

【審査論文】

トマト葉の成分特性

山下まゆ美・岡本由希・高木亜由美・本三保子

Composition Characteristics of Tomato Leaves

Mayumi Yamashita, Yuki Okamoto, Ayumi Takagi and Mihoko Moto

要旨

本研究は、バイオマス資源の1つであるトマト葉の有効利用を検討するために、トマト葉の成分特性を明らかにすることを目的として、これまで明らかにされていなかったトマト葉の水分、タンパク質、脂質、灰分、糖質、食物繊維の分析を行った。また、トマト葉のアミノ酸の定量を行い、トマト果実に多く含まれる γ -アミノ酪酸が、トマト葉にも含まれるか分析した。 γ -アミノ酪酸には血圧上昇抑制作用があるので、 γ -アミノ酪酸を摂取するために、トマト葉抽出液を飲料として利用する場合を想定して、煎茶の成分と比較検討を行った。

トマト葉のタンパク質、脂質および糖質の含有量は煎茶に比較的近く、灰分については煎茶よりも多いことがわかった。さらに、トマト葉の γ -アミノ酪酸の消長を確かめるために、摘採時期による違い、トマトの生葉を無酸素処理した場合、およびトマト葉抽出液を調製する際の抽出温度による抽出量の差を検討した。その結果、トマト葉に含まれる γ -アミノ酪酸は、摘採時期および抽出温度による大きな差はなく、生葉の無酸素処理により増加することがわかった。しかしながら、トマト葉には毒性のあるトマチンが存在し、トマチンを除去しなければ食用できない。そのため、トマト葉に含まれる γ -アミノ酪酸を有効利用するために、トマチンの除去またはトマチンが抽出されない条件を検討する必要があることがわかった。

キーワード：トマト葉 (Tomato leaves)、アミノ酸 (Free amino acid)、 γ -アミノ酪酸 (γ -aminobutyric acid)

1. 緒言

トマト (学名: *Lycopersicon esculentum*) は南米原産のナス科の植物で、明治時代に日本に導入され、生食用、加工用など多くの品種がある。主な産地は千葉、愛知、熊本、茨城、福島などで、生食の他、ジュース、ピューレ、ペースト、ケチャップなどの加工品としても広く利用されている¹⁾。トマト果実には、糖や有機酸および遊離アミノ酸が多く含まれており、これらが味に影響しているとされている。特に多く含まれている遊離アミノ酸はグルタミン酸、アスパラギン酸、 γ -アミノ酪酸 (以下、GABA) であり²⁾、トマト果実の赤色色素として知られているリコピンとともに機能性が注目されている。

トマト果実は生食・加工用として広く利用されているものの、トマト果実を収穫後、非食用部分であるトマトの葉茎のほとんどが農地にすき込まれるか焼却されるなど、大半が農産廃棄物として廃棄されている。トマトの葉茎部は野菜等の非食用部分に分類されるバイオマス資源 (生物由来の有機性資源) の1つ

であり、有効な活用方法が求められている。トマト葉の利用を促進するためには、トマト葉の特徴を明らかにすることが重要である。

そこで本研究では、これまで明らかにされていなかったトマト葉の水分、タンパク質、脂質、灰分、糖質、食物繊維の分析を行い、トマト葉の成分特性を明らかにすることを目的とした。そして、トマト果実にはアミノ酸、特にGABAが多いことが知られており、トマト葉にもGABAが多く含まれていると期待されるので、トマト葉のアミノ酸について詳細に調べることにした。さらにGABAを摂取するためにトマト葉抽出液を飲料として利用する場合を想定して、煎茶の成分と比較検討を行った。

2. 試料および試料の調製方法

2-1 トマト果実

2007～2010年の夏に千葉県市川市二俣新町の圃場（以下、「圃場」と略記）および和洋女子大学実験室内（室温で栽培、太陽の照射時間は約4時間/日。以下、「室内」と略記）で栽培された、加工用トマト（品種：凛々子）、ミニトマト（品種：あいこ）、大型トマト（品種：おどりこ）の果実を試料に用いた。

2-2 トマト葉

圃場および室内で栽培した、加工用トマト（品種：凛々子）、ミニトマト（品種：あいこ）、大型トマト（品種：おどりこ）の葉を試料に用いた。

圃場のトマト葉は実を収穫した後、廃棄する直前のものを摘採した。トマト葉成分の季節変動を知るために、室内で栽培されたトマト葉は7月および9月に摘採した。

摘採したトマト葉は水洗後、60℃で16時間乾燥した（光照射用恒温庫バイオフォトチャンバLX-3000、TAITEC社製）。乾燥後のトマト葉を粉碎（茶吉TM10、Tescom社製）したものを乾燥トマト葉とし、一般成分の定量に用いた。

2-3 トマト葉の無酸素処理

茶葉においては、生葉を無酸素状態で保持すると、血圧上昇抑制作用のあるGABAが増加することが知られている³⁾。そこで、トマト葉の有効利用法を検討するために、トマト葉においても摘採後の生葉を無酸素処理することで、GABA量が増加するかどうかを検討した。本研究では、トマトの生葉を0～4時間窒素置換によって無酸素状態に置いたものを乾燥させて試料とした。なお、無酸素状態は窒素置換によって行ったもので、その際のpHの測定は行っていない。

2-4 トマト果実のアミノ酸分析用の試料の調製

トマト果実は室内で栽培した各成熟段階（未熟期、催熟期、半熟期、成熟期、完熟期）の加工用トマト（凛々子）を用いた。トマト果実を洗浄後、粉碎し（ホモジナイザー AM-11、日本精機製作所製）、5℃、3,000rpm で5分間遠心分離して、得られた上澄み液をメンブレンフィルター(0.45 μm、Advantec社製)に通したものをアミノ酸分析に用いた。

2-5 トマト葉のアミノ酸分析用の試料の調製

乾燥トマト葉に熱湯を加え、1.0%、1.5%および3.0% (W/V) とし、1.0%は1時間攪拌した後、1.5%および3.0%は3分間静置した後、No.2のろ紙でろ過し、さらに、メンブレンフィルターを通したものを

用いた。さらに、乾燥トマト葉からトマト葉抽出液を調製する際の抽出温度を20、40、80、100℃とし、同様に抽出した試料も分析に用いた。

2-6 煎茶のアミノ酸分析用の試料の調製

市販の煎茶は飲用抽出を行った。粉碎した市販の煎茶 1gに100mlの熱湯を加え、3分間静置した後、No.2のろ紙でろ過し、さらに、メンブレンフィルターを通したものをを用いた。

3. 実験方法

3-1 一般成分の定量

乾燥トマト葉の水分、タンパク質、脂質、灰分、糖質、食物繊維については、財団法人日本食品分析センターに分析を依頼した。水分は減圧加熱乾燥法、タンパク質はケルダール法、脂質は酸分解法、灰分は直接灰化法、食物繊維は酵素-重量法により分析した。

3-2 アミノ酸の定量

トマト葉抽出液およびトマト果実の遊離アミノ酸はアミノ酸自動分析計 (L-8800形高速アミノ酸分析計、日立製作所製) を用い、ニンヒドリン法で定量した。

4. 結果および考察

4-1 一般成分

乾燥トマト葉の一般成分の分析結果を表1に示す。水分は5.0%、タンパク質は28.8%、脂質は6.1%、灰分は15.0%、糖質は15.4%、食物繊維は29.7%であった。

乾燥トマト葉の一般成分の分析結果と、同じ葉を利用する食品である煎茶の一般成分⁴⁾を比較した。水分量は煎茶が2.8%で、乾燥トマト葉の約1/2であった。灰分は煎茶が5.0%であり、乾燥トマト葉の方が多かった。タンパク質は煎茶が24.5%であり、乾燥トマト葉は煎茶と比較的近い値であった。脂質は、煎茶が4.7%と、脂質においても乾燥トマト葉は煎茶に近い値であった。さらに、煎茶の糖質は16.5%で乾燥トマト葉に近い値であることがわかった。一方、煎茶の食物繊維は46.5%であり、乾燥トマト葉の約1.5倍であった。

以上のことから、乾燥トマト葉は煎茶よりも灰分が多く、タンパク質、脂質および糖質は煎茶に比較的近い値であるという特徴が示された。

4-2 アミノ酸

トマト果実のアミノ酸分析結果のうち、総アミノ酸量とGABA含有量を図1に示す。トマト果実を熟度別に比較したところ、半熟期の総アミノ酸は756.7mg/100g、GABAは113.1mg/100gであり、半熟期で最も高い値を示し、その後は減少傾向であった。同時期に葉を摘採していないため、比較することはできないが、トマト葉からトマト果実へGABAの移行の可能性があるものと考えられる。

表1 乾燥トマト葉の一般成分分析結果

| [%] | | | | | |
|-----|-------|-----|------|------|------|
| 水分 | タンパク質 | 脂質 | 灰分 | 糖質 | 食物繊維 |
| 5.0 | 28.8 | 6.1 | 15.0 | 15.4 | 29.7 |

次に、各品種の乾燥トマト葉のGABA含有量を図2に示す。乾燥トマト葉中のGABA含有量は、凜々子321.7mg/100g、あいこ284.7 mg/100g、おどりこ523.8mg/100gであった。いずれの品種においても、乾燥トマト葉中にGABAの存在が確認された。このことから、トマトには品種にかかわらず、果実だけではなく、葉の部分にもGABAが多量に含まれていることが確認された。

7月および9月に摘採した室内の乾燥トマト葉のアミノ酸分析結果を図3に示す。総アミノ酸量およびGABA含有量は9月のトマト葉において減少傾向が認められた。しかしながら、トマト果実を収穫した後の乾燥トマト葉にもアミノ酸およびGABAが存在することが示され、農産廃棄物として廃棄されるトマト葉の利用に有効性が示された。

トマトの生葉を0～4時間無酸素状態に置いた場合のGABA含有量の変化を図4に示す。いずれもトマト葉は乾燥させたものを分析している。室内で栽培されたトマトであるためGABA量は少ないものの、窒素置換3時間後に130.4mg/100gとピーク値を示していた。茶においては、生葉の周辺空気は無酸素状態に置くことでGABAが増加することが確認されている³⁾。この結果から、トマト葉の生葉の周辺空気は無酸素状態にし、窒素置換して数時間嫌気処理することで、茶の場合と同様にGABA含有量が増加することが確認された。

乾燥トマト葉の抽出温度の違いによるGABA含有量の変化を図5に示す。いずれの抽出温度においても、抽出されたGABAは400mg/100g程度であった。このことから、抽出温度の違いによる大きな差はみられなかった。乾燥トマト葉中のアミノ酸の1つであるGABAは水に溶けやすいことがわかり、乾燥トマト葉の利用は有効であることが示された。

なお、市販の煎茶をアミノ酸分析した結果、煎茶を飲用抽出した場合のGABA含有量は

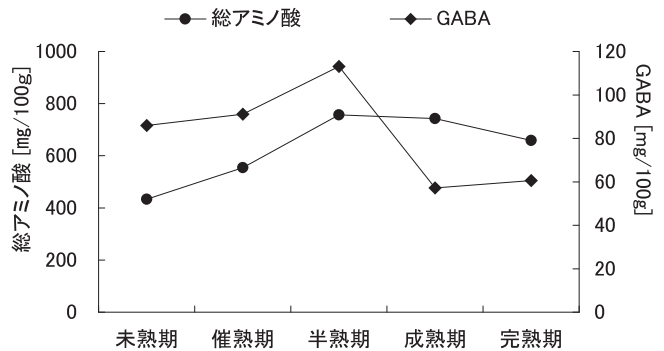


図1 熟度別のトマト果実（凜々子）の総アミノ酸およびGABA含有量

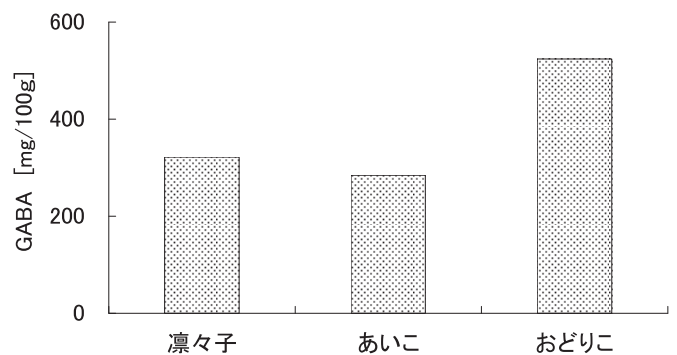


図2 各品種の乾燥トマト葉のGABA含有量

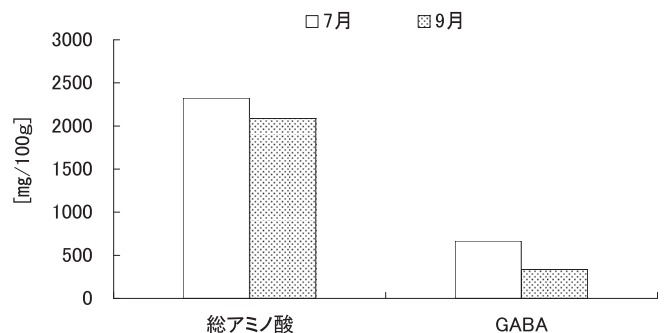


図3 摘採時期の違いによる乾燥トマト葉の総アミノ酸およびGABA含有量

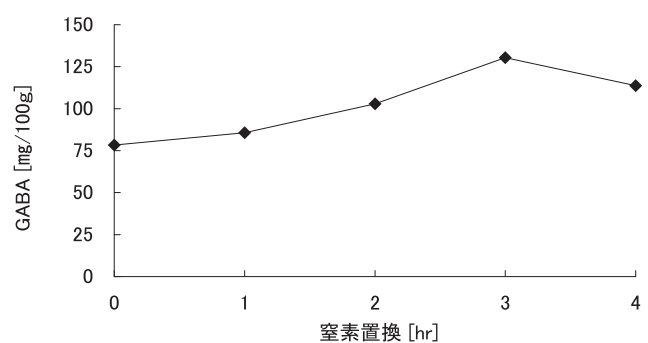


図4 トマト葉を無酸素状態に置いた場合のGABA含有量の経時変化

10.6mg/100gであったことから、乾燥トマト葉中のGABA含有量は市販の煎茶よりも多いことが確認できた。このことから、乾燥トマト葉を飲料として用いる可能性がある場合は、市販の煎茶（無酸素処理をしないもの）よりもGABAが多いので、GABAを効率よく摂取できるものと考えられた。

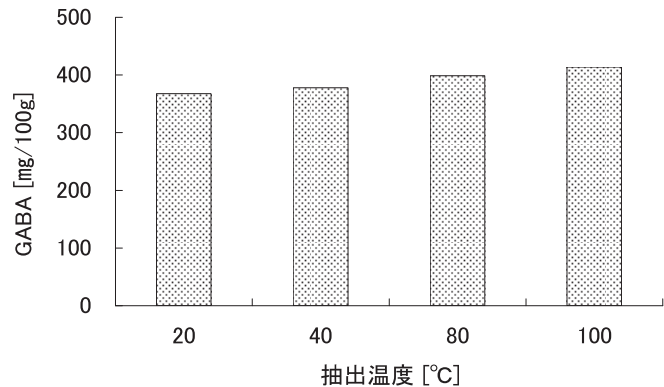


図5 乾燥トマト葉の抽出温度の違いによるGABA含有量の変化

5. 総括

トマト葉の成分特性を知るために、トマト葉の一般成分、トマト果実および葉のアミノ酸を

測定し、同じ葉を利用する食品である煎茶の成分と比較した。その結果、乾燥トマト葉は煎茶よりも灰分が多く、タンパク質、脂質および糖質は煎茶に比較的近い値であるという特徴が示された。

アミノ酸については、トマト果実に多く含まれているGABAに注目して分析を行った。GABAは品種が異なってもほぼ同程度含まれていることがわかった。そして、トマト果実を収穫した後の9月に摘採した葉においてもGABA含有量は大きく減少することはなかった。さらに、茶において生葉の周辺空気を無酸素状態にし、窒素置換することで、GABA含有量を増加させる処理方法と同様に生のトマト葉を無酸素状態に置いたところ、トマト葉においてもGABA含有量が増加することが確認された。また、トマト葉抽出液を調製する際の、抽出温度の違いによるGABAの抽出量には大きな変化はなく、トマト葉中のGABAが水に溶けやすいことが確認された。

本研究において、トマト葉の成分特性について検討したところ、トマト葉には血圧上昇抑制作用のあるGABAが多く含まれることがわかり、トマト葉を有効活用することができるものと期待された。しかしながら、トマト葉にはトマチンが含まれ、トマチンを取り除かなければ、食用として利用することができない。トマチンはジャガイモの芽に含まれるソラニンと似た構造を持つアルカロイド配糖体で、多量に摂取するとヒトに毒性があることが知られている⁵⁾。そのため、トマト葉からトマチンを除去またはトマチンが抽出されない抽出条件を検討する必要がある。以上のことから、トマト葉からトマチンを除去することにより、トマト葉に特徴的であるGABAを利用できれば、農産廃棄物であるトマト葉の有効利用につながるものと期待できる。

6. 参考文献

- 1) 五十嵐修, 小林彰夫, 田村真八郎編. 丸善食品総合辞典. 普及版. 丸善, 2005, p.765-766, ISBN 4-621-07587-X.
- 2) 稲葉昭次, 山本努, 伊藤卓爾, 中村怜之輔. トマト果実の樹上成熟及び追熟中の遊離アミノ酸と可溶性ヌクレオチド含量の変化. 園芸学会誌. 1980, 49 (3), p.435-441.
- 3) 津志田藤二郎, 村井敏信, 大森正司, 岡本順子. γ -アミノ酪酸を蓄積させた茶の製造とその特徴. 日本農芸化学会誌. 1987, 61 (7), p.817-822.
- 4) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会. 五訂増補日本食品標準成分表. 2005, p.228-229, ISBN 4-17-311722-1.
- 5) 古井博康, 稲熊隆博, 石黒幸雄, 木曾真. 吸光度法によるトマチンの定量. 日本農芸化学会誌.

1997, 71 (8), p.777-782.

山下まゆ美 (和洋女子大学生生活科学系助手)

岡本 由希 (和洋女子大学生生活科学系准教授)

高木亜由美 (和洋女子大学生生活科学系助手)

本 三保子 (和洋女子大学生生活科学系准教授)

(2010年9月24日受付 2010年11月16日受理)