エリソルビン酸とL-アスコルビン酸との 分離定量法について

Separation and Determination of Erythorbic Acid and
L-ascorbic Acid.

(昭和36年7月14日受理)

水谷 清 藤崎 和夫
(Kiyoshi Mizutani) (Kazuo Fujisaki)
上田 昌三郎 関口 孝史
(Syozaaburo Ueda) (Takashi Sekiguchi)

The separation of erythorbic acid and L-ascorbic acid was successfully made by the application of descending paper chromatography with the paper of 5×60 cm, which was pretreated with 2% HPO_4 . A solvent of acetonitrile system ($\text{CH}_3\text{CN}:\text{CH}_3\text{COCH}_3:\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}$ as 80:5:1.2:15) was useful as the mobile phase. After arrival of the solvent to the lower edge of the paper, it was allowed to run over for 1 or 2 hours. By this method, as an example, R_f values of 0.56 for erythorbic acid and 0.49 for L-ascorbic acid were obtained. When each 10 γ of these acids were charged on the paper, the distance between the center of the two spots was about 40mm.

Following the identification with 0.02% 2,6-dichlorophenolindophenol, the developed spots were cut off and the acids were assayed by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method.

The determination of these two acids added in foods was also done. The recoveries were 95.0~96.5% for erythorbic acid and 99.0~102% for L-ascorbic acid.

エリソルビン酸は米国では既に抗酸化剤として広く食品に添加され、我が国に於ても新たに食品添加物公定書に記載されるに至った。

エリソルビン酸 (D-アラボアスコルビン酸) と L-アスコルビン酸は還元作用その他の化学的性質が酷似しているため、その分離定量法は可成り困難を伴う。

渡辺¹⁾等は、エリソルビン酸と L-アスコルビン酸を、X線粉末写真法と旋光度法により識別を行なった。しかしこの方法は、複雑な組成をもつ混合物で、エリソルビン酸と L-アスコルビン酸が微量にしか存在しないような場合に、そのまま識別定量することはほとんど不可能と考えられる。

W. B. Esselen^{2,3)}等は試料の総還元力を総ビタミンCとして測定した後 L-アスコルビン酸欠乏食飼料で飼育したモルモットに、測定する試料を添加し、3~4週間後の抗壞血病作用、体重増加を測定し、生物学的に L-アスコルビン酸の含有量を求め、先に測定した総ビタミンCとの差より、エリソルビン酸の含有量を求めて両者を定量した。この方法は、ビタミンC欠乏動物の飼育を必要とするので、管理の煩些のみならず、長期の日時を必要とし、短時間に結果を得ることは不可能である。

L. W. Mapson^{4,5)}等は Paper Chromatography (以後 P.C と略す) を行ない各種展開溶媒でその R_f は近似しているが酢酸ブタノール系およびフェノール系の展開溶媒を用いてエリソルビン酸と L-アスコルビン酸の分離を報告した。Mitchell⁶⁾ 等は展開用紙をあらかじめメタリン酸で処理して展開中の分解を防ぐことを試み、アセトニトリル系の展開用溶媒について研究し、両者を分離定性した。

H. Kadin⁷⁾ 等は Mitchell⁶⁾ 等の方法を更に改良して、60 cm の展開用紙を用い分離をよくすることを試み、展開中の分解を防ぐためろ紙を前処理するメタリン酸濃度を高め、下降法で分離して定量を行なっている。この方法では両者の分離距離がなお小であるために、展開後顕色した対照還元性斑点の R_f より試料の位置を推定するとき、わずかに差異を生じて、これを確認できず切り取りによる誤差をなくすることはできない。

著者等が各種展開溶媒を用いて試みた結果、アセトニトリル系の展開溶媒は、ブタノール系およびフェノール系展開溶媒に比して、エリソルビン酸と L-アスコルビン酸との分離にはかなり良好であるが定量に用いるにはなお不十分であるので、著者等は次の諸点について改良を

行なった。

1) アセトニトリル系の展開溶媒で、60cm のメタリン酸処理を行なったろ紙を用いて、下降法で展開溶媒がろ紙の下端に達してから、更に一定時間展開を続けて分離を確実にした。

2) ろ紙の下端、山形の切り込みをつくり、試料の還元性斑点が、ろ紙の一端に片寄り斑点の乱れるのを防いだ。

3) 展開を冷暗所で行ない、展開中の分解を防ぐことができた。

4) 展開後の検出は、2.6 ジクロルフェノールインドフェノールナトリウム液を噴霧して還元性斑点を確認し、その検出した還元性斑点を直接切りとり、通常 Rf の接近したものを対照ろ紙の Rf を参考にして、試料展開ろ紙を切り取るために、生ずる誤差を完全になくすることができた。

分離確認して切り取ったろ紙片を、メタリン酸液で抽出した後、2,4 ジニトロフェニルヒドラジン法で微量定量を行なった。このときオキサゾン生成速度は、はじめエリソルビン酸よりL-アスコルビン酸の方がすみやかであるが、約20時間放置すると、両者の呈色はほぼ一致する。このように P.C 法で分離を確実にし、展開中の分解を防ぐ等、誤差の原因を除き、エリソルビン酸とL-アスコルビン酸との、分離定量を、良好な精度および検出率で行ない得る方法を作り、この方法によってエリソルビン酸とL-アスコルビン酸との微量混合物（ジュース、畜肉ハム、魚肉ソーセージ、罐詰マッシュルーム等）について分離定量を行ない、従来困難視されていた両者の分離定量を検出率良く短時日に行なうことができた。

実験の部

1. 構造および諸性質

第 1 表

	エリソルビン酸	L-アスコルビン酸	エリソルビン酸 ナトリウム	L-アスコルビン酸 ナトリウム
分子式	$C_6H_8O_6$	$C_6H_8O_6$	$C_6H_7O_6Na \cdot H_2O$	$C_6H_7O_6Na$
分子量	176.1	176.1	216.1	198.1
m. p.	168°C (分解)	187~192°C	—	—
比 施 光 度	-16.2~-18.2°	+20.5~+21.5°	+97°	+104°
ニコチン酸との附加物	—	+		
ニコチン酸アミドとの附加物	+	+		
ヨウ素液に対する還元力	還元力は両者全く同一である。		還元力は両者分子量による差がある外同一。	
インドフェノール液に対する還元力	"		"	

エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸は立体異性体で、次の如き諸性質を示す。(第1表参照)

エリソルビン酸 L-アスコルビン酸

2. 試料 エリソルビン酸 m.p 168°C (分解)

$[\alpha]_D^{20} -17.2^\circ$ $C_6H_8O_6$ 99.9%

L-アスコルビン酸 m.p 192°C

$[\alpha]_D^{20} +21.0^\circ$ $C_6H_8O_6$ 99.9%

3. 試薬および装置 試薬は特級または1級を使用する。

展開溶媒 $CH_3CN : CH_3COCH_3 : CH_3COOH : H_2O$ (80 : 5 : 1.2 : 15) の混液を用いる。

メタリン酸液 10w/v% 水溶液で冷所に貯え2週間毎に作る。

5%メタリン酸液 用時メタリン酸液をうすめて作る。

2%メタリン酸液 用時メタリン酸液をうすめて作る。

0.2% インドフェノール液 2.6 ジクロルフェノールインドフェノールナトリウム 0.2g を、温湯 100ml に溶かし、必要あれば過する。冷所に貯え、2週間毎に作る。

0.02% インドフェノール液 0.2% インドフェノール液をうすめて作る。

メタリン酸チオ尿素液 用時チオ尿素 2g をメタリン酸液 50ml に溶かし水を加えて 100ml とする。

ジニトロフェニルヒドラジン液 2,4 ジニトロフェニ

ルヒドラジン 2g を 9N 硫酸 100ml に溶かし、ガラス製ろ過器でろ過する。本液は、冷所に貯えて 2 週間毎に作る。

エリソルビン酸標準液 用時純エリソルビン酸 100mg を正確に秤り、100ml のメスフラスコに入れ、5 % メタリン酸に溶かして 100ml とし、その 1 ml を 100ml のメスフラスコにとり、5 % メタリン酸液で 100ml とする。

L-アスコルビン酸標準液 用時純 L-アスコルビン酸 100mg を正確に秤り、100ml のメスフラスコに入れ、以下エリソルビン酸標準液と同様に作る。

分光光度計 バックマン分光光度計 DU 型

ろ紙クロマトグラフィ装置 長さ 60cm のろ紙を用いて、下降法で展開することができ、十分に気密を保つことが出来る装置。

展開ろ紙 東洋ろ紙製 No. 51 60×60cm のろ紙を幅 5 cm に切り、2 % メタリン酸液に浸した後、一夜風乾し、ろ紙の下端に山形の切込みをつける。

4. P.C による分離 エリソルビン酸および L-アスコルビン酸を、それぞれ 10~30 μ g に対応する量を含む試料液を、展開ろ紙にスポットし、かつ色の減圧デシケーター（五酸化リン）中で 15 分間乾燥し、このろ紙を冷暗所においたろ紙クロマトグラフィ装置中に取り付け、装置の下部に展開溶媒と同一組成の液を、ろ紙に接触しないように置き、1 時間 30 分間放置して装置内を溶媒蒸気で飽和させた後、展開溶媒を上部の溶媒入れに入れ、下降法で溶媒の浸透先端が、ろ紙の先端に達する時間の約 1.5 倍の時間展開して、スポットの分離を完全ならしめる。展開後のろ紙を、クロマトグラフィ装置より取出し、暗所で約 15 分間風乾後、0.02% インドフェノール液を噴霧して、その還元性斑点をろ紙に記録し、同時にエリソルビン酸と L-アスコルビン酸を用いて、同様の方法で展開したろ紙の還元性斑点の位置を比較して、試料斑点の定性を行なう。

5. エリソルビン酸と L-アスコルビン酸の Rf

上記の方法で展開するときの Rf は

エリソルビン酸 0.56

L-アスコルビン酸 0.49

6. P.C によって分離した還元性斑点について

上記の P.C 法により、エリソルビン酸および L-アスコルビン酸の混合物を展開し、その検出した還元性斑点のそれぞれの大きさおよび各斑点間の距離は第 2 表に示す如く、その分離は確実にこなわれているものと認められる。

7. P.C で分離した還元性斑点の比色定量法

試料を展開したろ紙は、減圧デシケーター（五酸化リン）で乾燥した後、還元性斑点の周囲をやや大きめにろ紙を切り取り、試験管に入れ、5w/v% メタリン酸液 4.0ml を加え (1) 液とする。また別に展開ろ紙を (1) と同じ大きさに数枚切りとり、試験管に入れ、エリソルビン酸標準液および L-アスコルビン酸標準液を、それぞれ 0.5, 1.0, 1.5ml ずつ加え、5w/v% メタリン酸液を加えて、それぞれ 4.0ml とし、(2) 液とする。(2) と同様に展開ろ紙を切りとって試験管に入れ、5w/v% メタリン酸液 4.0ml を加え (3) 液とする。(1), (2) の液に 0.2% インドフェノール液 1 滴を混和して液が微かにバラ色を呈したことを確かめ、(3) の液には 5w/v% メタリン酸液 1 滴を加え、つづいて (1), (2), (3) の試験管にメタリン酸チオ尿素液 4.0ml を加え、ときどきふりまぜながら常温で 1 時間放置した後、この液を遠心分離機にかけ、その上澄液 4.0ml を試験管にとり、(1) から得た液を検液とし、(2) から得た液を、エリソルビン酸および L-アスコルビン酸検量線作成液とし、(3) から得た液を空試験液とする。検液および検量線作成液にジニトロフェニルヒドラジン液 1.0ml ずつを加え、37°±0.5°C で正確に 3 時間放置した後、試験管を氷水中につけ、冷しながら 85 % 硫酸 5.0ml を少しずつ滴加し、その都度少なくとも 1 分間氷水中で試験管をゆり動かして、内容液をよく混和冷却する。次に冷しながら、空試験液に 85% 硫酸 5.0ml を加え、さらに試験管にジニトロフェニルヒドラジン液 1.0ml 混和する。これらを氷水中から取り出し、室温で 30~40 分間放置した後、空試験液を対照として波長

第 2 表

試料 スポット量 (μ g)	エリソルビン酸	10	20	30
	L-アスコルビン酸	10	20	30
還元性 斑点の大きさ (mm)	エリソルビン酸	長径 16	20	23
		短径 14	18	20
	L-アスコルビン酸	長径 17	20	24
		短径 13	18	21
エリソルビン酸および L-アスコルビン酸各 斑点中心間の距離 (mm)		40	38	36

520m μ における検液および検量線作成液の吸光度を測定し、エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸検量線作成液の吸光度をもちいてそれぞれの検量線を描いた後、検液の吸光度を定性で確認した。それぞれの検量線を用いて、対応する量を求め、試料中のエリソルビン酸およびL-アスコルビン酸の量を算出する。

8. 2.4 ジニトロフェニルヒドラジン法の検討

i) オサゾンの生成速度

エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸、それぞれ40 γ をとり、前記の定量法にしたがって操作し、ジニトロフェニルヒドラジン液を加えた後 37°C に放置し、85%硫酸を加えるまで時間を順次変え、その放置時間と、オサゾンの吸光度の関係をしらべた。これは Fig 1 に示す如く、オサゾンを作る速度はエリソルビン酸よりL-アスコルビン酸の方が速やかであるが、約20時間放置すると両者の吸光度はほぼ一致する。

Fig 1 A: L-アスコルビン酸

B: エリソルビン酸

したがって 37°C における放置時間を長くすれば、吸光度は増加すが、他方試験所要時間は長時間を要するために、通常の 2.4 ジニトロフェニルヒドラジン法による L-アスコルビン酸の定量条件と同様に 37°C 3時間とした。したがってエリソルビン酸とL-アスコルビン酸は、それぞれの検量線を必要とする。

ii) Beer の法則の検討

オサゾン生成反応条件を、37°C 3時間とするととき、エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸の試料量と吸光度との関係は Fig 2 に示す如く直線関係になり、よって Beer の法則にしたがった。

Fig 2 A: L-アスコルビン酸

B: エリソルビン酸

iii) オサゾンの分析

エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸に、ジニトロフェニルヒドラジン試液を加えて作ったオサゾンを、アルコールより再結したものの分析値を、第3表に示す。それぞれのオサゾンを、うすめた硫酸 (10+11) にと

Fig 3-1 L-アスコルビン酸オサゾン

第 3 表

		エ リ ソ ル ビ ン 酸			L- ア ス コ ル ビ ン 酸		
融 点		240°C (分解)			284°C		
元 素 分 析 値 (%)		C	H	N	C	H	N
	実 験 値	40.42	28.2	21.18	40.54	2.75	21.08
	理論計算値	40.44	26.4	20.97	40.44	2.64	20.97

Fig 3-2 エリソルビン酸オサゾン

かした液の可視吸収スペクトルは、Fig 3 に示す如く、両者よく一致した。

また両者の赤外吸収スペクトルは、Fig 4 のごとくになった。

Fig 4 A: L-アスコルビン酸オサゾン

B: エリソルビン酸オサゾン

9. 実施例

第4表のデータは、長さ 60cm の展開ろ紙を用いて実施した成績であるが、つぎに 40cm の展開ろ紙を用いて同様の方法で実施した結果を第5表に示す。

この結果 40cm の展開ろ紙を用いて展開を行なった場合、定性的には分離を認められるが、定量に用いた場

第 4 表 (ろ紙 60cm)

			添加量 (<i>γ</i>)	定 量 値 (<i>γ</i>)		カッコ内誤差 (%)		
単 試 料	E A	20.0	19.0 (-5.0)	19.7 (-1.5)	19.7 (-1.5)	19.5 (-2.5)	19.5 (-2.5)	
	A A	20.0	20.2 (+1.0)	20.0 (0)	19.8 (-1.0)	20.0 (0)	20.5 (+2.5)	
混	E A	20.0	19.1 (-4.5)	19.4 (-3.0)	19.4 (-3.0)	20.0 (0)	19.3 (-3.5)	
	A A	20.0	20.2 (+1.0)	20.4 (+2.0)	20.0 (0)	19.4 (-3.0)	20.4 (+2.0)	
合	E A	10.0	9.2 (-8.0)	9.0 (-10.0)	9.6 (-4.0)	10.1 (+1.0)	9.8 (-2.0)	
	A A	30.0	30.5 (+1.7)	31.2 (+4.0)	31.0 (+3.3)	30.5 (+1.7)	30.2 (+0.7)	
試	E A	30.0	29.0 (+3.3)	29.5 (-1.7)	28.6 (-4.3)	27.9 (-7.0)	28.1 (-6.3)	
	A A	10.0	10.2 (+2.0)	9.8 (-2.0)	9.9 (-1.0)	10.2 (+2.0)	10.5 (+5.0)	
料	E A	40.0	38.8 (-3.0)	38.3 (-4.1)	39.0 (-2.5)	38.6 (-3.5)	38.9 (-2.8)	
	A A	10.0	10.5 (+5.0)	10.4 (+4.3)	10.6 (+5.5)	10.6 (+6.0)	10.3 (+3.0)	
	E A	10.0	9.5 (-5.3)	9.3 (-7.0)	9.5 (-6.5)	9.5 (-5.3)	9.7 (-2.3)	
	A A	40.0	41.3 (+3.2)	41.0 (+2.5)	41.3 (+3.3)	40.4 (+1.0)	40.6 (-1.5)	

E A (エリソルビン酸の略)

A A (L-アスコルビン酸の略)

第 5 表 (ろ紙 40cm)

			添加量 (γ)	定 量 値 (γ)		カッコ内誤差 (%)	
混 合 試 料	E A	20.0	18.4 (-8.0)	18.6 (-6.0)	17.4 (-13.0)	16.8 (-16.0)	18.2 (-9.0)
	A A	20.0	22.0 (+10.0)	11.6 (+8.0)	22.2 (+11.0)	22.8 (+14.0)	21.4 (+7.0)

合第5表の如く精度は幾分悪くなる。したがって定量法とすれば、60cm のろ紙を用いる方がよい。

10. 畜肉ハムおよび魚肉ソーセージ中のエリソルビン酸およびL-アスコルビン酸の分離定量

試料畜肉ハムおよび魚肉ソーセージ 25g を 2 つ秤り、A および B とし、A はそのまま、B にはエリソルビン酸およびL-アスコルビン酸それぞれ 25 mg を正確に添加し、それぞれミキサーに入れ、5 % メタリン酸液 50 ml を加え、1 分間正確に激しく攪拌した後、5 分間遠心分離機にかけ、その分離した上澄液をろ過し、ろ液を試料溶液 A および B とする。この試料溶液 A および B を用いて展開ろ紙にそれぞれ 0.02ml を数回に分けて、減圧デシケーター（五酸化リン）で乾燥しながらスポットし、P.C でエリソルビン酸と L-アスコルビン酸を分離した後、前記の定量法（ただし（2）検量線作成液はのぞく）にしたがって操作し、それぞれの吸光度を測定した後、次の計算式により試料畜肉ハムあるいは魚肉ソーセージ中のエリソルビン酸およびL-アスコルビン酸含量を求める。

試料 25g 中のエリソルビン酸の量 (mg) =

$$\frac{E_A(E.A)}{E_B(E.A) - E_A(E.A)} \times 25\text{mg}$$

試料 25g 中の L-アスコルビン酸の量 (mg) =

$$\frac{E_A(A.A)}{E_B(A.A) - E_A(A.A)} \times 25\text{mg}$$

$E_A(E.A)$: 試料 A のエリソルビン酸部分よりの吸光度

$E_A(A.A)$: 試料 A の L-アスコルビン酸部分よりの吸光度

$E_B(E.A)$: 試料 B のエリソルビン酸部分よりの吸光度

$E_B(A.A)$: 試料 B の L-アスコルビン酸部分よりの吸光度

エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸無添加の畜肉ハムおよび魚肉ハムに、エリソルビン酸およびL-アスコルビン酸を添加して、上記定量法により定量を行なった結果第6表に示すような再検率を得た。

11. 缶入りL-アスコルビン酸強化ジュース、マッシュルーム缶詰、粉末L-アスコルビン酸強化ジュース中のエリソルビン酸およびL-アスコルビン酸の分離定量

缶入りL-アスコルビン酸強化ジュースおよびマッシュルーム缶詰は、その上層液を遠心分離機にかけ、その上澄液をとり、缶入りL-アスコルビン酸強化ジュースの上澄液には 100g に対してエリソルビン酸 30mg、マッシュルーム缶詰には、その上澄液 100g に対してエリソルビン酸 100mg およびL-アスコルビン酸 100mg を加えて、それぞれ試料溶液とする。又粉末L-アスコルビン酸強化ジュースは 50g を正確に秤り、これに、エリソルビン酸 100mg を加え 100mg のメスフラスコに入れ 5 % メタリン酸液を加えて溶かして正確に 100ml とし、試料溶液とする。

それぞれの試料溶液を展開ろ紙にエリソルビン酸およ

第 6 表

	添 加 量		P.C 後分離定量した結果(カッコ内は再検率)	
	エリソルビン酸	L-アスコルビン酸	エリソルビン酸	L-アスコルビン酸
畜 肉 ハ ム	25mg/25g	25mg/25g	23.6mg/25g (94.5 %)	25.6mg/25g (102.5 %)
魚 肉 ハ ム	25mg/25g	25mg/25g	23.8mg/25g (95.7 %)	25.8mg/25g (103.0 %)

第 7 表

	添 加 量		P.C. 後分離した含量(カッコ内は再検率)	
	エリソルビン酸	L-アスコルビン酸	エリソルビン酸	L-アスコルビン酸
強化オレンジジュース (缶入り)	30.0mg/100g	25.5mg/100g	28.8mg/100g (96.0 %)	26.0mg/100g (102 %)
マッシュルーム (缶 詰)	30.0mg/100g	30.0mg/100g	28.5mg/100g (95.0 %)	30.1mg/100g (100.5 %)
強化粉末 オレンジジュース	200mg/100g	198mg/100g	193mg/100g (96.5 %)	196mg/100g (99.0 %)

(注) 缶入強化ジュース、粉末強化ジュース中のL-アスコルビン酸含量はエリソルビン酸添加前に 2.4 ジエトロフェニルヒドラジン法により定量した。

びL-アスコルビン酸の10%以上に対応する容量をハム・ソーセージの場合と同様にスポットする。

展開後上記定量法によりそれぞれの含量を定量し、第7表の再検率を算出した。

終りに本研究の機会を与えられた藤沢薬品工業株式会社社長藤沢友吉氏また終始御指導を賜った大阪工場長中田豊一氏、開発部箕形政之博士に感謝する。

文 献

- 1) 渡辺厚, 神尾英雄: 薬誌 **64**, 65~67 (1944)
- 2) F.T. Yourga, W.B. Esselen Jr, C.R. Fellers:

Food Research, **9**, 188~196 (1944)

- 3) W.B. Esselen Jr., J.J. Powers, R. Woodward: *Ind. Eng. Chem.*, **37**, 295~299 (1945)

- 4) L. W. Mapson, S. M. Partridge: *Nature*, **164**, 479~480 (1949)

- 5) Yu-Tuan Chen, F. A. Isherwood, L. W. Mapson: *Biochem. J.*, **55**, 821~823 (1953)

- 6) Lloyd C. Mitchell, W. I. Patterson: *J. Assoc. Off. Agr. Chem.*, **36**, 1127~1130 (1953)

- 7) Horold Kadin, Modest Osadca: *J. Agr. Food Chem.*, **7**, 358~360 (1959)

(藤沢薬品工業株式会社)

冷トリクロール酢酸抽出による組織からのグリコーゲンの完全分離

肝臓、心臓、骨格筋のグリコーゲンは高速ホモジェナイザーとガラス球を組合せた装置を用いると、冷トリクロール酢酸で完全に分離し得ることが分った。

従来、動物組織のグリコーゲンは水又は冷トリクロール酢酸で抽出されるものと、アルカリ煮沸で抽出されるものと2つの形があって、前者は後者に比し収量の少ないことから、それぞれを遊離型、結合型と呼び、後者は組織において特殊の結合をしているものと考えられてきたが、之は磨砕の方法の欠陥によるものであることが本研

究により判明し、又グリコーゲンを2つの型に分けることは之で理論的根拠を失ったことになる。

Complete Remoral of Glycogen from Tissues
by Extraction with Cold Trichloroacetic Acid
Solution

by Joreph H. Roe, J. M. Bailey, R. Richard
Gray, and John N. Robinson,

J. Biol. Chem., **236**, 1244 (1961)

(岡)

デンプン誘導体の栄養価

離乳した雌雄の白ネズミを1日 5gの基本餌料の上に1日 1g又は2gのデンプン試料を添加して21日間飼育した。

その結果、トウモロコシデンプンのリン酸エステル、ヒドロキシエチルエーテル、及び市販の加工デンプンでは対照区と体重は変らなかったが、実験室的に調製した高度の酸化デンプンでは2日目に下痢をおこし体重を減

少した。

Nutritional Value of Chemically Modified
Corn Starches

by Roy. L. Whistler, Alan M. Belfort.

Science, **133**, 1599 (1961)

(岡)