



Title	馬鈴薯ジュースのアミノ酸
Author(s)	葛西, 隆則; KASAI, Takanori; 小幡, 彌太郎 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 5(3), 139-144
Issue Date	1965-10-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11741
Type	departmental bulletin paper
File Information	5(3)_p139-144.pdf



馬 鈴 薯 ジ ュ ー ス の ア ミ ノ 酸

葛西隆則・小幡彌太郎

(北海道大学農学部農芸化学科農産物利用学教室)

Amino acid composition of potato juice

By

TAKANORI KASAI and YATARO OBATA

(Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

緒 論

我が国に於ける澱粉資源として馬鈴薯澱粉は甘藷澱粉に次ぐ生産高を有し、その大半が北海道で生産されている。従来用いられている馬鈴薯澱粉製造工程では、馬鈴薯を洗滌磨砕し澱粉漿汁を得、これを振盪金網篩に導いて澱粉乳と澱粉粕に分離し得られた澱粉乳を沈澱槽に流し込む。この沈澱過程で澱粉と夾雑物を比重差により分別沈澱する。この沈澱方法として殆んど掛流法・静置法が用いられてきたが、最近では遠心分離に基づく合理化製法が行なわれる様になってきた。

この沈澱過程に於ける廃水が大きな問題となってきている。即ち、掛流法・静置法・遠心分離法のどの方法を用いても馬鈴薯中に存在する多量の有機夾雑物を含有する液をそのまま捨てている為、河川を汚染し大きな公害問題を引き起しているのである。従って、この廃液処理に関する研究もいくつかなされている。例えば、高杉等はこの廃液から熱凝固による蛋白質の回収を報告している [15]。

この様な方法を用いれば廃液からの蛋白質の回収と同時に或る程度河川の汚染防止効果もあると思われる。しかし、沈澱過程に於ける廃液はかなり多量であり大規模な処理装置が必要となる。又この方法で除きうるのは蛋白質のみであり、他の有機夾雑物はそのまま廃液中に残り腐敗醗酵の因となる。従来の馬鈴薯澱粉製造過程で多量の廃水が生じるのは、磨砕・篩別の過程で多量の水を加える為である。従って、水を加えずに馬鈴薯を磨砕しそのままジュースを絞りとって澱粉と澱粉粕の混合物を得る事ができれば、廃液の腐敗醗酵の原因となる有機夾雑物の大部分を先に除去してしまいう事ができるわけである。この方法が有効である事は明白であるが、従来はジ

ュースのみを絞りとする為の装置の実用化が困難であった。しかし、最近上田産業では独特の遠心分離機を採用し磨砕馬鈴薯からジュースのみを絞りとする方法を工業化した。馬鈴薯を磨砕後直ちに遠心分離にかけ澱粉を含まぬジュースを得るという方法は、実験的には古くから行なわれているが [3]、工業的には非常に斬新なものである。

本研究は、この新法の馬鈴薯澱粉製造法 (上田産業) で得られたジュースの利用開発を目的として、その蛋白態アミノ酸、遊離アミノ酸、全アミノ酸をアミノ酸自動分析機により分析したものである。又、加熱除蛋白した馬鈴薯ジュースの Amberlite IR-120 (H^+ 型) による濃縮試験及び糖類についても得られた知見を報告する。

実 験 方 法

以下の実験は全て上田産業製のジュースをもう一度遠心分離しその上澄液について行なった。

I. 馬鈴薯ジュース中の全アミノ酸

馬鈴薯ジュース 5 ml に濃塩酸 5 ml を加えて封管後、110°C に 22 時間加熱して加水分解を行なった後、分解液を減圧乾涸し 0.01 N 塩酸 30 ml を加えて溶解しアミノ酸分析試料とした。

II. 馬鈴薯ジュース中の遊離アミノ酸

馬鈴薯ジュース 50 ml に 1% ピクリン酸溶液を加えて蛋白質を沈澱させた後遠心分離して、上澄液を Dowex 2×8 (Cl^- 型) に通し 0.02 N 塩酸で溶出し、濾液と溶出液を合わせて減圧乾涸した後 0.01 N 塩酸を加えて 200 ml としアミノ酸分析の試料とした。又、アミノ酸分析機ではアスパラギンとグルタミンが完全に重なるのでこのいずれが存在するかを調べる為、ブタノール・酢酸・水 (4:1:5) を溶媒系とし、標準物質と並行してペーパ

ークロマトグラフィーを行なった。

III. 熱凝固蛋白質のアミノ酸組成

1. 熱凝固に必要な温度及び加熱時間

試験管に少量の馬鈴薯ジュースを入れ、水浴中で或る時間加熱した後濾過して凝固物を除き、更に加熱して再び凝固物が生ずるか否かを調べた。

2. 熱凝固物量

馬鈴薯ジュースを加熱後遠心分離して熱凝固物を集めアブダーハルデン乾燥器中で恒量になる迄乾燥し秤量した。

3. 熱凝固物のアミノ酸組成

熱凝固乾物 90.9 mg に 5 N 塩酸 5 ml を加え封管中で 22 時間 110°C に加熱して加水分解した後、分解液を減圧乾涸し、0.01 N 塩酸 75 ml に溶解してアミノ酸分析の試料とした。

IV. イオン交換樹脂による熱凝固上澄液の濃縮

馬鈴薯ジュースを加熱し熱凝固物を分離した上澄液を Amberlite IR-120 (H⁺型) 50 ml にかけてその何 ml で樹脂が飽和されるかを調べた。濾液にニンヒドリン反応が強く現われる様になった後、このカラムを 1 N 塩酸で溶出して 5 ml ずつ分割し、各分割部にニンヒドリン溶液を加えて加熱発色させ、570 m μ に於ける吸収を測定した。尚、1 N 塩酸溶出は工業的な利用を考えて行なったものである。即ち、普通は Amberlite IR-120 (H⁺型) 吸着部は 5% アンモニアで溶出するのであるが塩酸で溶出すると溶出も早く且つ樹脂がすぐ H⁺型となると予想した為である。

又、各分割部をブタノール・酢酸・水 (4:1:5) を溶媒としてペーパークロマトグラフィーした。

V. 馬鈴薯ジュースの糖類

馬鈴薯ジュースから熱凝固物を除いた上澄液を濃縮し溶媒系にブタノール・酢酸・水 (4:1:5)、ピリジン・ブタノール・水 (4:6:3) を用いてペーパークロマトグラフィーを行ない、アニリンハイドロジェンフタレートを示示薬として糖類を検索した。

結果及び考察

I. 馬鈴薯ジュースの全アミノ酸

馬鈴薯ジュース 1 ml 中の各アミノ酸量は次の如くである (表 1)。

馬鈴薯ジュースをそのまま加水分解してアミノ酸を調べた報告は一つだけである [17]。これによると同定されたアミノ酸は、11 で全て著者の分析で得られたものである。

表—1 馬鈴薯ジュース中の全アミノ酸

	μ Mol/ml Juice	mg/ml Juice
Asp	22.50	2.99
Thr	3.60	0.44
Ser	4.26	0.45
Glu	10.32	1.52
Pro	3.54	0.41
Gly	4.74	0.36
Ala	4.74	0.42
Cys	±	±
Val	5.94	0.70
Met	1.26	0.19
Ileu	3.30	0.43
Leu	5.46	0.72
Tyr	2.28	0.41
Phe	2.82	0.47
Lys	4.62	0.68
His	1.68	0.26
NH ₃	21.72	0.40
Arg	3.66	0.64
Total		11.50

II. 馬鈴薯ジュースの遊離アミノ酸

馬鈴薯ジュース 1 ml 中の遊離アミノ酸量は次の如く

表—2 馬鈴薯ジュース中の遊離アミノ酸

	μ Mol/ml Juice	mg/ml Juice
Asp	1.96	0.26
Thr	0.80	0.10
Ser	+	+
Glu	0.48	0.07
Pro	0.44	0.05
Gly	0.32	0.02
Ala	2.60	0.23
Val	2.20	0.26
Met	0.68	0.10
Ileu	0.84	0.11
Leu	0.72	0.09
Tyr	0.60	0.11
Phe	0.68	0.11
Try	±	±
Lys	2.12	0.31
His	0.48	0.07
NH ₃	7.68	0.13
Arg	0.36	0.06

である(表2)。

この他、ペーパークロマトグラフィーにより、アスパラギン、グルタミンの両アミドを同定した。

武藤はペーパークロマトグラフィーにより上記のアミノ酸の他に、 α -アミノ-n-カプロン酸、シスチン、メチオニンスルフォキサイド、シトルリン、システイン酸、オルニチンを同定している[9]。又、N. A. SATAROVA も α -アミノ酪酸を同定している。F. REIDEL はその他グルタチオン、 β -アラニン、 γ -アミノ酪酸を同定している。F. Reidel は更に Maritta, Ackersogen の2品種を用いてその遊離アミノ酸をペーパークロマトグラフィーで定量している[11]。尚[11]のデータはジュース 0.12 ml 中の 10^{-7} Mol で表わされているのでこれをジュース 1 ml 中の μ Mol 数に換算し、参考の為著者のデータと併記する(表3)。

表-3 馬鈴薯ジュース中の遊離アミノ酸

	F. REIDEL [11]		著者 μ Mol/ ml Juice
	Maritta μ Mol/ ml Juice	Ackersogen μ Mol/ ml Juice	
Asp	1.38	1.99	1.96
Glu	0.61	0.51	0.48
Ser	0.32	0.47	#
Gly	0.37	0.45	0.32
Thr	0.11	0.08	0.80
Ala	1.61	2.22	2.60
Tyr	0.66	0.78	0.60
Phe	1.02	1.58	0.68
Leu	1.09	1.34	0.72
Met	0.09	0.07	0.68
Val	0.42	0.47	2.20
Arg	0.71	1.04	0.36
Lys	0.92	0.44	2.12

以上記した如く著者の結果と種々の文献の記載にはかなりの差がある。しかし、馬鈴薯の遊離アミノ酸は、品種・処理方法は勿論貯蔵時間その他の影響で質量共に異なってくるものである[6]。

III. 馬鈴薯ジュースの非遊離アミノ酸

馬鈴薯ジュース中の全アミノ酸と遊離アミノ酸の差として求めたジュース 1 ml 中の非遊離アミノ酸は次の如くである(表4)。

遊離のセリンがアミドと重なる為セリンは定量できなかった。又、トリプトファンは酸加水分解で破壊された為定量できなかった。

表-4 馬鈴薯ジュース中の非遊離アミノ酸

	μ Mol/ml Juice	mg/ml Juice
Asp	20.54	2.73
Thr	2.86	0.34
Ser	?	?
Glu	9.84	1.45
Pro	3.10	0.36
Gly	4.42	0.34
Ala	2.14	0.19
Cys	±	±
Val	3.74	0.44
Met	0.58	0.09
Ileu	2.46	0.32
Leu	4.74	0.63
Tyr	1.68	0.36
Phe	2.14	0.30
Lys	2.50	0.37
His	1.20	0.19
NH ₃	14.04	0.27
Arg	3.30	0.58

IV. 熱凝固蛋白質のアミノ酸組成

馬鈴薯ジュースの熱凝固は70°Cで完了した。即ち、70°C迄加温した後凝固物を濾過した濾液を更に加熱しても凝固物は生じなかった。この凝固物を乾燥し秤量し

表-5 馬鈴薯ジュース熱凝固蛋白質のアミノ酸組成

	μ Mol/ml Juice (乾物 7.0 mg)	mg/ml Juice
Asp	5.31	0.71
Thr	2.65	0.32
Ser	2.70	0.28
Glu	4.25	0.63
Pro	2.65	0.31
Gly	3.69	0.28
Ala	3.17	0.28
Val	3.35	0.39
Met	0.69	0.10
Ileu	2.48	0.33
Leu	4.44	0.58
Tyr	1.62	0.29
Phe	2.13	0.35
Lys	3.35	0.49
His	0.75	0.12
NH ₃	6.98	0.12
Arg	1.67	0.28

た結果、ジュース 1 ml から乾物 7.0 mg を得た。

この熱凝固乾物 7.0 mg を加水分解して得たアミノ酸量は上の如くである (表 5)。

トリプトファンは酸加水分解で破壊された為定量できなかった。

馬鈴薯蛋白質のアミノ酸組成については数多くの報告があるが全て蛋白質 100 g (N: 16 g) 中の値を記載してあるので著者の値も熱凝固物 100 g に換算し文献値と併記する (表 6)。

表-6 馬鈴薯蛋白質のアミノ酸組成

著者	文 献 値													
	[4]	[5]	[13]	[8]	[14]			[10]	[12]	[2]	[1]	[16]	[7]	
					農林 1号	男 シ ャク	紅 丸							
Asp	10.2				14.6	19.1	15.6	11.9				11.5	12.0	8.0
Thr	4.6	6.9		6.8	3.9	4.1	4.8	5.4	4.0			2.5	3.2	3.4
Ser	4.0			5.8	3.7	3.7	4.7	6.0				2.6	3.7	
Glu	9.0		4.6		15.6	14.4	14.2	12.2				7.4	14.6	
Pro	4.4		3.0		6.8	7.4	7.7	4.5				3.0	3.5	
Gly	4.0			6.6	2.9	3.8	3.6	4.8				1.9	5.6	
Ala	4.0		4.9	5.6	5.7	5.2	5.1	5.1				6.1	6.2	
Cys	±	0.8	4.4	0.6	0.9	0.9	1.3	0.8	1.6	0.6				
Val	5.6	7.6	1.1	6.4	4.7	5.0	5.4	5.4	5.4	4.8	4.3	7.7	5.8	
Met	1.4	2.6		2.0	0.9	0.8	0.8	3.4	1.6	1.6	2.5	1.5	1.5	
Ileu	4.7	5.0		18.2	3.2	3.3	3.6	5.4	7.0	11.3	5.9	17.6	4.3	
Leu	8.3	9.6	12.2		4.7	5.3	6.5	7.5	6.2		4.6		4.6	4.8
Tyr	4.1		4.3	6.5	1.5	1.5	1.6	4.2				3.9		
Phe	5.0	5.9	3.9	4.9				7.4	4.4	5.4	3.6	12.7	4.7	
Try		2.3		1.9	1.3	1.0	1.3	2.0	1.4	0.8	1.0		0.1	
Lys	7.0	3.6	8.3	3.3	7.5			8.3	6.0	5.0	3.7	8.0	5.5	
His	1.7	2.2	2.3	1.6				3.7	1.9	1.7	1.2		1.5	
NH ₃	1.7		1.8					3.4						
Arg	4.0	4.8	4.2	5.0				6.6	5.4	4.4	7.1	6.0	5.0	
CyS-SH		0.1	(その他)		1.8									
			(Ala+Val : 8.2)											
			(Val+Leu : 1.9)											

著者のデータが一般にやや低い原因の一つとして、他の報告が非常に精製した蛋白質 100 g 或いは N 16 g のものであるのに対し著者の試料は単に加熱凝固・乾燥したものである事があげられる。

著者の分析結果では熱凝固物 100 g 中のアミノ酸総量は 83.7 g (トリプトファンを除く) であり、この値は E. H. GROOT の値 86.6 g [4] に近い。

次に、全アミノ酸と遊離アミノ酸の差として求めた非遊離アミノ酸と熱凝固物中のアミノ酸をグラフにより比較する (図 1)。

ここで、アスパラギン酸、グルタミン酸、アンモニアの差が非常に大きいのは、全アミノ酸を検索する為加水分解した時遊離に多量存在していたアスパラギン、グル

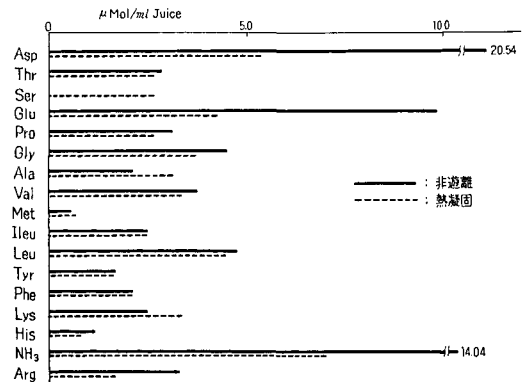


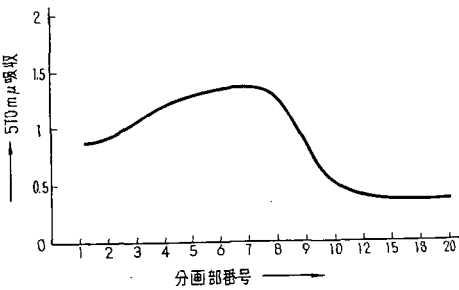
図-1 非遊離アミノ酸と熱凝固物中のアミノ酸の比較

タミンが加水分解され、アスパラギン酸、グルタミン酸、アンモニアを生じ、それをそのまま全アミノ酸中のアスパラギン酸、グルタミン酸、アンモニアとして定量した為と考えられる。

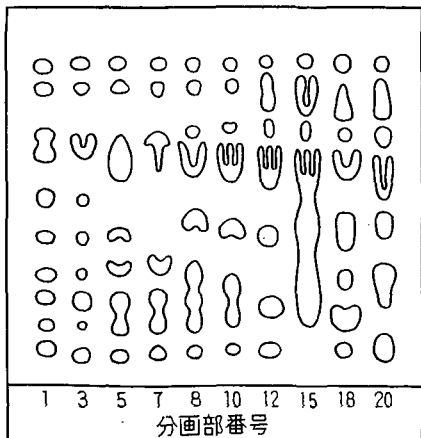
又、メチオン、リジン等は熱凝固物中に於ける値の方が大きい、これも全アミノ酸を得る為ジュースを加水分解した時種々の有機夾雑物の為にこれらがかかり分解された為と思われる。その他、アラニン、アルギニンに於ける差異を除けば、非遊離アミノ酸と熱凝固物中のアミノ酸とは殆んど一致する事が判明した。

V. イオン交換樹脂による熱凝固上澄液の濃縮

Amberlite IR-120 (H⁺-型) 50 ml は熱凝固上澄液 480 ml で飽和された。即ち、Amberlite IR-120 (H⁺-型) は約その 10 倍容量の熱凝固上澄液のアミノ酸を交換する事が判った。又、このカラムを 1 N 塩酸で溶出し、5 ml ずつ分割した各分割部にニンヒドリン溶液を加え発色させた時の 570 m μ に於ける吸光度は図 2 の如くで



図—2 Amberlite IR-120 (H⁺-型) 溶出各フラクション-ニンヒドリン反応液の吸光度 (570 m μ)



図—3 Amberlite IR-120 (H⁺-型) 溶出各フラクションのペーパークロマトグラム

あり濃縮はある程度可能である事が判った。

又、この各分割部を濃縮しペーパークロマトグラフィーした結果は図 3 の如くである。

溶媒系：ブタノール・酢酸・水 (4:1:5)

このペーパークロマトグラフィーは、分割番号の大きい分割部のニンヒドリン反応が遊離アミノ酸よりも主にペプチドによるのではないかと考えて行なったのであるが、図-3の如く予想と異なった。しかし、塩酸溶出及び濃縮の途中でペプチドの加水分解も充分考えられるので結論を出す事はできない。

VI. 以上記した全アミノ酸、遊離アミノ酸、非遊離アミノ酸、熱凝固物中のアミノ酸の相互の量比は次の如くである (表 7)。

表—7 全アミノ酸、遊離アミノ酸、非遊離アミノ酸、熱凝固物中のアミノ酸の相互の量比

	(II)/(I) (%)	(I)-(II)/(I) (%)	(III)/(I) (%)	(III)/(I)-(II) (%)
Asp	8.7	91.3	23.6	25.9
Thr	21.9	78.1	72.4	92.7
Ser			63.4	
Glu	4.7	95.3	41.2	43.2
Pro	12.4	87.4	74.0	85.5
Gly	6.8	93.2	77.8	83.5
Ala	54.9	45.1	66.9	148.1
Val	37.0	63.0	56.4	94.9
Met	54.0	46.0	54.8	119.0
Ileu	25.5	74.5	75.2	100.8
Leu	13.2	86.8	81.3	93.7
Tyr	26.3	73.7	71.1	96.4
Phe	24.1	75.9	75.5	99.5
Lys	45.9	54.1	72.5	134.0
His	28.6	71.4	44.6	62.5
NH ₃	5.4	94.6	32.1	49.7
Arg	9.4	90.2	48.6	50.6

(I) : 全加水分解物中の各アミノ酸量

(I) : 遊離の各アミノ酸量

(III) : 熱凝固物中の各アミノ酸量

(I)-(II) : 非遊離の各アミノ酸量

VII. 熱凝固物を除いた濾液を濃縮して二つの溶媒系を用いてペーパークロマトグラフィーし指示薬としてアニリンハイドロジュンフタレート噴霧した結果は図 3 の如くで、3 個のスポットはグルコース、フラクトース、リボースに一致した。このリボースの存在には若干の疑問があったので、下部を二股にした濾紙を用い一方にリ

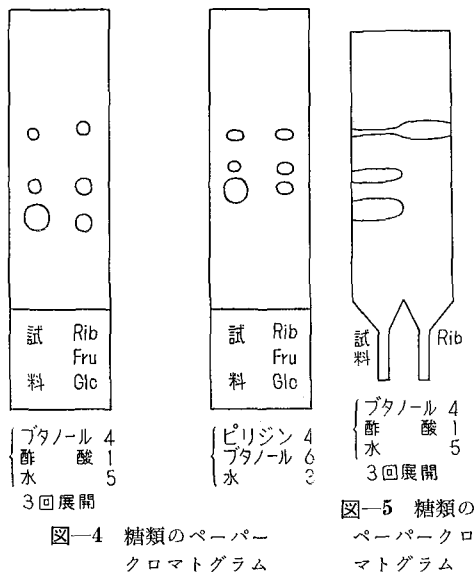


図-4 糖類のペーパークロマトグラム

図-5 糖類のペーパークロマトグラム

ボース、他方に試料をつけて展開すると、双方のバンドは完全に一致した(図5)。

要 約

I. 上田産業より分譲された馬鈴薯ジュースを用いその全アミノ酸、遊離アミノ酸の定性定量を行ない、その差として求めた非遊離アミノ酸量とジュースを加熱して得た熱凝固蛋白中のアミノ酸量を比較した。

II. 加熱除蛋白した馬鈴薯ジュースの Amberlite IR-120 (H⁺-型) による濃縮試験を行なった。

III. 馬鈴薯ジュース中の糖類を検索した。

文 献

[1] ARGEN, G. 1941: *Acta. Chem. Scandinav.* 3: 931.
 [2] CHICK, H. and E. B. SLACK. 1949: *Biochem. J.* 45: 211.
 [3] GOLDSCHMIDT, R. 1908: *Brit.* 8699, April 21; 1908. *C. A.* 3: 2185.
 [4] GROOT, E. H. 1946: *Arch. néerland. physiol.* 28: 277; 1948. *C. A.* 6018 g.
 [5] GROOT, E. H. and A. C. VANDER LINDEN 1949: *Voeding.* 10: 18; 1949, *C. A.* 43: 1878 i.
 [6] HEILINGER, F. and T. BREYHAN 1959: *Landbauforsch. Völkenrode.* 9: 17; 1961 *C. A.* 55: 24932 g.
 [7] HIRSCH, J. S., A. D. NILES and A. R. KEMMERER 1952: *Food Research.* 17: 442; 1952 *C.*

A. 46: 11494 i.
 [8] KASTELL, A. 1957: *Mikrochim. acta.* 689; 1961 *C. A.* 55: 10741 d.
 [9] 武藤聡雄 1950: *農化.* 24: 325.
 [10] 永瀬 1957: *福岡医学雑誌.* 48: 1828.
 [11] REINDEL, F. and W. BRIEMENFELD 1956: *Z. Physiol. chem.* 305: 123.
 [12] SCHUPHAN, W. and W. POSTEL 1957: *Naturwissenschaften.* 44: 40.
 [13] SJOLLEMA, S. and I. J. RINKER 1911: *Z. physiol. chem.* 76: 369.
 [14] 平 宏和・平 春枝 1963: *栄養と食糧.* 16: 48.
 [15] 高杉直幹・斎藤恒行・渡辺静雄 1951: *農化.* 25: 115.
 [16] THOMPSON, J. F. and F. G. STEWARD 1952: *J. Exper. Bot.* 3: 170.
 [17] XANDER, P. A. 1956: *Ger.* 940, 983, Mar. 29; 1958 *C. A.* 52: 1958 a.

Summary

I. Potato Juice prepared industrially by a centrifugal System was analyzed for total amino acids and free amino acids by an amino acid autoanalyzer. Amino acid content in the protein precipitated by heating the Juice was also determined.

Total amino acids (μ Mol/ml Juice)

Aspartic acid; 22.50, Threonine; 3.60, Serine; 4.26 Gltamic acid; 10.32, Proline; 3.54, Glycine; 4.74, Alanine; 4.74, Cystine; trace, Valine; 5.94, Methionine; 1.26, Isoleucine; 3.30, Leucine; 5.46, Tyrosine; 2.28, Phenylalanine; 2.82, Lysine; 4.62, Histidine; 1.68, Arginine; 3.66, Ammonia; 21.72.

Free amino acids (μ mol/ml Juice)

Aspartic acid; 1.96, Threonine; 0.80, Glutamic acid; 0.48, Proline; 0.49, glycine; 0.44, Alanine; 0.32, Valine; 2.60, Methionine; 0.68, Isoleucine; 0.84, Leucine; 0.72, Tyrosine; 0.60, Phenylalanine; 0.68, Tryptophane; trace, Lysine; 2.12, Histidine; 0.48, Arginine; 0.36, Ammonia; 7.68, Serine, Asparagine, Glutamine, Amino acids of Protein coagulated by heat (g/100 g). Aspartic acid; 10.2, Threonine; 4.6, Serine; 4.0, Glutamic acid; 9.0, Proline; 4.4, Glycine; 4.0, Alanine; 4.0, Cystine; Trace, Valine; 5.6, Methionine; 1.4, Isoleucine; 4.7, Leucine; 8.3, Tyrosine; 4.1, Phenylalanine; 5.0, Lysine; 7.0, Histidine; 1.7, Arginine; 4.0, Ammonia; 1.7.

II. Ribose, fructose and glucose were detected from the potato juice by paper chromatography.