

## 甘しょの調理開発に関する研究 (第3報)

— ジュースへの利用について —

小野真知子・小塚陽子・山川 理\*・吉永 優\*・酒井直子

### Studies on the Cooking Development of Sweetpotatoes (III)

— Utilization as Sweetpotato Juice —

Machiko ONO, Yohko KOZUKA, Osamu YAMAKAWA,  
Masaru YOSHINAGA and Naoko SAKAI

#### 緒 言

南九州では、甘しょの用途拡大をはかるためにさまざまな利用法が検討されているが、最近今までと異なった特性を備えた加工用の新品種<sup>1)</sup>が作出され、新しい調理法、加工法などの開発が可能となっている。特に、カロテン系統の甘しょに含まれる $\beta$ -カロテンが注目され、さまざまな商品開発が試みられている。また、アントシアン系統についても色素特性の有用性が注目されるなど、利用目的に応じた新品種が登場してきている。第2報<sup>2)</sup>では、甘しょジュースの基礎実験について報告した。今回は第2報に引き続き、主に $\beta$ -カロテンを多く含むカロテン系統の甘しょを中心に用いて、アントシアン系統、黄色系統の甘しょと比較しながら、ジュースについての検討を行い、甘しょジュースの性状、その食味、および甘しょ原料に対する加熱処理効果の検討などを試みた。品種間の評価、官能検査などを行い多少の知見が得られたので報告する。

#### 実 験 方 法

##### 1. 供試材料

供試材料として、平成5年8月(早掘マルチ栽培)および10月(標準栽培)に、九州農業試験場畑地利用部(宮崎県都城)において収穫した甘しょ24系統(アントシアン12系統、カロテン6系統、黄色6系統)を使用した。それぞれの品種特性を表1に示した。

##### 2. 調整方法

甘しょの表皮を実験目的に応じた方法で剥皮し、両端を切り落とした後、約2 cm角に切断し冷水で洗浄し付着しているでんぷんを除去した。松下電器産業会社製ジューサー(MJ-C25)で搾汁を行った。さらにジュースの匂い、味など系統間における差をみるため、ジュース液と等量のシロップ液(10%ショ糖+0.6%クエン酸水溶液)を添加し、最終濃度で甘しょジュース50%、ショ糖5%、クエン酸0.3%に調整した。

##### 3. ジュースの系統間評価データの測定

24系統のジュースの搾汁率を測定した。搾汁前のいも重量を秤量し、搾汁後のジュース重量から搾汁率を求めた。またそのジュースのpHを測定した。沈殿率はジュースを目盛りつき遠

\*農林水産省 九州農業試験場 畑地利用部 甘しょ育種研究室

表1 試料として用いた甘しょの品種特性

品 種	区 分	特性	肉質	肉色
九系89343-22	アントシアン		粘粉	紫
九系89359-18	アントシアン		粘粉	紫
九系89360-8	アントシアン		粘粉	紫
九系89360-15	アントシアン		粘粉	紫
九系89434-4	アントシアン		粘粉	紫
九系89434-16	アントシアン		粘粉	紫
九系89437-8	アントシアン	低糖	粘粉	紫
九系89440-2	アントシアン		中粉	紫
九系89440-18	アントシアン		粘粉	紫
九系89440-21	アントシアン		粘粉	紫
九系153	アントシアン		粘粉	紫
九州113号	アントシアン		粘粉	紫
九系88017-6	カロテン		粘粉	橙
九系88017-10	カロテン		粘粉	橙
九系88017-20	カロテン		粘粉	橙
九系154	カロテン		粘粉	橙
九系155	カロテン		粘粉	橙
ベニハヤト	カロテン		粘粉	橙
九系89317-1	黄色	低糖	粘粉	淡黄
九系89325-6	黄色		粘粉	淡黄
九系89376-12	黄色	低糖	粘粉	淡黄
九系88310-12	黄色	低糖	粘粉	淡黄
九系116	黄色	低糖	粘粉	淡黄
サツマヒカリ	黄色	低糖	粘粉	黄

沈管に10ml ずつ分注し、95℃にて5分間加熱、また、一方は調整ジュースを同じく10ml に分注し、それぞれの遠沈管を3,000rpm で5分間遠心分離を行い、沈殿率を測定した。さらに、一部の系統については、ジュースの糖組成を高速液体クロマトグラフィにより分析した。

#### 4. 官能検査

ジュースを作成する場合、甘しょ皮層部分の有無がジュースの食味に与える影響を検討するために、調整ジュースの官能検査を行った。パネラーは、本学食物関係教員10名とし、評価項目は、色調、匂い、味の3項目で、0を普通とする-2（悪い）から+2（良い）までの5段階評価とした。解析は二元配置分散分析で行った。この結果、選抜された系統（アントシアン4系統、カロテン3系統、黄色2系統）について、さらに学生による官能検査を行った。パネラーは本学家政学科女子学生60名とした。実施方法は、前例に従い、評価項目は、色、匂い、味、総合とした。解析については、二元配置分散分析とt検定で行った。

#### 5. 甘しょ加熱処理効果の測定

甘しょ皮層部がジュースに含まれる場合の味の劣化を防ぐため、甘しょを剥皮し、さまざまな設定条件下で加熱をした。その甘しょを通常の方法に従い搾汁し、搾汁率、糖度、食味について検討をした。糖度については、簡易糖度計で測定を行った。

### 結果および考察

#### 1. ジュースの系統間評価

甘しょジュースの搾汁率、pH、沈殿量について系統間の差を表2に示した。搾汁率は品種により大きな差があり数値のバラツキが多かった。一般的にはカロテン系統の搾汁率が高く、アントシアン系統、黄色系統は低かった。ジュースに用いる甘しょは搾汁率が高く、利用効率の良いことが大切な条件である<sup>3)</sup>。カロテン系統の甘しょは、その他の甘しょに比べ、搾汁率も

表2 標準栽培した甘しょから作成したジュースの特性

品種・系統名	搾汁率 (%)		pH 原液	沈殿率 (%)		糖度 (%)	
	皮層有	皮層無		加熱原液	50%ジュース		
紫	九系89343-22	36	37	6.11	33	30	11.2
	九系89359-18	42	40	5.79	48	38	10.0
	九系89360-8	30	37	6.03	42	36	10.8
	九系89360-15	33	34	6.03	42	30	10.4
	九系89434-4	40	35	6.00	30	14	11.8
	九系89434-16	35	33	6.29	38	24	10.8
	九系89437-8	30	32	6.03	30	24	12.0
	九系89440-2	29	29	6.28	42	26	10.7
	九系89440-18	31	29	5.95	36	24	11.5
	九系89440-21	31	34	6.02	36	24	12.3
	九系153	40	32	6.13	40	26	11.2
九州113号	32	27	6.18	24	12	10.5	
橙	九系88017-6	39	36	5.72	22	5	12.3
	九系88017-10	39	44	5.76	25	5	12.0
	九系88017-20	43	46	5.58	24	5	10.0
	九系154	38	40	5.85	15	4	10.2
	九系155	32	35	5.73	26	8	10.8
	ベニハヤト	34	34	6.05	24	5	10.8
黄	九系89317-1	26	21	6.23	42	13	10.8
	九系89325-6	38	35	5.80	34	6	10.0
	九系89376-12	30	31	6.11	25	5	10.2
	九系89310-12	30	31	6.05	22	6	8.4
	九系116	34	37	5.80	22	4	9.0
	サツマヒカリ	32	29	6.00	34	3	9.6

高く、搾り汁の性状もさらりとしているため、ジュースに用いる甘しょとして適すると思われる。

ジュース原液の pH は、各系統間にほとんど差異は見られなかった。わずかに、カロテン系統の pH が、アントシアン系統、黄色系統に比べて低い値となった。

沈殿率について、系統別に比較すると、アントシアン系統の沈殿率が高く、カロテン系統、黄色系統は低かった。ジュース原液を加熱処理をした場合は、加熱をすることにより、ジュース中のタンパク質などの成分が変性し、沈殿物として出てくる。また、ジュースの色が少し白色がかり、淡い色に変化した。一方、シロップ液を添加した調整ジュースの方は、ジュース原液の含有率が50%であるために、加熱処理のものよりも沈殿率は低かった。しかし、系統別に比較すると、同じくアントシアン系統の沈殿率が高く、カロテン系統、黄色系統は低かった。調整ジュースには、クエン酸が0.3%含まれており、タンパク質などが酸による変性、沈殿がおこるため、カロテン系統では、カロテンが沈殿層に吸着され、上層は透明な淡い橙色となった。早掘栽培の甘しょジュースについては、高速液体クロマトグラフィで糖組成の分析した結果を表3に示した。系統による大きな差異はなかったが、比較的甘味の少ないカロテン系統の九系154と $\beta$ -アミラーゼが欠損したサツマヒカリではフラクトースとグルコースの値が高く、スクロースの値がやや低かった。

## 2. 官能検査結果

甘しょの皮層部分を残して調整したジュースと除去したジュースを、ショ糖とクエン酸のシロップ液で調整して、色調、匂い、味について比較検討した結果を表4, 5, 6に示した。アントシアン系統では1系統を除いて有意差は見られなかったが、カロテン系統と黄色系統では、多くの系統に有意差が見られた。アントシアン系統のジュースは、皮層の有無にかかわらず独

表3 早掘マルチ栽培した甘しょから作成したジュースの特性

品種・系統名	搾汁率 (%)	pH			ジュースのHPLC分析結果 (mg/100ml)		
		原液	50%ジュース	25%ジュース	フラクトース	グルコース	スクロース
九系153	32.8	6.34	4.44	3.95	220	250	5,650
九州113号	33.2	6.09	4.38	3.85	385	470	4,755
九系154	43.9	6.01	4.34	3.92	585	650	4,665
九系155	38.4	6.17	4.50	4.06	295	285	5,745
サツマヒカリ	37.8	6.13	4.40	3.89	650	665	3,935
九州109号	36.9	5.97	4.38	3.83	255	255	4,615

表4 食味評価 (アントシアン系統)

n=10

品種・系統名	皮層有			皮層無			T-TEST		
	色調	匂い	味	色調	匂い	味	色調	匂い	味
九系89343-22	-0.7	+0.7	+0.1	0.0	+0.8	+0.1	※		
九系89359-18	-1.8	-0.6	-0.7	-2.0	0.0	-0.7			
九系89360-8	-0.4	+0.2	-1.1	-1.0	+0.3	-1.1			
九系89360-15	-1.6	-0.6	-0.6	-1.3	+0.2	-0.6			
九系89434-4	-0.3	+0.1	+0.7	0.0	+0.5	+0.7			
九系89434-16	-1.7	-0.5	-0.2	-1.8	-0.1	-0.2			
九系89437-8	-0.1	+0.1	+0.2	0.0	+0.5	+0.2			
九系89440-2	-1.3	-0.1	0.0	-1.1	+0.2	0.0			
九系89440-18	-1.1	-0.6	-0.3	-0.7	0.0	-0.3			
九系89440-21	-1.2	-0.4	-0.5	-1.3	+0.1	-0.5			
九系153	-1.0	-0.4	+0.1	-0.7	+0.1	+0.1			
九州113号	0.0	0.0	0.0	+0.5	+1.2	0.0			

※※危険率1%有意差有

※危険率5%有意差有

表5 食味評価 (カロテン系統)

n=10

品種・系統名	皮層有			皮層無			T-TEST		
	色調	匂い	味	色調	匂い	味	色調	匂い	味
九系88017-6	-1.5	-0.5	+0.1	+0.2	-0.3	+0.6	※※		
九系88017-10	-0.9	-0.4	+0.1	+0.7	+0.3	+1.2	※※		※※
九系88017-20	-0.7	-0.3	0.0	+0.8	+0.1	+1.2	※※		※
九系154	+0.2	-0.6	-0.2	+0.7	+0.3	+1.2		※	※※
九系155	-1.9	-1.0	-0.6	-0.7	0.0	+1.0		※※	※※
ベニハヤト	-0.8	-1.1	-0.5	-0.4	-0.1	+1.0		※※	※
キャロットジュース	0.0	0.0	0.0						

※※危険率1%有意差有

※危険率5%有意差有

表6 食味評価 (黄色系統)

n=10

品種・系統名	皮層有			皮層無			T-TEST		
	色調	匂い	味	色調	匂い	味	色調	匂い	味
九系89317-6	-1.1	-0.3	-0.5	-0.2	-0.7	-0.7			
九系89325-6	-1.4	-0.6	-0.2	-0.1	+0.0	+0.6			
九系89376-12	-1.7	-0.4	-0.5	-0.6	+0.2	+0.6	※※		※※
九系88310-12	-2.0	-0.3	-0.3	-1.6	+0.2	+0.9	※※		※
九系116	-1.5	-0.1	-1.3	-0.9	+0.2	-0.6	※※		
サツマヒカリ	0.0	0.0	0.0	+1.9	+1.1	0.7	※※		

※※危険率1%有意差有

※危険率5%有意差有

特の匂いがあり、また、口に残る味があるので一般的には好まれない。カロテン系統は、3系統の中では一般的な野菜ジュースに最も近く、匂いも味も良かった。しかし、皮層部分の有無がジュースの色、匂い、味に大きく影響し、特に皮層部分を含むジュースについては、時間の

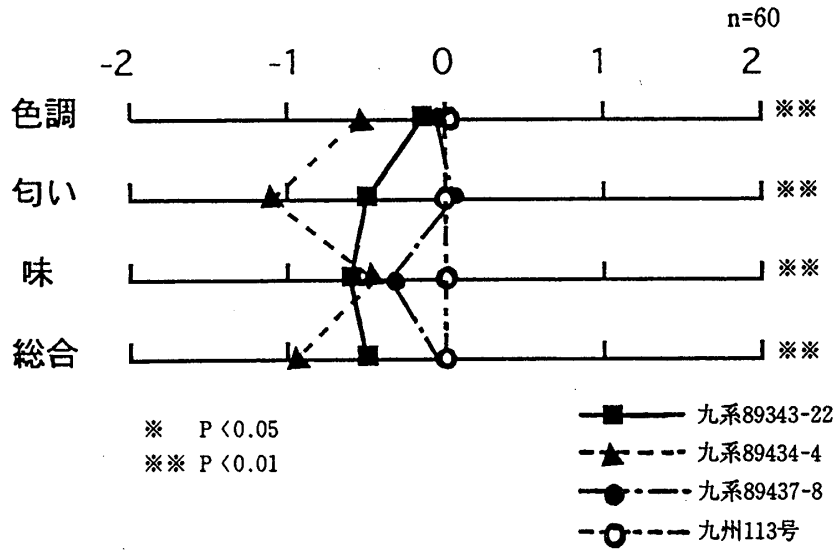


図1 官能検査結果 (アントシアン)

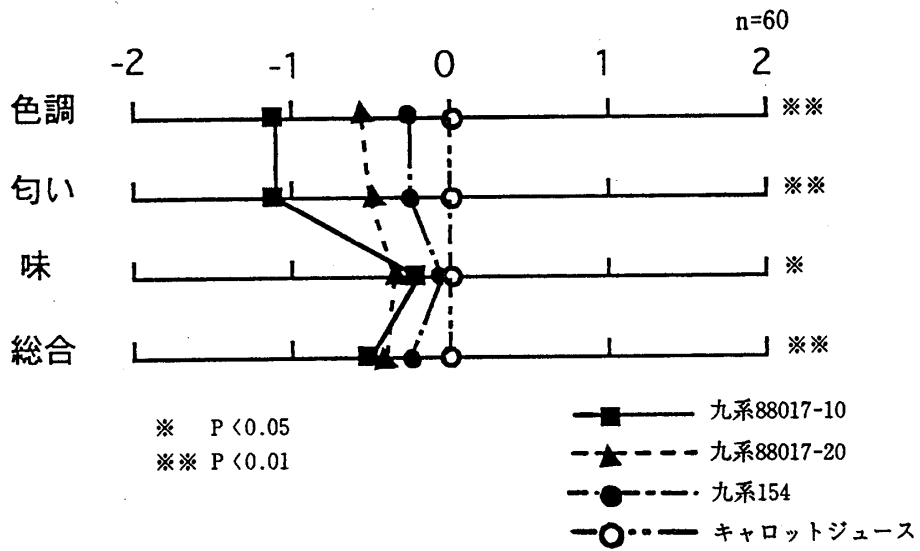


図2 官能検査結果 (カテロン)

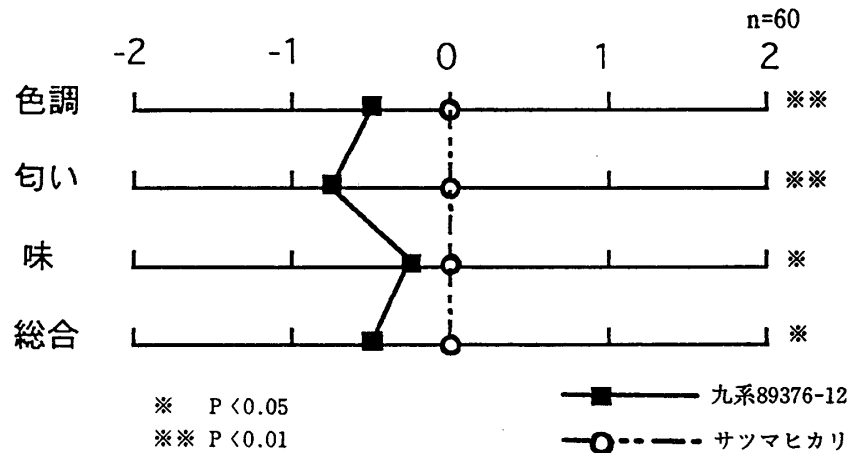


図3 官能検査結果 (黄色)

経過と共にジュースの褐変がおこり、苦味が感じられた。黄色系統は、カロテン系統と同じく皮層部分の有無がジュースに影響し、皮層部分を含むジュースについては特に褐変が著しかった。また、黄色系統はサツマヒカリを除き、カロテン系統に比べて匂いや味が悪かった。甘しょを搾り、ジュースとするにあたっては、皮層部分利用の有無が甘しょの利用率を大きく左右するため、皮層部分を含めて利用できることが、原料系統を選ぶ場合の条件となる。ジュースに適するカロテン系統の甘しょとして、ジュースの褐変が少ない九系154をあげることができる。

### 3. 学生による官能検査結果

食味テストの結果より、アントシアン、カロテン、黄色系統からそれぞれ評価の良い系統を選抜し、学生をパネラーとして行った(図1, 2, 3)。アントシアン系統では、九州113号を対照として他3系統を比較検討した。すべての調査項目に有意差が認められ、九州113号が、他の系統より良い結果を示した。また、カロテン系統では市販のカゴメキャロットジュースを対照として、3系統を比較検討した。すべての項目で有意差が見られたが、前項の食味評価の結果と異なり、キャロットジュースが最も良い評価を得た。この理由として、今回はジュースの必要量が多量であったため、ジュースを搾ってから、試飲までが長時間かかり、その間に甘しょジュースの劣化が起こり、苦味成分や悪臭の発生などが大きく影響したためと考えられる。黄色系統では、サツマヒカリを比較対照として、1系統を比較検討した。すべての項目で有意差が見られ、サツマヒカリの方が良い結果を示した。サツマヒカリは、黄色系統の中でも褐変が著しく少なく、ジュースに適する品種と考えられる。

### 4. 甘しょ加熱処理効果

ジュースとして甘しょ皮層部分の利用を可能とするために、甘しょを薄く剥皮し、種々の条件で加熱し、搾汁した。そのジュースについての搾汁率、食味評価の結果を、表7, 8に示した。甘しょの皮層部分を加熱することにより酸化酵素を失活させ、ジュースの褐変、匂いの劣化を防ぐことを目的とした。表7はサツマヒカリを用いて行った実験結果であり、甘しょの加熱時間を段階ごとに設定し、搾汁率と食味評価について検討した。食味評価は色調、匂い、味について比較した。この結果、すべての項目において有意差が見られ、加熱時間が長いほど良好な評価が得られた。食味については、甘しょを加熱することの改善効果が認められると考えられる。しかし、搾汁率については、加熱時間が長くなるに従い、減少し、また、表8にはカロテン系統の九系154を用いて、加熱温度と加熱時間による、搾汁率と糖度を比較した結果を示した。搾汁率は加熱時間が長く、また加熱温度が高いほど低く、糖度は沸騰水中で加熱をした場合に高くなった。

今回の実験では、アントシアン、カロテン、黄

表7 食味評価(甘しょ加熱処理) n=8

加熱時間(秒)	色調	匂い	味	搾汁率(%)
0	0.0	0.0	0.0	32
30	-0.3	-0.3	+0.4	34
60	+0.9	0.0	+0.1	33
120	+1.9	+1.5	+0.8	29
150	+2.0	+1.5	+1.5	26
皮層無(0)	+0.9	+0.4	+1.0	33
Two-Way Layout	※※	※※	※※	

注) 90℃の湯中で加熱 サツマヒカリ使用

表8 甘しょ加熱処理ジュースの特性

加熱温度・時間	搾汁率(%)	糖度(%)
加熱無	皮層有	44.1
	皮層無	47.9
70℃	10秒	43.8
	20秒	40.8
	30秒	39.7
80℃	10秒	41.8
	20秒	39.5
100℃	10秒	37.0
	20秒	30.1
	30秒	27.4

注) 九系154使用

色系統の中で、主にカロテン系統のジュースを主眼にした。カロテン系統は他の系統と比較してジュースの搾汁率も高く、強いカロテン臭や、いも臭がなく、味もくせがないため一般的に受け入れ易いと考えられる。また、健康食への関心は、今後ますます高くなることから、現在注目される $\beta$ -カロテンを多量に含むカロテン系の甘しょジュースは現在の消費者のニーズに合ったものと期待できる<sup>4)</sup>。今回特に、甘しょの皮層部分の利用の可否について検討を行ったが、皮層の部分は、甘しょ全体からみると約15%であり、占める割合は結構大きく、原料コストの面から考えてもこれを破棄することは避けることが望ましい。しかし、皮層部分を含むジュースは色調、匂い、味の劣化が著しく進む。このため皮層部分の利用が、ジュースの性状に影響を及ぼしにくい品種を選抜することがとりわけ重要であるが、可能なかぎり搾汁率を下げる事なく、ジュースの劣化を防止する方法を開発することも必要である<sup>5),6)</sup>。今回皮層つき甘しょの加熱処理で、種々の改善効果が認められたが、さらに検討を要すると考えられる。

### 要 約

最近、低でんぷん、低糖分の加工用の甘しょが育種されてきた。それらの新しい甘しょを用い、ジュースへの加工を試みた。アントシアン、カロテン、黄色系統の甘しょを原料としたが、特に $\beta$ -カロテンを多量に含むカロテン系統に主眼を当て、ジュースの性状などの検討を行い、以下の結果が得られた。

1. 搾汁率はカロテン系統が高く、アントシアン、黄色系統は低かった。pHは系統による差は見られなかった。沈殿率は、カロテン系統は少なく、アントシアン系統は多く、酸を添加した際にはその差は顕著になった。ジュースの糖組成は系統により異なった。
2. 皮層部分を残して調整したジュースと除去したジュースについて比較した。アントシアン系統では1系統を除いて有意差は見られなかったが、カロテン系統と黄色系統では多くの系統で有意差が見られた。特に、皮層部分の有無は色調と味に大きな影響を与えた。
3. 学生パネラーによるジュース官能検査を行った。アントシアン、カロテン、黄色系統についてすべての調査項目で系統間に有意差が見られた。アントシアン系統では九州113号、カロテン系統では市販のキャロットジュース、黄色系統ではサツマヒカリが、良好な評価を示した。カロテン系統のジュースは少人数の官能検査の段階ではキャロットジュースより良い評価を得たが、今回はジュース作成から、検査までに時間がかかったため、甘しょジュースの劣化が影響したものと思われる。
4. 皮層部分を含む甘しょを、温度、時間とを種々の条件の湯中で加熱し、皮層を残したままジュースに調整した場合、色調、匂い、味は良好となり、加熱処理による改善効果が認められた。しかし、甘しょを加熱することにより、搾汁率の減少が見られた。

### 謝 辞

本研究は、農林水産省九州農業試験場の全面的な支援のもとで、行った研究であり、九州農業試験場、およびご指導をいただきました同場畑地利用部甘しょ育種研究室の皆様方に対し、深く感謝の意を表します。

### 文 献

- 1) 農林水産省九州農試甘しょ育種研究室：平成5年度かんしょ育種研究年報，5，120～125 (1994)

- 2) 小塚陽子・小野真知子：甘しょの調理開発に関する研究 (第2報) — 低でんぷん・低糖分品種について — 名古屋女子大学紀要, **40**, 39~46 (1994)
- 3) C. A. SIMS, M. O. BALABAN, and R. F. MATTHEWS : Optimization of Carrot Juice Color and Cloud Stability, JOURNAL OF FOOD SCIENCE, Volume58 No5, 1129~1131 (1993)
- 4) Jennifer A. Woolfe : Sweetpotato an untapped food resource, 292~408  
Cambrige University Press (1992)
- 5) 日本果汁協会監修：果汁果実飲料事典, 81~132, 朝倉書店 (1990)
- 6) 尾崎準一監修：果汁果実飲料ハンドブック, 224~289, 朝倉書店 (1967)

### Summary

Recently new type of Sweetpotatoes which contain low starch and low sugar have been bred. these new sweetpotatoes were processed to juice in this study. The juice was made from the sweetpotatoes with violet (anthocyanin rich), orange (carotene rich) and yellow fresh color, but the focus was mainly put on the juice from carotene rich sweetpotatoes.

1. The yield of juice was higher in carotene rich sweetpotatoes than in anthocyanin rich or yellow flesh ones. There is no difference among the sweetpotatoes in the pH of juice. The deposit of juice was smaller in carotene rich sweetpotatoes than in anthocyanin rich ones, and addition of citric acid to juice made the difference between them bigger. The sugar composition of juice was different among sweetpotatoes.
2. The juices from sweetpotatoes with/without cortex were compared on their color and taste. There is no difference between them in anthocyanin rich sweetpotatoes except one breeding line. In carotene rich and yellow flesh sweetpotatoes, there is a great difference among breeding lines.
3. The sensory test for juice was conducted by students. There were significant differences among sweetpotatoes on all examination. Kyushu-113 in anthocyanin rich juice, marketed carrot juice in carotene rich juice and Satsumahikari in yellow juice were selected with better estimation score values. In former experiment carotene rich sweetpotato juice was better than carrot juice. The reason may be that the long waiting time until sensory test has changed the quality of raw juice from carotene rich sweetpotatoes.
4. When the sweetpotatoes with cortex were heated in hot water with different temperatures and during different times, the quality of juice could be improved. On the other hand, this treatment decreased the yield of juice.