

ラビットアイ・ブルーベリーの糖類, 有機酸および遊離アミノ酸

広保 正・石井 弘・高柳和江
(生物化学研究室)

玉田孝人
(千葉県農業大学校)

Studies on the Sugars, Organic acids and Free amino acids in the Rabbit-eye Blueberries

Tadashi HIROYASU, Hiroshi ISHII, Kazue TAKAYANAGI
(Laboratory of Biological Chemistry)

Takato TAMADA
(Chiba Agricultural Junior College)

Abstract

The compositions of sugars, organic acids and free amino acids and their changes during ripening of the three rabbiteye blueberry cultivars Homebell, Woodard and Tifblue were investigated. The blueberries were harvested in Chiba Prefecture at August, 1982.

Fructose and glucose were the dominant sugars in all ripened blueberries and the ratio of fructose/glucose was 1.31-1.51. Citric acid was a major organic acid and small amounts of malic and quinic acids were also contained in the blueberries.

As the berry ripen, there was a decrease of the value of acid, while there were the increases of sugar content, the ratio of sugar/acid and fresh weight.

The free amino acids which found abundantly in all cultivars were arginine, asparagine, glutamic acid, phosphoserine and γ -aminobutyric acid. Comparatively larger amounts of free amino acids were found in Homebell and Woodard among three cultivars. The contents of the free amino acids were not so remarkably changed throughout the period of ripening.

わが国でブルーベリーが、経済栽培されるようになってから10年以上になるが(石川・玉田・岩垣, 1979・石川, 1983), 成分に関する研究はほとんどなく, ハイブッシュブルーベリーの成分が報告されているにすぎない(高波・榛葉・吉田・中島, 1980, 1981). 果実成分に関する研究の一環として, ラビットアイ・ブルーベリーの糖類, 有機酸および遊離アミノ酸組成, それらの成熟に伴う変化を明らかにしたので報告する.

試料の提供をいただいた(株)マザー牧場の各位に深謝いたします.

実験方法

供試材料 千葉県東金市千葉県農業大学校果樹園の3年生, 富津市(株)マザー牧場農園の5年生のホームベル,

ウッダード, ティフブルーの3品種を1982年8月に収穫し試料とした.

分析方法

粒重 採取後, 直ちに100粒重を測定した.

水分 迅速水分測定器モイスメート1型で, 四塩化エチレン:四塩化炭素(100:7)の溶媒を用い, 蒸留法で測定した.

全糖及び還元糖 凍結貯蔵しておいた試料を, 種子を除いて80%エタノールとともにホモジナイザーで摩砕, 抽出, 抽出液のエタノールを除去した原液から適当量を取り0.1N NaOHでリトマス試験紙を使って中和, 定容し還元糖定量の試料とした. 全糖は原液の適当量を蒸留水で100mlにし0.01N HCl 30mlを加え, 沸騰水浴で30分加熱後, 速やかに冷却し, 0.1N NaOHで中和して定

容, 試料とした。糖の定量はレイン・エイノン法を用い, 全糖は転化糖, 還元糖はブドウ糖として求めた。

全窒素 原液から試料を採り, ミクロケルダール法で定量した。

糖組成 抽出原液の適当量を 100ml に希釈アンバーライト CG-120 (H型), IRP-58 (OH型) を通し, ろ液・洗浄液を濃縮, 定容, 一定量を TMS 化後, 日本電子(株) JGC-20KFP 型ガスクロストグラフィーの装置で, 既報(広保・石井・野崎・1979)の測定条件で測定した。

総酸 抽出原液の適当量を 0.1N NaOH で pH8.2 を終点として滴定し, クエン酸として求めた。

有機酸組成 アンバーライト IRP-58 (OH型) のカラムに, 2N NH₄OH 約 100ml を通し, 樹脂体積の約 2 倍量の純水を流して洗浄する。全溶出液をアンモニア臭がなくなるまで減圧, 濃縮, 定容し, 一定量を 0.2N HCl で希釈, カルボン酸分析計 S-500 型(盛進製薬(株))を用いて分析した(島津・渡辺, 1981)。

遊離アミノ酸組成 アンバーライト CG-120 (H型) のカラムに 2N NH₄OH 約 100ml を通した後, 樹脂体積の約 2 倍量の純水で洗浄, 全溶出液をアンモニア臭のなくなるまで減圧, 濃縮, 定容, 一定量を 0.2N HCl で希釈, 日立高速アミノ酸分析計 835 型で定量した(波多野・堀・六鹿・村上, 1974)。

実験結果および考察

1. 品種と成分

わが国で栽培されているラビットアイ・ブルーベリーは, この 3 品種で(石川・玉田・岩垣, 1979), 粒重, 水分, 糖, 酸および窒素の含有量は第 1 表のごとくである。粒重は 1.09~1.88g でウッダード, ティフブルーが, ホームベルに比べ重く, 石川・玉田・岩垣(1979)の結果と同じである。また(株)マザー牧場農園のものが, 3 品種とも重い傾向がある。水分含量は 86.76~89.95% で品種, 場所による差もほとんどない。全糖含量は 7.75~9.14%, 還元糖含量は 7.75~8.95% で糖の大部分が還元糖である。品種ではウッダードがやや低く, 千

葉県農業大学校果樹園のものの方が全体に高い傾向がみられた。総酸含量は 0.44~0.73% でウッダード, ティフブルーはほとんど差がなかったが, ホームベルは低く全糖/総酸比は高くなって, 食味のテストでも甘味が強く, ウッダード, ティフブルーは, 甘味だけでなく酸味も感じられた。全窒素含量は 4.85~8.48mg% で, ティフブルーが他の品種に比べ低く, 千葉県農業大学校果樹園のものの方が, やや高い傾向がみられた。粒重, 成分の品種間の傾向は, 両者のものが同じ傾向を示したが, 千葉県農業大学校果樹園のものの方が粒重は小さいが, 糖および窒素含量はやや高い傾向がみられた。千葉県農業大学校果樹園(東金)と(株)マザー牧場農園(富津)の 6 月~8 月(成熟期間)の 10°C 以上の積算気温, 降水量は第 2 表のごとくであるが, これらのことについては今後検討のつもりである。

糖組成 糖の組成は第 3 表のごとくである。糖類の大部分はフルクトースとグルコースで, キシロース, ショ糖などが検出された。フルクトース 4.18~4.87%, グルコース 3.15~3.52% で, グルコースよりもフルクトースの含量が高く, フルクトース/グルコース比はホームベルが, やや高い傾向がみられた。

有機酸組成 有機酸の約 70% がクエン酸で, リンゴ酸, キナ酸などが検出された。クエン酸およびリンゴ酸

第 1 表 ラビットアイ ブルーベリーの成分(新鮮物中)

	ホームベル		ウッダード		ティフブルー	
	東金	富津	東金	富津	東金	富津
粒重 (g)	1.09	1.23	1.20	1.88	1.22	1.65
水分 (%)	89.95	89.29	86.76	88.87	89.18	88.80
全糖 (%)	9.14	8.65	8.58	7.75	9.18	8.30
還元糖 (%)	8.87	8.56	8.26	7.75	8.95	7.91
総酸 (%)	0.50	0.44	0.69	0.69	0.68	0.73
全糖/総酸	18.28	19.66	12.43	11.23	13.50	11.37
全窒素(mg%)	8.48	7.39	7.57	6.55	5.85	4.85

第 2 表 千葉県農業大学校果樹園(東金市)と(株)マザー牧場農園(富津市)の積算気温と降水量(1982)

	東 金				富 津			
	6 月	7 月	8 月	合計	6 月	7 月	8 月	合計
10°C 以上の積算気温	266.3	314.5	414.7	995.5	299.5	348.5	482.5	1,130.5
降水量(mm)	160.0	199.5	110.0	469.5	105.9	234.3	149.3	489.5

第3表 ラビットアイ ブルーベリーの糖の組成
(新鮮物中%)

	ホームベル		ウッダード		ティフブルー	
	東金	富津	東金	富津	東金	富津
フルクトース	4.87	4.85	4.43	4.18	4.61	4.48
グルコース	3.36	3.22	3.23	3.15	3.52	3.35
フルクトース/ グルコース	1.45	1.51	1.37	1.33	1.31	1.34

第5表 ラビットアイ ブルーベリーの遊離アミノ酸組成
(新鮮物中mg%)

	ホームベル		ウッダード		ティフブルー	
	東金	富津	東金	富津	東金	富津
アルギニン	2.15	1.54	2.02	1.88	1.70	1.31
アスパラギン酸	0.48	0.39	0.38	0.37	0.35	0.39
グルタミン酸	2.62	2.54	3.64	2.76	1.63	1.03
アラニン	0.76	0.62	0.48	0.51	0.69	0.52
セリン	0.52	0.46	0.80	0.52	0.46	0.46
スレオニン	0.27	0.28	0.25	0.17	0.32	0.12
シスチン	0.58	0.48	0.56	0.50	0.30	0.37
チロシン	0.53	0.47	0.51	0.54	0.40	0.54
トリプトファン	0.33	0.24	0.20	0.15	0.25	0.22
アスパラギン	4.23	2.11	3.89	2.52	1.20	0.52
ホスホセリン	2.41	2.09	2.39	2.44	2.29	2.31
γ -アミノ酪酸	1.87	3.80	2.01	2.16	1.94	1.90
5-ヒドロキシリジン	0.92	0.87	0.86	0.81	0.82	0.84
3-メチルヒスチジン	0.43	0.52	0.83	1.08	0.83	1.22
その他	1.70	2.69	1.54	1.69	2.03	1.76
計	19.80	19.10	20.36	18.10	15.21	13.51

第4表 ラビットアイ ブルーベリーの有機酸組成
(新鮮物中%)

	ホームベル		ウッダード		ティフブルー	
	東金	富津	東金	富津	東金	富津
リンゴ酸	0.07	0.05	0.07	0.05	0.12	0.11
クエン酸	0.36	0.33	0.47	0.47	0.47	0.51

の含量は第4表のごとくである。クエン酸は0.33~0.54%でホームベルが低く、リンゴ酸は0.05~0.12%でティフブルーが高い傾向がみられた。

遊離アミノ酸組成 遊離アミノ酸の含有量は第5表のごとくである。検出されたアミノ酸の種類は、塩基性アミノ酸はアルギニン、リジン、ヒスチジン、酸性アミノ酸はアスパラギン酸、グルタミン酸、中性アミノ酸はグリシン、アラニン、セリン、スレオニン、ロイシン、イソロイシン、バリン、シスチン、フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン、アスパラギン、非タンパク性アミノ酸としてホスホセリン、ホスホエタノールアミン、シトルリン、 β -アラニン、 γ -アミノ酪酸などである。含有量の高かったのはアルギニン、グルタミン酸、アスパラギン、 γ -アミノ酪酸およびホスホセリンで、ハイブッシュブルーベリーで、アルギニン、グルタミン酸の

含量が高かったということと同じような傾向である(高波・榛葉・吉田・中島, 1980)。

遊離アミノ酸の含有量は窒素含有量と同じ傾向で、ホームベルとウッダードはほとんど差がなかったが、ティフブルーは低く、アルギニン、グルタミン酸、アスパラギンが低かった。

2. 成熟に伴う成分の変化

(株)マザー牧場農園のものについて、熟果のほかに熟するまでに、ほぼ1週間を要する赤色未熟果、さらに1週間を要する緑色未熟果を同じ株から採って、成熟に伴う変化をみた。ラビットアイ・ブルーベリーは成熟が揃

第6表 ラビットアイ ブルーベリーの成熟に伴う成分の変化(新鮮物中)

	ホームベル			ウッダード			ティフブルー		
	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果
粒重(g)	0.77	0.96	1.23	0.92	1.08	1.88	0.78	1.01	1.65
水分(%)	91.06	90.46	89.29	90.74	90.38	88.87	89.53	89.08	88.80
全糖(%)	4.40	5.67	8.65	3.35	5.47	7.75	3.19	5.75	8.30
還元糖(%)	3.98	5.57	8.56	3.41	5.36	7.75	2.92	5.49	7.91
総酸(%)	1.08	0.75	0.44	1.52	1.15	0.69	1.57	1.10	0.73
全糖/総酸	4.07	7.56	19.66	2.20	4.70	11.23	2.03	5.23	11.37
全窒素(mg%)	8.39	8.91	7.93	7.91	7.31	6.55	7.97	6.47	4.85

わないので、1982年同一日に収穫した。粒重、糖、酸および全窒素含量は第6表のごとくである。

緑色果、赤色果、熟果と成熟が進むに伴って粒重は増加して、全糖、還元糖の含有量は増加し、逆に総酸含量は減少した。また緑色果、赤色果、熟果とも糖のほとんどが還元糖で、熟度による変化は認められない。水分含

量も熟度によってほとんど差がないが、全窒素含量は熟度が進むと減少した。

糖組成 糖の組成は第7表のごとくである。3品種とも各熟期の主な糖はフルクトースとグルコースで、熟度が進むと両者とも増加し、いずれの時期にもフルクトースの含有量の方が高かった。熟度が進むとグルコースと

第7表 ラビットアイ ブルーベリーの成熟に伴う糖組成の変化(新鮮物中%)

	ホームベル			ウッダード			ティフブルー		
	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果
フルクトース	1.60	3.28	4.85	1.57	2.28	4.18	1.43	2.90	4.48
グルコース	0.97	1.92	3.22	1.12	1.87	3.15	1.03	1.93	3.35
フルコース/ グルコース	1.65	1.71	1.51	1.40	1.22	1.33	1.39	1.50	1.34

第8表 ラビットアイ ブルーベリーの成熟に伴う有機酸組成の変化(新鮮物中%)

	ホームベル			ウッダード			ティフブルー		
	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果
リンゴ酸	0.13	0.10	0.05	0.12	0.10	0.05	0.16	0.13	0.11
クエン酸	0.76	0.61	0.33	1.10	0.80	0.47	1.04	0.73	0.51
クエン酸/総酸	70.4	81.3	75.0	72.4	69.6	68.1	66.2	66.4	69.9

第9表 ラビットアイ ブルーベリーの成熟に伴う遊離アミノ酸組成の変化(新鮮物中mg%)

	ホームベル			ウッダード			ティフブルー		
	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果	緑色果	赤色果	熟果
アルギニン	0.81	0.73	0.24	0.31	0.24	0.15	0.37	0.25	0.22
アスパラギン酸	0.63	0.60	0.39	0.64	0.58	0.37	0.56	0.59	0.39
グルタミン酸	4.98	4.23	2.54	5.90	4.76	2.76	3.61	2.39	1.03
アラニン	0.67	0.76	0.62	0.52	0.46	0.51	0.49	0.34	0.52
セリン	0.44	0.39	0.46	0.52	0.54	0.52	0.57	0.48	0.46
スレオニン	0.21	0.15	0.28	0.22	0.14	0.17	0.23	0.19	0.12
シスチン	0.54	0.63	0.48	0.48	0.48	0.50	0.29	0.46	0.37
チロシン	0.16	0.43	0.47	0.46	0.56	0.54	0.32	0.44	0.54
トリプトファン	0.38	0.30	0.24	0.31	0.24	0.15	0.37	0.25	0.22
アスパラギン	3.87	4.34	2.11	3.45	3.81	2.52	1.19	1.20	0.52
ホスホセリン	1.96	2.08	2.09	1.08	1.35	2.44	1.23	1.55	2.31
γ-アミノ酪酸	2.08	3.41	3.80	1.81	1.75	2.16	1.72	2.15	1.90
5-ヒドロキシリジン	0.63	0.95	0.87	0.80	0.77	0.81	0.83	0.88	0.84
3-メチルヒスチジン	0.41	0.35	0.52	1.28	1.25	1.08	1.19	1.29	1.22
その他	2.80	2.78	2.69	1.51	1.48	1.69	1.94	2.01	1.76
計	20.57	22.13	19.10	20.97	20.67	18.10	16.00	15.32	13.51

フルクトースの割合が変ってくるブドウとは異なって (AMERINE・THOUKIS, 1958・広保・石井・野崎, 1979・KLIWER, 1967), ハイブッシュブルーベリーも熟度によって変らないとされているので (高波・榛葉・吉田・中島, 1981), ブルーベリーの特性と思われる。

有機酸組成 熟度と有機酸組成は第8表のごとくである。熟度が進むとクエン酸，リンゴ酸とも減少し，各時期ともクエン酸が主な酸でクエン酸/総酸比も大きな変化がない。熟度が進むと有機酸の種類がブドウでは変ってくるが (広保・石井・野崎, 1979・KLIWER, 1965・SAITO・KASAI, 1968), 糖組成と同じようにブルーベリーの特性と思われる。

遊離アミノ酸組成 遊離アミノ酸組成は第9表のごとくである。ティフブルーが各時期ともアミノ酸含有量が低く，ホームベル，ウッダードは差がなかった。3品種とも熟期によって，遊離アミノ酸の含有量に大きな変化はなかったが，アスパラギン酸，グルタミン酸，アスパラギンは熟果で減少し，アルギニン，ホスホセリンなどが増加する傾向がみられた。

摘 要

千葉県農業大学校果樹園，(株) マザー牧場農園で1982年8月に収穫したラビットアイ・ブルーベリーの3品種 (ホームベル，ウッダード，ティフブルー) の糖，有機酸，遊離アミノ酸の組成および成熟に伴う変化を調べた。

ラビットアイ・ブルーベリーの主な糖はフルクトースとグルコースで，熟果のフルクトース/グルコースの比は1.31~1.51であった。熟度が進むに従いフルクトースとグルコースはともに増加し，フルクトース/グルコースの比は熟度による変化はほとんどみられなかった。

有機酸はほとんどがクエン酸で，少量のリンゴ酸とキナ酸を含み，熟度が進むといずれも減少した。

遊離アミノ酸はアルギニン，アスパラギン，グルタミン酸，ホスホセリン， γ -アミノ酪酸の含有量が高く，ホームベル，ウッダードがティフブルーより高い傾向がみられた。また熟度によって，遊離アミノ酸の含有量はほと

んど差がなかった。

引用文献

- AMERINE, M. A. and C. THOUKIS (1958) The glucose-fructose ratio of California grapes. *Vitis* 1: 224-229.
- 波多野博行・堀 正剛・六鹿宗治・村上文子 (1974) 液体クロマトグラフィーとその応用。講談社，東京，203-209.
- 広保 正・石井 弘・野崎万里子 (1979) ジベレリン処理による無核デラウエア・ブドウの糖および酸の組成について，千葉大園学報，26: 27-34.
- 石川駿二・玉田孝人・岩垣駛夫 (1979) ブルーベリーの生産開発に関する研究。ラビットアイ・ブルーベリーの生育・収穫に関する調査成績。農工大農場研報，9: 39-50.
- 石川駿二 (1983) ブルーベリーの栽培の現況について。大学農場研究資料 (関東・甲信越地区大学農場協議会)，14: 43-45.
- KLIWER, W. M. (1965) Changes in the concentration of malates, tartarate and total free acids in flowers and berries of *Vitis vinifera*. *Am. J. Enol. Viticult.* 16: 92-100.
- (1967) The glucose-fructose ratio of *Vitis vinifera* grapes. *Am. J. Enol. Viticult.* 17: 33-41.
- SAITO, K. and Z. KASAI (1968) Accumulation of tartaric acid in the ripening process of grapes. *Plant Cell Physiol.* 9: 529-537.
- 島津善美・渡辺正澄 (1981) 高速液体クロマトグラフィーによるブドウ果汁およびワイン中の有機酸の高感度定量。醸協. 76: 418-423.
- 高波修一・榛葉芳夫・吉田 勤・中島富衛 (1980) ブルーベリーの遊離アミノ酸および有機酸組成。缶詰時報，59: 1-5.
- (1981) ブルーベリーの品質に関する研究 第2報 糖組成および色調。缶詰時報，60: 280-284.