

22 道産馬鈴薯のアスコルビン酸、デヒドロアスコルビン酸、ジケトグルン酸含量に及ぼす貯蔵ならびに蒸熟の影響

22 Effect of storage and of steaming on the ascorbic, dehydroascorbic, and diketogulonic acid contents of potatoes produced in Hokkaido.

北海道立衛生研究所 (所長 中村 豊)
技師 福士 敏 雄

馬鈴薯はビタミンC給源として重要であり、その貯蔵、あるいは調理によるC含量の変化に関する報告も数多い。しかしその多くはインドフェノール滴定法 (Ind 法) によるもので、主として還元型についてのみ重点がおかれてきた憾みがある。又同法をもちいて酸化型を測定した従来の結果によると、馬鈴薯は貯蔵することによって dehydroascorbic acid (DAA) が増加すると考えられ、広部¹⁾等は DAA が ascorbic acid (AA) の2~3倍にも達することをしめし、川端²⁾等が同じ方法で北海道産馬鈴薯について行つた結果からも DAA がかなり増加する傾向を認めた。これに反し、最近 Leichsenring³⁾等は Roe, Mills⁷⁾等による dinitrophenylhydrazine 法 (DNP 法) で市販馬鈴薯の15週間の貯蔵中における AA, DAA 及び 2, 3-diketogulonic acid (DKGA) 含量変化を試験し、貯蔵することにより AA, DAA, DKGA は共に減少することを観察した。他方 McAfee³⁾等は、従来 baked potato を Ind 法で測定すると AA が極めて増加しているといわれていたことに対し、formaldehyde を用いる indophenol xylene extraction method⁴⁾ によつて考察し、この場合の AA の増加は真値でなく、インドフェノール還元性のレダクトン様物質の生成に由来することを指摘し、同時に馬鈴薯は生の状態にあつても AA 以外のインドフェノール還元性物質が非常に多いことを報告した。筆者が収穫直後の道産馬鈴薯を同法で測定した結果は McAfee が述べた程ではなかつたが、還元性物質中 AA はその78%であつた。この様に今迄主として用いられた Ind 法による馬鈴薯の AA, DAA の値は再検討すべきでないかと考えられる。又加熱調理による変化について、前記 Leichsenring³⁾等によると馬鈴薯の DAA は蒸熟により殆んど失われ、逆に AA は DNP 法で測定しても著明に増加したと述べており、この AA 増加の理由の一つとして結合型 C⁸⁾ が試料中に存在しているのではないかと推測している。馬鈴薯に含有されるレダクトン様物質の多少、更に結合型 C が事実存在するとすればその含量などは、品種、生産地、栽培条件等によつて大きく支配されると思われる。DAA も生理的には相当の効果が期待される為、実際に貯蔵、加熱調理によつて AA, DAA, DKGA 含量がどの程度の消長を示すかということを再確認する必要を認

め、特に道産馬鈴薯につき精度の高い DNP 法をもちいて実験をおこなつた。

実験方法

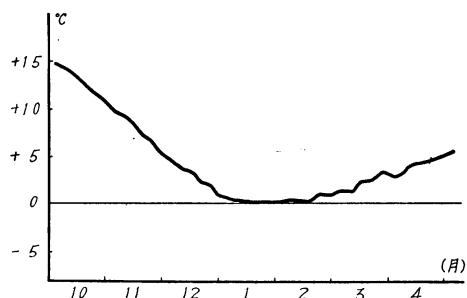
1 供試馬鈴薯

試験に使用した品種は紅丸, 男爵, 農林一号の3品種で、いずれも昭和34年に農林省北海道農業試験場において標準栽培管理されたもので、10月5日に収穫した。

2 貯蔵方法及び分析時期

収穫後1日日陰で乾燥させ、直ちに段ボール箱に納めコンクリート地下貯蔵庫に貯蔵した。庫内温度を第1図に示す。試験は昭和34年10月から35年4月迄おこない、毎月13~15日の間に分析を実施した。

第1図 貯蔵庫内の温度変化



3 蒸熟条件及び分析法

分析は生鮮物と蒸熟したものについておこなつたが、まず各品種4箇宛用い、蒸溜水で洗滌し清潔なタオルで水分を拭きとり、各個体毎にステンレスナイフで中央より2分し、一方を生鮮物の分析に供し、他方はアルマイト製蒸器で35分間強く蒸熟した後可及的急速に室温迄冷却して分析に供した。

AA, DAA, DKGA の分別定量は田村, 鈴木⁹⁾により特に DKGA の測定条件が改良された DNP 法を用いた。

結果および考察

(1) Ascorbic acid

収穫時の AA 含量は紅丸が 28.5mg% で最も高く、農林

一号が最も低く 16.0mg% でかなりの差がみられ、男爵はこの中間であつた。貯蔵による AA 減少度にも品種間の差が認められ、対乾物量の AA 絶対含量を計算してその残存率の変化をしめすと第 2 表のとおりで、12 月迄は紅丸がよく、1 月以降は農林一号が最も良好な残存率を保ち男爵は両者よりも劣つた。そのため試験当初の AA 含量は農林一号が最も低いのかかわらず 12 月に男爵と同等になり、1 月以降は男爵よりもやや高い結果となつた。

貯蔵馬鈴薯を蒸熟すると、その残存率は第 3 表のごとく 3 品種共に減少し、Leichsenring 等が述べた様な増加は全く認められなかつた。蒸熟による残存率の全期間平均は紅丸、農林一号が共に 86% であつたが、男爵のみは 72% で統計処理する迄もなく明らかに低かつた。

11~12 月以降の AA 給源としての優位列を品種別に見ると、紅丸、農林一号、男爵の順である。

第 1 表 馬鈴薯品種別の貯蔵ならびに蒸熟による水分、ascorbic acid (AA), dehydroascorbic acid (DAA), diketogulonic acid (DKGA) の変化

a. 紅 丸

	收穫時	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
水分 (%)	生蒸	77.8	77.5	77.7	77.8	76.5	75.6	75.0	75.6
	蒸	76.6	76.0	76.2	76.1	74.6	75.0	75.4	76.9
AA (mg%)	生蒸	28.5	28.4	28.0	26.3	21.8	18.0	14.2	10.9
	蒸	26.4	26.0	25.5	23.8	19.4	16.8	12.3	9.1
DAA (mg%)	生蒸	3.3	3.6	4.6	5.0	5.4	4.2	2.8	1.7
	蒸	0.3	0.6	2.4	2.5	2.6	1.8	0.7	1.2
DKGA(mg%)	生蒸	0.2	0.3	0.7	0.9	0.9	0.5	0.0	0.0
	蒸	0.1	0.2	0.9	1.0	0.9	0.8	0.7	0.3

b. 男 爵

	收穫時	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
水分 (%)	生蒸	80.5	80.6	80.6	80.7	80.5	80.9	81.2	79.3
	蒸	79.8	80.0	79.9	80.1	79.4	79.5	79.4	78.2
AA (mg%)	生蒸	21.8	21.1	17.0	13.6	12.0	10.2	8.3	7.0
	蒸	18.0	16.2	13.3	10.2	9.0	7.4	5.8	5.3
DAA (mg%)	生蒸	1.6	1.7	1.9	2.1	1.9	1.6	1.3	1.3
	蒸	0.3	0.3	0.3	0.5	1.2	1.1	0.9	0.8
DKGA(mg%)	生蒸	0.2	0.3	0.2	0.2	0.8	0.4	0.0	0.1
	蒸	0.4	0.5	0.3	0.2	0.9	0.5	0.2	0.2

c. 農林一号

	收穫時	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	
水分 (%)	生蒸	76.1	75.8	75.6	75.5	75.9	75.7	75.5	75.8
	蒸	74.9	75.0	75.2	75.8	74.1	73.5	73.4	73.6
AA (mg%)	生蒸	16.0	15.6	14.5	13.7	14.0	11.7	8.9	8.5
	蒸	14.2	14.0	13.3	12.8	13.4	10.9	8.0	7.3
DAA (mg%)	生蒸	2.8	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.2	1.9
	蒸	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	0.9	0.8	0.8
DKGA(mg%)	生蒸	0.5	0.6	0.8	0.9	0.6	0.3	0.1	0.0
	蒸	0.8	1.0	1.0	0.9	0.6	0.6	0.8	0.5

第 2 表 貯蔵生馬鈴薯の Ascorbic acid 残存率の変化 (対乾物換算数値の残存率%)

品 種	收穫時	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
紅 丸	100	98.8	97.8	92.3	72.3	57.5	44.2	34.8
男 爵	100	97.3	78.4	63.1	55.1	47.8	39.4	30.1
農林一号	100	96.4	88.8	83.6	86.8	71.9	54.3	52.5

第 3 表 Ascorbic acid (mg/100g 乾物) の蒸熟による残存率

品種	收穫時	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
紅 丸	生蒸	128.4	126.8	125.6	118.5	92.8	73.8	56.8	44.7	平均
		112.3	108.3	107.1	99.6	76.4	67.2	50.0	39.4	
	残存率%	87.5	85.4	85.3	84.1	82.3	91.1	88.0	88.1	86.5
男 爵	生蒸	111.8	108.8	87.6	70.5	61.6	53.4	44.1	33.7	平均
		89.1	81.0	66.2	51.3	43.7	36.2	28.2	24.3	
	残存率%	79.7	74.4	75.6	72.8	70.9	68.0	63.9	72.1	72.2
農林一号	生蒸	66.9	64.5	59.4	55.9	58.1	48.1	36.3	35.1	平均
		56.6	56.0	53.6	52.9	51.7	41.3	30.0	27.7	
	残存率%	84.6	86.8	90.2	94.6	89.0	85.9	82.6	78.9	86.6

(2) Dehydroascorbic acid.

貯蔵によつて DAA が非常に増加するという事は、どの品種にも認められなかつた。して云えば農林一号のみは貯蔵期間と共に漸減したが、他の 2 品種は 12 月~1 月まで僅かの上昇をしめし收穫時と比べて紅丸は 2.1mg%、男爵は 0.5mg% の増加であり、その後再び減少しやがて收穫時よりも低い値となつたが、その変動値は僅少であることを観察した。しかし他方 AA は相当の減少をしめすから、AA に対する DAA の比率は次第に高くなつた。

蒸熟によつて DAA は例外なく減少し、紅丸は 0.3~2.6 mg%、他の 2 品種は 0.3~1.3mg% となつた。

この様に DAA は貯蔵および蒸熟加熱によつて減少することを認め、従来報告された様に貯蔵により DAA が特に増加するという事は甚だ疑わしいと考えられる。

(3) 2,3-Diketogulonic acid

DKGA も DAA と同じく 12~1 月にかけてやや高くなるが、全貯蔵期間を通じて 1 mg% 以下で、かつ貯蔵末期には全く消失することが認められた。蒸熟によつて増加するが、それでも 1 mg% を越えることはなかつた。

以上の結果を総合的に考えると、馬鈴薯の AA は貯蔵により減少するが AA→DAA→DKGA という変化は当然である。しかし決して DAA、或いは DKGA の形態で組織中に蓄積されるものではなく、更にすみやかに次の段階へと分解が進んで消失してしまうと考えられる。

蒸熟によつても同様であつて、AA が減少しても DAA は増加せず、むしろ少なくなるのはこのものが DKGA となり、更に加熱によつて分解されるためであろう。生の塊

茎組織の中で DKGA はどの様な変化を経て消失するかという事は、神谷、中林¹⁰⁾ 11) が各種の AA 分解機構を提示し、DKGA の分解過程において oxalic acid, L-threonic acid 其他の中間産物を確認しているが、貯蔵馬鈴薯中にこれらのものが増加するか或いは完全分解迄進んでしまうものか甚だ興味ある問題である。

- 10) 神谷, 中林: ビタミン, 13, (3) 246, 250 (1957)
11) 神谷, 中林: ビタミン, 13, (4) 384, 387 (1957)

要 約

北海道産の馬鈴薯 3 品種(紅丸, 男爵, 農林一号)を 6 カ月貯蔵し、その間における生および蒸熟した場合の ascorbic acid (AA), dehydroascorbic acid (DAA), 2,3-diketogulononic acid (DKGA) 含量変化を 2,4-dinitrophenylhydrazine 法によつて測定した。

(1) 収穫時の AA の含量は紅丸が 28.5mg% で最高であり、農林一号は 16.0mg% で最も低く品種によつてかなりの差があつた。貯蔵および蒸熟による AA 残存率は男爵が最も低いことを認めた。

(2) DAA 含量は貯蔵中に農林一号のみが漸減をしめし、紅丸、男爵は貯蔵前期に僅少な増加が認められたが再び減少し、いずれも後期には収穫時以下の含量となつた。蒸熟によつても DAA は減少した。

(3) DKGA は貯蔵中一時増加するが 3 品種ともに貯蔵末期には消失した。蒸熟により若干の増加をしめすが、1.0 mg% を越えることはなかつた。

(4) 以上の様に馬鈴薯を貯蔵した場合に AA は減少するにもかかわらず、DAA, DKGA の増加をともなわないことからこの両者は更に組織内において分解されてしまうものと考えられる。

終りに臨み心よく試料を分与された北海道農業試験場高瀬昇技官ならびに分析を補助して頂いた松田和子技師に深く感謝します。

文 献

- 1) 広部, 高木: 栄養と食糧, 8, 199 (1956)
2) 川端, 高橋: 食研時報, 第 11 号, 1 (1953)
3) J. W. McAfee, J. H. Watts: Food Research., 23, (1) 114 (1958)
4) W. B. Robinson, E. Stotz: J. Biol. Chem., 160, 217 (1945)
5) Methods of Vitamin Assay: Interscience Publishers, Inc., New York (1951)
6) J. M. Leichsenring, et al.: Food Research., 22, (1) 37 (1957)
7) J. H. Roe, M. B. Mills. et al: J. Biol. Chem., 174, 201 (1948)
8) E. M. Hewston. et al: Misc. Publication No.628, United States Department of Agric. (1948)
9) 田村, 鈴木: 食糧研究所報告, No. 11, 4 (1956)