

野菜類の糖と冷蔵による変化

柏 田 豊

緒 言

著者は1953年以降、桑の糖類に関する一連の研究を行った。¹⁾ その結論のうち、今回の報文に関係のある事項は次のとおりである。桑の種子、枝条、根、葉および芽などの各部位にグルコース、フラクトース、シュクロース、マルトースなど既知の糖の外にラフィノース、スタキオースが検出されたが、枝条、根、葉などにおけるラフィノース、スタキオースの存在は特異的であって、その条件の一つに温度がある。すなわち、この2つの糖は秋冬期だけにみられ、春夏期にはみられない。いいかえれば、秋冬期にかけて出現するのであるが、その出現の早晚はその年次の低温のおとずれの早晚と関係がある。このことは桑材料を人為的に低温処理することによって確かめられた。更に、桑以外の多数の樹木類についても実験した結果、この2つの糖が冬期だけにみられるという桑と同型のものが最も多いことが認められた。

植物体におけるラフィノース、スタキオースに関する研究はそれ以前にもかなり行われていたが、糖類、特にラフィノース、スタキオースと低温との関係については、その後、酒井(1956~60)²⁾、Paker (1958, 1959)³⁾、Jeremias (1958)⁴⁾、河野(1961)⁵⁾、ほかの研究成績が発表され、いずれも上述の結果と同傾向の成績が示されている。これらを総合して、植物体内のラフィノーススタキオースの存在は、温度特に低温と密接な関係があることは確実であると考えられる。

今回、野菜類を材料に同一趣旨の実験を行った。野菜類は同一種でも、夏、冬など収穫、使用の時期が違ふ場合があり、また保蔵の一法として冷蔵することがある。従って、野菜類にも時期別の糖の種類と量とに関する問題、および低温と糖の変化に関する問題があると考えられる。これら課題の一端として、2, 3の野菜類の時期的変化と冷蔵による変化に関する試験成績の一部について報告する。

材 料 と 方 法

ホウレンソウ、ハクサイ、キャベツおよびカリフラワーを供試した。ホウレンソウについてはミンスターランド種子を購入して栽培し、適時収穫して供試したが、他

はいずれもその時期の市販品を供試した。従って、これらは品種名も不明で、時期により品種の違う場合も考えられる。

以上の野菜類を、いずれも一部は入手時に直ちに乾燥処理し、他の一部は約5°の冷蔵庫中に一定期間保蔵した後に取り出し、同様に乾燥処理したものを実験材料にした。

第1表 野菜試料の調製条件

品名とサンプル番号	試料調製月日		冷蔵日数
	(冷蔵開始)	(冷蔵終了)	
ホウレンソウ A	100	12・20	0
	130	(〃) (1・20)	30
	103	1・20	0
	A 200	2・17	0
	230	(〃) (3・20)	30
	250	(〃) (4・9)	50
ハクサイ B	A 300	6・5	0
	330	(〃) (7・6)	30
	B 100	11・20	0
	130	(〃) (12・21)	30
キャベツ C	B 200	2・17	0
	250	(〃) (4・9)	50
	C 100	12・2	0
	135	(〃) (1・7)	35
	C 200	1・20	0
	250	(〃) (3・12)	50
カリフラワー D	C 300	8・3	0
	335	(〃) (9・8)	35
	D 100	2・1	0
	130	(〃) (3・4)	30
	150	(〃) (3・24)	50

以上の乾燥粉末材料について、糖量の測定は常法のよう¹⁾にベルトラン法によって行い、糖の種類に関する決定はペーパークロマトグラフィー (PPC)、および薄層クロマトグラフィー (TLC) によって行った。クロマトグラフィーに供する試料液の調製およびPPCの方法は既述のとおりであるが、その概略は次のとおりである。

(1) PPCおよびTLCに供する試料の調製

一定量の乾燥粉末を予めエーテル抽出して可溶分を除いた後、80%温メタノールで抽出する。抽出分のメタノールを蒸発、除去して残った水溶液に少過剰の酢酸鉛水溶液を加えて蛋白質などを沈澱させる。沈澱を濾別した濾液に硫化水素を通じ、余分の鉛分を沈澱させ、その濾液を希アンモニア水で中和した後、一定量に濃縮して試料とする。

(2) PPCの方法

濾紙 東洋濾紙NO.51 2×40

展開剤 ブタノール—酢酸—水 (4:1:2)

展開法 5~10° 1~2回上昇展開

呈色剤 (i)ベンジジン—酢酸—エタノール (0.5:20:80) (ii)レゾルシン—トリクロル酢酸—エタノール (0.2:5:100) (i), (ii)を別々に使うか、または (i)によってアルドース類を発色させたものに、(ii)を使って更にケトース類を重ねて発色させる。

(3) TLCの方法

吹着剤 ワコーゲルB5の30gに0.02M酢酸ナトリウム60mlを加え、ガラス板上に0.25mmの薄層をつくり、100°, 30分加熱する。

展開剤 ブタノール—ピリジン—水 (5:3:2)

呈色剤 スルファニルアミド—硫酸—エタノール (主剤の0.5% エタノール溶液6部に20%硫酸1部を加える), 105~115°, 5~10分間加熱発色

TLCでもPPCと同様に、温度が30°前後になると、展開時間は短いがスポットのテイリングが多くなる傾向がみられた。よって展開は5°前後の冷蔵庫中で行った。

既報¹⁾のとおり、糖類のPPCでは各糖のRf値はかなりの変動があり、これだけに頼っては判定ができない。試験の結果、第2表に示すとおり、TLCでも各糖のRf値はかなりの変動があった。従って、TLCでもRf値だけでは判定をつけかねるので、供試サンプルに並べて標準純糖をスポットするか、またはサンプルに純糖を加えて溶かしたものをスポットして展開、発色させて判定した。

第2表 TLCにおける糖類のRf値

条件：ワコーゲルB5, 0.02M酢酸ナトリウム, ガラス板0.25mm薄層, ブタノール—ピリジン—水 (5:3:2) 上昇展開, 液の移動距離10~15cm

糖の種類	Rf 値	
	5°	室温
スタキオース	0.09~0.25	0.27~0.38
ラフィノース	0.21~0.30	0.33~0.45

シクロロース	0.43~0.51	0.47~0.58
グルコース	0.45~0.58	0.43~0.60
フラクトース	0.52~0.58	0.25~0.59
マルトース		0.45~0.55

備考：値が小さいときはすべての糖の値が小さく、値が大きいたるときはすべての糖の値が大きくなるので、同一展開物中の糖間で移動順序が変わることはない。

試験結果と考察

各種野菜類の糖の分析成績およびPPC, TLCによる判定結果を次に示す。

第3表 糖の分析成績 乾物1g中のmg

品名	全糖	還元糖
ホウレンソウ A	100 157.8	55.3
	130 119.8	45.1
	103 70.8	46.5
	A 200 119.3	45.6
	230 114.0	63.7
	250 60.3	19.0
A 300	35.0	—
	330 27.1	—
キャベツ C	100 294.8	205.1
	135 307.6	211.2
	C 200 339.1	286.4
	250 206.4	162.5
カリフラワー D	100 126.8	114.0
	130 128.2	56.1
	150 129.4	66.2

第4表 PPCおよびTLCによる検出糖

	P P C					T L C				
	ST	RA	SC	GL	FR	ST	RA	SC	GL	FR
ホウレンソウ A	100		++	+	+		+	++	+	+
	130		++	+	+	+	+	++	+	+
	103		+	±	±	±	+	++	+	+
	A 200		++	+	+		+	++	+	+
	230		++	+	+	+	+	++	+	+
	250		++	+	±	+	+	++	+	+
A 300			±	±	±	±	±	+	+	+
	330		±			±	±	+	+	+
ハクサイ B	100		+	++	++		+	+	++	++
	130		+	++	+	+	+	++	+	+
	B 200		±	+	+	+	±	+	++	++
	250		±	±	+	++	+	+	++	++

キャベツ									
C	100		+	+	+		±	+	+
	135		+	+	+	±	+	+	+
C	200	±	±	+	+	+	+	+	+
	250	±	±	+	+	+	+	+	+
C	300		+	+	+	±	+	+	+
	335		+	+	+	+	+	+	+
カリフラワー									
D	100		+	+	+	±	+	+	+
	130	+	+	+	±	+	+	+	+
	150	+	+	+	+	+	+	+	+

± 存在否不確定 + 存在確認 ++ 存在多量

全般的傾向として、TLCはPPCよりも糖の検出度が鋭敏であって、PPCでは確認できない程度の微量のラフィノース、スタキオースがTLCでは検出できた。

供試サンプルのうち冬期のものについて検出できた糖の種類は、シュクロース、グルコース、フラクトースの外にラフィノースとスタキオースであった。1, 2の試料で、これ以外のスポットの現われたものもあったが、これらは目下の段階では確定できない。

夏期の試料については、数が少なく明らかにはいえないが、冬期のものとは糖の種類および量にかなりの差があるものと思われた。

ハウレンソウは、今回の試料ではハクサイ、キャベツに比して糖量が少く、特にA300, A330の6月の試料では僅少であった。冷蔵による糖量の変化は一樣ではないが、ある程度、減少の傾向があるようにみられた。糖の種類と量との関係では、シュクロースが比較的多く、ラフィノース、スタキオースはPPCでは確認できず、TLCである程度認められた。冷蔵により、特にスタキオースが現われるか、または増量することが認められた。このことはまた、糖の種類間に量的割合の変化があったことを意味するものと思われる。

ハクサイについては、分析値で非還元糖が少い傾向がみられた。この傾向はクロマトグラフィーでもうかがわれ、シュクロースのスポットが他よりも比較的小さく出るものが多かった。冷蔵の影響としては、TLCで僅かにラフィノース、スタキオースの増加がうかがわれる程度であった。

キャベツでは糖の分析値が最も高く、特に還元糖が多い傾向がみられた。冷蔵による糖量の変化の傾向は明らかでないが、クロマトグラフィーによればラフィノーススタキオースともに増加の傾向にあるものと思われた。

カリフラワーについては、冷蔵によって還元糖が減る傾向にあることは分析値およびクロマトグラフィーによってうかがわれた。ラフィノース、スタキオースについては、PPCでは30日、50日貯蔵のD130, D150で検出

され、TLCでは未冷蔵のD100にも一部検出された。いずれにしても、冷蔵の結果、出現、増量することが認められた。

以上を総括して、本試験の主目的の一つである冷蔵によるラフィノース、スタキオースの出現、増加に関しては、今回の試験の範囲では確定的にはいえないが、冷蔵によってこれらが増加する傾向はうかがわれるものと考ええる。

摘 要

(1) 野菜類の糖の検出方法として、TLCはPPCよりも感度が高く、PPCでは確認できない微量のラフィノース、スタキオースがTLCによって検出された。

(2) ホウレンソウ、ハクサイ、サバベツおよびカリフラワーの冬期の試料にはシュクロース、グルコース、フラクトースの外にラフィノースとスタキオースの両者、または前者はほぼ存在すると認められた。

(3) 野菜類の冷蔵によるラフィノース、スタキオースの出現または増量の効果については、確定的にはいえないが、ほぼその傾向があると認められた。

本報告に際し、実験に助力された榎木展嬢に謝意を表します。

文 献

- 1) 柏田 豊 (1953) ~ (1962) : 日本蚕糸学雑誌, 22, 3, 105. 23, 3, 169. 23, 3, 169. 23, 6, 325. 24, 2, 76. 24, 3, 168. 24, 3, 169. 24, 5~6, 330. 24, 5~6, 310. 25, 3, 187. 25, 3, 188. 30, 2, 179. 30, 3, 206. 30, 4, 354
日蚕関西支部講演要旨, 14, 36. 15, 7. 15, 7. 15, 7. 16, 40. 19, 5, 6. 21, 6. 21, 7. 22, 25.
兵庫県蚕業試験場報告, 13, 17, 23. 14, 6, 11. 16, 14. 18
- 2) 酒井 昭 (1956) ~ (1960) : 北大. 低温科学, 生物篇, 14, 7. 15, 17. 16, 23. 17, 29. 18, 2. 18, 15. 日林学誌, 42, 97
- 3) J. Paker (1958) ~ (1959) : Naturwiss., 45, 139. Bot. Gaz., 121, 46. Forest Science, 5, 56
- 4) K. Jeremias (1958) : Planta, 52, 195
- 5) 河野, 辻井, 島山 (1961) : 植物学誌, 74, 873