤外線加温区ともに8.0倍～10.4倍の増加であり、ASPでは、両区ともにほぼ10%以下に減少した。GLUでは、無加温区では1996年を除いて40%～50%に減少した、赤外線加温区では10%～20%に減少した。この傾向は、図表は省いたが、GLUを除いて、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理を行った茶についても同様であった。

同様に図表は省いたが、テアニン及びその他のアミノ酸組成比については、各処理区ともに無処理生葉と同程度の含有量であった。

(6)カテキン類、カフェインの含有量について

一番茶における水中浸漬処理でのカテキン類及びカフェインの含有量について第1表に示した。

カテキン類の含有量は、無加温区及び赤外線加温区ともに無処理生葉と同程度の含有量であり、赤外線加温の有無や処理時間との明確な傾向は認められなかった。

カフェインについても同様に、無加温区及び赤外線加温区ともに無処理生葉と同程度の含有量であり、処理時間と赤外線加温の有無との間に明確な傾向は認められなかった。

(7)グルタミン酸デカルボキシラーゼ活性

グルタミン酸デカルボキシラーゼ活性測定結果について第2表に示した。

生成したGABA量は、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理の赤外線加温区、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理の無加温区、水中浸漬処理の赤外線加温区、水中浸漬処理の無加温区の順に多かった。生成したGABA量より算出したGDC活性もこの順に高かった。

2. 粗揉処理

(1) GABA及び主要なアミノ酸含有量

粗揉処理葉におけるGABA含有量を第10図に示した。

GABA含有量は、処理30分後に1.5mg/gとなり、処理1時間で1.7mg/g、2時間後では2.1mg/gとなり、無処理生葉と比較すると5.2倍の増加であった。

その他の主要なアミノ酸のうち、ALAは増加し、ASP及びGLUは減少した(第11図)。また、図表には示していないがテアニン及びその他のアミノ酸組成比については増減が認められなかった。

(2) カテキン類、テアフラビン類、カフェイン含有量

テアフラビン類含有量について

粗揉処理茶のテアフラビン類含有量について第3表に示した。

無処理生葉では0.1mg/100mlであったの対し、粗揉処理葉では、処理時間の経過に伴い増加する傾向にあり、その含有量は1.7mg/100ml~11.2mg/g100mlであっ

第1表 水中浸漬処理茶のカテキン組成 (1999年一番茶)

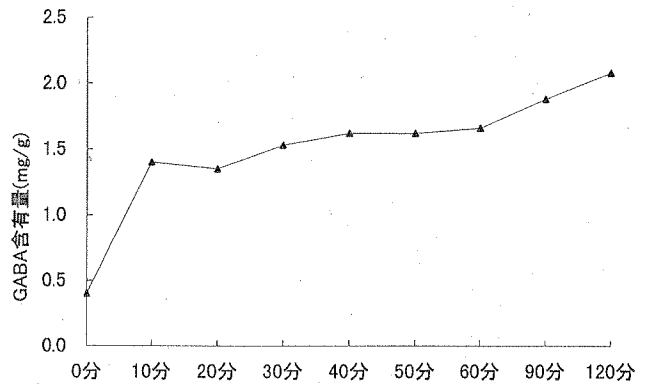
処理方法	カテキン類(%)				合計	カフェイン(%)
	EGC	ECg	EGCg	C		
無処理生葉	3.1	1.4	7.2	1.3	13.0	2.4
1時間	3.4	1.4	7.1	1.1	13.0	2.5
無加温	3.7	1.6	6.5	1.5	13.3	3.1
2時間	2.7	1.3	7.1	1.3	12.4	2.3
3時間	2.7	1.2	6.5	1.3	11.7	2.2
赤外線加温	2.9	1.3	7.2	1.2	12.6	2.4
2時間	3.7	1.7	8.1	1.6	15.1	3.1
3時間						

第2表 水中浸漬処理茶等のGDC活性

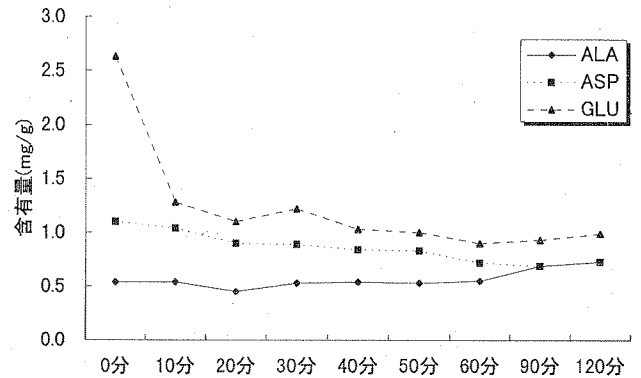
処理方法	GABA生成量 ^a	活性
	($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)	($\mu\text{unit}^b/\mu\text{l}$)
無処理葉	0.129	0.125
水中浸漬処理	無加温	0.171
	赤外線加温	0.207
GluNa溶液浸漬処理	無加温	0.240
	赤外線加温	0.272

^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



第10図 攪拌処理茶のGABA含有量の変化



第11図 攪拌処理茶のアミノ酸含有量の変化

第3表 粗揉処理茶のテアフラビン含有量(mg/100ml)

処理方法	TF	TF-1	TF-1'	TF-2	合計
無処理生葉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10分	0.9	0.3	0.3	0.2	1.7
20分	1.3	0.5	0.4	0.3	2.5
30分	1.7	0.7	0.7	0.4	3.5
粗揉	2.0	0.9	0.9	0.6	4.4
40分	2.5	1.2	1.2	0.8	5.7
50分	2.6	1.4	1.2	1.0	6.2
60分	3.5	2.0	1.6	1.5	8.6
90分	4.6	2.8	2.0	1.9	11.3
120分					

第4表 粗揉処理茶のカテキン組成 (1999年一番茶)

処理方法	カテキン類(%)				合計	カフェイン(%)
	EGC	ECg	EGCg	C		
無処理生葉	2.8	1.3	6.9	1.2	12.2	2.2
10分	4.0	1.5	8.0	1.1	14.5	2.5
20分	1.9	1.2	6.7	1.2	11.0	2.3
30分	1.9	1.5	7.0	1.5	12.0	3.0
粗揉	1.6	1.1	4.9	1.4	8.9	2.7
40分	1.4	1.0	4.3	1.3	7.9	2.7
50分	1.8	1.6	7.5	1.4	12.3	2.9
60分	1.7	0.7	3.0	1.4	6.7	2.6
90分	1.7	0.6	2.5	1.6	6.4	2.7
120分						

た。

カテキン類含有量について

粗揉処理茶のカテキン類含有量及びカフェイン含有量について第4表に示した。

カテキン類の合計は無処理生葉では、12.2%であったが、粗揉処理時間の経過とともに減少し、処理40分以降は9%以下となり、処理120分後には6.4%となった。

カフェインについては、粗揉処理茶は無処理生葉と同程度の含有量であり、処理時間との明確な関係は認められなかった。

考 察

GABAは茶では、生葉の嫌氣的条件下における処理^{1, 2)}、生葉の攪拌・赤外線照射処理³⁾、生葉のマイクロ波照射処理⁵⁾などの条件下で増加することが報告されている。この他、大豆では低温処理⁶⁾、ダイコンでは嫌気処理⁷⁾など植物体を様々な条件下に置くことにより、GABAが蓄積することが報告されている。

本試験では、チャ生葉を嫌氣的条件下であると考えられる水中や基質となるグルタミン酸が豊富に存在する水溶液中に浸漬処理を行うことで生成するGABA量について検討を行った。

また、チャ生葉を粗揉機により、粗揉処理を行うことによりGABA含有量を増加させる方法についても検討を行った。

その結果、茶生葉を水中やグルタミン酸ナトリウム溶液中に赤外線加温しながら1時間～3時間浸漬処理することで、GABA含有量を増加させることができることが判明した。生葉を粗揉機により粗揉を行う方法では、加温することなしに2時間粗揉することで、GABAを一番茶で2.0mg/g程度蓄積させることが可能であると判明した。

この水中浸漬処理によるGABAの蓄積は、米の胚¹⁷⁾においても認められるが、その含有量は2時間後で2.0mg/g以上であり、今回の茶とはほぼ同程度であったことが報告されている。

いわゆる「ギャバロン茶」としての基準は、GABA含有量が1.5mg/g以上である⁴⁾。今回、試験を行った水中浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理及び粗揉処理を行った茶葉で、この基準を越えることができた。特に、水中浸漬処理における赤外線加温区では、処理時間が2時間以上で2mg/g以上となった。

GABAの基質であるグルタミン酸の形態の違いによ

るGABA生成への影響では、グルタミン酸溶液浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理、グルタミン酸カリウム溶液浸漬処理を行った茶葉は、ともに2mg/g以上のGABAの生成が認められた。これは、グルタミン酸は、水溶液中においてカルボキシル基が $\text{COO}^- + \text{H}^+$ のように分離しており¹⁸⁾、同様に、グルタミン酸ナトリウムでは $\text{COO}^- + \text{Na}^+$ 、グルタミン酸カリウムでは $\text{COO}^- + \text{K}^+$ に分離して存在していると考えられるため、グルタミン酸の形態によるGABA生成の有無といった違いは認められなかったものと考えられた。

また、水中浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理を行った茶葉のGDC活性は、無処理葉のGDC活性と比較すると1.3倍～2.1倍高い値を示した。また、赤外線加温区では、無加温区と比較して、水中浸漬処理では1.2倍、グルタミン酸ナトリウム浸漬処理では1.1倍高い値であった。

従って、今回開発を行った水中浸漬処理茶及びグルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理茶のGABA生成についての主要な要因としては、嫌気条件及び赤外線による加温効果により、GDC活性が高まったことによるものではないかと推察された。

その他の主要なアミノ酸の含有量については、水中浸漬処理、グルタミン酸ナトリウム溶液浸漬処理、粗揉処理による茶では、GABA及びALAが増加し、GLU及びASPが減少した。この傾向は、「ギャバロン茶」や「ギャバ金太郎」におけるアミノ酸の消長と一致した^{1, 2, 3)}。

カテキン類、カフェインの含有量については、水中浸漬処理を行っても赤外線加温区及び無加温区とも無処理葉と差は認められなかったが、これは、今回行った程度の処理時間及び水温では、カテキン類やカフェインの溶出はあまりないものと考えられた。従って、カテキン類を減少させることなく高GABA含有茶を製造することが可能である。

また、粗揉処理を行った茶葉は、半発酵茶であるため、カテキン類が減少し、テアフラビン類が増加していると考えられたため、カテキン類及びテアフラビン類の含有量とカフェイン含有量について分析を行ったところ、粗揉処理茶においては、カテキン類が生葉と比較し約50%減少したものの、テアフラビン類が無処理生葉と比較して大幅に増加し、その含有量は11.2mg/100mlと紅茶並の含有量であった。カフェイン含有量については、生葉の粗揉処理による減少は認められなかった。

本試験における水中浸漬処理茶、グルタミン酸ナトリ

ウム溶液浸漬処理茶, 粗揉処理茶における血圧上昇抑制作用については, 別に検討が必要であると考えられた。

引用文献

- 1.津志田藤二郎ら(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.白木与志也(1997):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
- 4.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
- 5.白木与志也(1998):チャへのマイクロ波照射による γ -アミノ酪酸の蓄積.神奈川農総研報.139,49-55
- 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.菅沼雅美・藤木博太(1993):EGCGによるヒト癌の化学予防.農化誌.67(1),35-38
- 8.角田隆巳ら(1994):茶葉成分の歯周病原菌に対する抗菌作用.農化誌.68(2),241-243
- 9.手塚雅勝ら(1997):茶葉カテキン類のインフルエンザウィルスに対する不活化作用.衛生化学.43(5),311-315
- 10.T.ISHIGAMI et al(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
- 11.M.NAKAYAMA et al(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
- 12.堀江秀樹ら(1997):全国茶品評会入賞茶の化学成分(第5報)1994年審査会入賞茶のカテキン組成.茶研報.85,9-12
- 13.阿南豊正ら(1988):高速液体クロマトグラフによる紅茶のテアフラビン類の定量法.日食工誌.35(7),487-490
- 14.竹内敦子ら(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
- 15.W.WALLACE et al(1984):Rapid Accumulation of γ -Aminobutyric Acid and Alanine Soybean Leaves in Response to an Aburt Transfer to Lower Temperature, Darkness, or Mechanical Manipulation. Plant Physiol.75,170-175
- 16.J.G.Streeter and J.F.Thompson(1972):Anaerobic Accumulation of γ -Aminobutyric Acid and Alanine in Radish Leaves (Raphanus sativus L.). Plant Physiol.49,572-578
- 17.T.SAIKUSA et al(1994):Distribution of Free Amino Acids in the Rice Kernel and Kernel Fractions and the Effect of Water Soaking on the Distribution.J.Agric.Food Chem.42,1122-1125
- 18.生物化学(1976):朝倉書店