

かんぴょうの苦味と 硬さに及ぼす諸要因の影響

高野邦治・植木正明・田口章一*・野沢隆則・須崎隆幸・川里 宏

I 緒 言

本県のかんぴょうの生産は作付面積2,110ha、生産量3,052 t、粗生産額51億円(1987年)で、全国生産量の90%以上を占める本県の代表的な特産物である。

栽培の歴史は、約270年の歴史があり、すでに第2次大戦前に3,000haの栽培面積があり、その後大戦により激減したが、1951年には戦前並に回復した³⁾。当時の栽培法、調整法は先駆者の経験にもとづくもので、古い伝統の枠にしばられた技術であったが、1950年代に中山ら²⁾の研究により品種改良や栽培技術の改善が行われ、その後かんぴょうむきの機械化、硫黄くん蒸による保存技術の開発などにより生産が安定化し、今日まで発展してきた。ところが、1981年から1983年にかけて消費者より苦いかんぴょうや硬いかんぴょうがあるとの苦情が相次ぎ、生産流通上の大きな問題となってきた。

そこで、これらの発生要因と対策を明らかにするため、苦味については1984年から1985年に果実肥大期の温度、窒素の施用量及びかんぴょうの乾燥温度の影響について検討するとともに、高橋ら⁶⁾はかんぴょうの苦味はポリフェノールと関連があるとの報告をしていることから、ポリフェノールと苦味の関係についても検討した。また、硬いかんぴょうについては1986年から1988年に収穫時期、硫黄くん蒸時の硫黄の使用量及び製はく時のかんぴょうの厚さの影響等について検討を行った。

その結果、苦味及び硬さの発生要因が明らかになったので、その概要を報告する。

*退職

II 試験方法

1. 苦味に関する試験

1) 果実肥大期の温度の影響

果実肥大期の温度がユウガオ果実の苦味に及ぼす影響を果令との組合せで検討した。供試品種はしもつけしろを用い、1984年は5月10日、7月2日及び8月6日に、1985年は6月3日、17日、7月1日及び15日にそれぞれ開花した果実について1週間ごとに苦味調査を行った。苦味の調査は1回の調査につき果実3個供試し、表皮部(表皮から約3mmまでの部分)と果肉部(表皮部より内側の果肉の部分)に分けて官能調査(食感)で行った。

また、苦味とポリフェノールとの関係を明らかにするため、苦味の調査とあわせてポリフェノールの分析も行った。分析には生体1gを供試し、クロロゲン酸を用いてホーリンデニス法で定量した。

ユウガオの栽培は、1984年の5月~7月の調査株は3月29日定植のハウス栽培とし5月20日以降露地条件とした。また、8月調査株は4月24日定植の露地栽培とした。1985年は4月15日定植のトンネル栽培とし、6月20日以降露地条件とした。その他は慣行に準じて栽培した。

2) 窒素の施用量の影響

窒素の多施用が苦味の発生に及ぼす影響を明らかにするため、1984年にしもつけしろを用い、窒素施用量をa当たり成分で0、6及び14kgの3段階設けて検討した。

苦味の調査は試験1)に準じて行い、調査時期は開花当日、1週間目及び3週間目とした。

ユウガオの栽培は、4月24日定植の露地栽培で、窒素以外の施肥は各区ともa当たり成分でリン酸5kg、カリ4.3kg施用した。

3) かんぴょうの乾燥温度の影響

かんぴょうの苦味が問題となった時期が火力乾燥の普及時期と重なることから、1984年にかんぴょうの乾燥温度と苦味との関係を検討した。

供試品種に、しもつけしろ、ふくべ用かんぴょう及び相生FMT（ひょうたん）を用い、乾燥温度を30、50、70℃の3段階とし、対照として天日乾燥区を設けた。乾燥温度の処理は通風加熱乾燥機を用いて行った。

苦味の調査は、8月2日に収穫した果実を各品種とも3個供試し、果肉部のみをむいて所定の処理で乾燥させた後、20分間水煮をして15人のパネラーで食感による調査をした。

2. 硬さに関する試験

硬いかんぴょうの発生要因を明らかにするため、1986年は供試品種にしもつけしろと在来種（前年に硬いかんぴょうの発生した系統）の2品種を用い、収穫時期は7月29日と8月27日、収穫日数（開花から収穫までの日数）は20日と27日、硫黄くん蒸（くん蒸時期はかんぴょうむきの直後）は有無とし、それぞれを組合せた16区を設けて検討した。

1987年は、しもつけしろを用い、収穫時期、

くん蒸時の硫黄の使用量及び製はく時の厚さの影響について、それぞれの要因ごとに検討した。収穫時期については収穫時期を7月21日、8月10日、25日とし、それぞれ開花から収穫までの日数を14日と21日の2区を組合せて6区を設けた。くん蒸時の硫黄使用量は、製品40kg当たり0、40、80、160gの4区設け、くん蒸は製はく直後に行った。製はく時の厚さは、2.3、3.5、4.0、4.6mmの4区を設けた。

1988年は、前年までに明らかになった要因について要因解析を行った。処理は、収穫までの日数が14日と28日、製はく時の厚さが2.3mmと4.6mm、くん蒸時の硫黄使用量が製品40kg当たり0gと80g（製はく直後にくん蒸）の2水準とし、それぞれの要因を組合せた8処理とした。

硬さの調査は、今田製作所の硬度計（PSS-1kg）を用い、φ2mmのプランジャーを使用して、収穫時の果実及びかんぴょう（製品）の硬度を測定した。なお、かんぴょう製品の硬度については製品を10分間水浸した後、30分間煮たものを調査した。

III 試験結果

1. 苦味に関する試験

1) 果実肥大期の温度の影響

果実の苦味は第1表及び第2表に示すとおり、

第1表 果実の苦味と肥大期の最低気温（1984）

開花日 月 日	部位別	果実の苦味調査					最低気温の平均℃				
		当日	1週	2	3	4	当日	1週	2	3	4
5. 30	表皮部	≡	≡	≡	≡	+	13.6	14.3	17.0	19.8	18.0
	果肉部	≡	≡	≡	+	-					
7. 2	表皮部	≡	≡	+	+	-	18.3	19.9	20.6	22.4	22.2
	果肉部	≡	+	-	-	-					
8. 6	表皮部	-	-	-	-	-	23.9	23.5	23.6	20.2	20.5
	果肉部	-	-	-	-	-					

注1. 苦味調査は≡：非常に苦い，≡：苦い，+：わずかに苦い，-：苦味がないで表示した。

2. 気温は調査日前5日間の平均値

第2表 果実の苦味と肥大期の最低気温 (1985)

開花日 月 日	部位別	果実の苦味調査				最低気温の平均℃			
		当日	1週	2	3	当日	1週	2	3
6. 3	表皮部	≡	≡	≡	≡	12.2	14.2	11.6	17.1
	果肉部	≡	≡	+	+~-				
6. 17	表皮部	≡	≡	≡	≡	11.6	17.1	17.5	18.8
	果肉部	≡	≡	+	-				
7. 1	表皮部	≡	≡	+	+	17.5	18.8	19.9	20.4
	果肉部	+	+	-	-				
7. 15	表皮部	+	+	+	-	19.9	20.4	20.9	22.9
	果肉部	+	-	-	-				

注. 苦味と気温は第1表の脚注に同じ

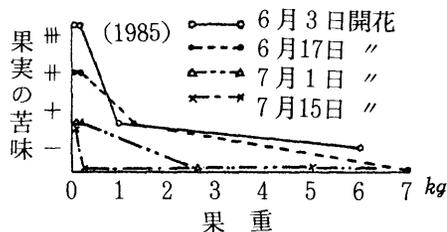
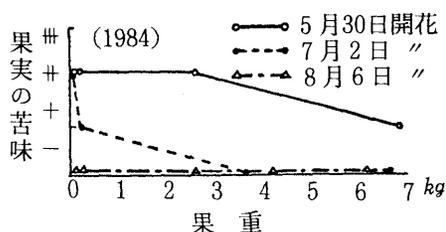
果肉より果皮の方が苦味は強く、開花後次第に少なくなる傾向であった。

開花時期との関係を見ると、1984年では5月に開花した果実の果肉の苦味は開花3週後まで認められたのに対して、7月に開花した果実では1週後までとなり、8月に開花した果実では開花当日を含めてまったく苦味はなかった。

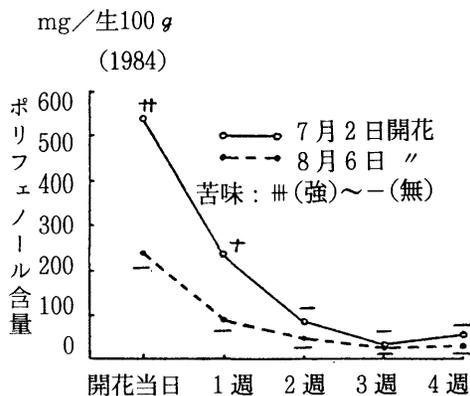
1985年は6月～7月についてより詳細に検討した結果、6月3日に開花した果実では開花3週後まで果肉に苦味があったが、その後は次第に少なくなり、7月15日に開花した果実では開花当日のみ、苦味があるだけで、2か年とも気温が高くなるにつれて苦味が少なくなる傾向が認められ、最低気温との関係では果肉はおよそ20℃、果皮はおよそ22℃以上の時期になると苦味がほとんどなくなった。

果重と果肉の苦味の関係は第1図に示した。幼果では全般に苦味が強く肥大とともに苦味は減少するが、気温の低い5月に開花した果実については収穫適期である5～6kgまで肥大しても苦味は消えなかった。しかし6月中旬以降に開花した果実では収穫適期（果重5～6kg）になれば果肉の苦味はほとんど認められない。

果実のポリフェノール含量と苦味の関係は第2図のとおり、7月2日に開花した果実については、開花当日が最も高く、以降日数がたつにつれて減少し、開花2週以降は極めて少なくなり、果肉の苦味と一致するが、気温の高い8月6日に開花した果実では、開花当日から苦味はないもののポリフェノールは生果100g当たり200mg以上含まれており、必ずしも苦味と一致しなかった。



第1図 果実の肥大と苦味の関係



第2図 果実のポリフェノール含量と苦味の関係

2) 窒素の施用量の影響

窒素の施用量をa当たり成分で0, 6及び14kgとして苦味との関係を検討した結果, 第3表に示すとおり, 果実の苦味は開花後1週間まではいずれの区にも認められ, 窒素無施用区に比べて6kg区及び14kg区では苦味がやや強かったが, 開花後3週間(7月24日)ではいずれの区

も果肉の苦味は認められず, 大きな差はなかった。

3) かんぴょうの乾燥温度の影響

生果時にやや苦味のあるふくべ用のかんぴょうを供試して, 乾燥温度を30℃~70℃に変えて検討した結果, 生果時の苦味は製品化すると減少する傾向が認められるが, 乾燥温度による差は認められず, 対照とした天日乾燥とも差はなかった。

2. 硬さに関する試験

1986年の結果は第5表に示した。果実の硬さは開花から収穫までの日数に大きく左右され, 品種の影響は少なかった。かんぴょう製品の硬さは, 収穫時期, 製はく直後の硫黄くん蒸の有無及び開花から収穫までの日数による差が認められ, 特に収穫時期が遅く, また, 硫黄くん蒸することによって硬くなることが認められた。しかし, 品種間では, 前年硬いかんぴょうが発生した在来種ともつけしるで差はなかった。

第3表 窒素施用量と果実の苦味及び果実の大きさ (1984)

N施用量 kg/a	果実の部位	苦味		果実の大きさg	
		7月9日	7月24日	7月9日	7月24日
0	表皮	#	+	24	7,360
	果肉	+	-		
6	表皮	#	+	29	6,600
	果肉	#	-		
14	表皮	#	+	28	7,360
	果肉	#	-		

注. 7月2日に開花した果実を供試した。

第4表 かんぴょうの乾燥温度と苦味 (1984)

品 種	供 試 材 料 果実の大きさg	生果時の苦味	乾燥 温度	製 品 の 苦 味			
				-	+	#	計
ふくべ用 かんぴょう	4,650	+	30℃	8人	1人	0人	9人
			50	6	3	0	9
			70	8	1	0	9
			天日	8	1	0	9

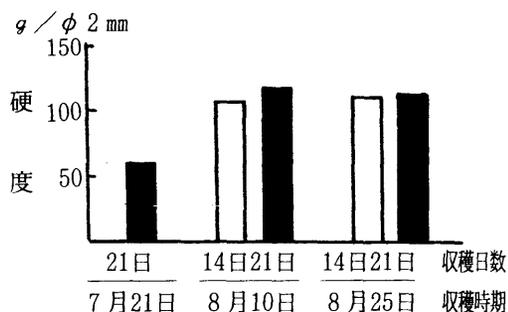
かんぴょうの苦味と硬さに及ぼす諸要因の影響

第5表 製品の硬さに及ぼす要因別の影響(1986)

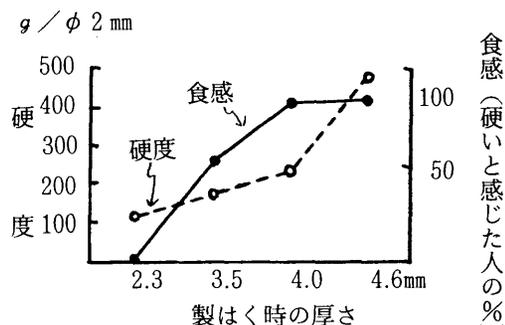
項目別		生果の硬さ g/φ2mm	製品の硬さ g/φ2mm
品 種	しもつけしろ	724	106
	在 来	741	104
収穫時期	7月29日	731	74
	8月27日	726	136
硫黄くん蒸	有	—	119
	無	—	91
収穫日数	20日	684	100
	27日	774	110

1987年の結果は第3図～第5図に示したとおり、収穫時期は7月21日より8月10日及び8月25日の方が硬い傾向であったが8月10日と8月25日の間では大きな差はなかった。収穫日数については、14日に比べて21日の方がやや硬い傾向で、この傾向は1986年とほぼ同じであった。

製はく直後の硫黄処理については硫黄の使用



第3図 収穫時期と製品の硬さ (1987)

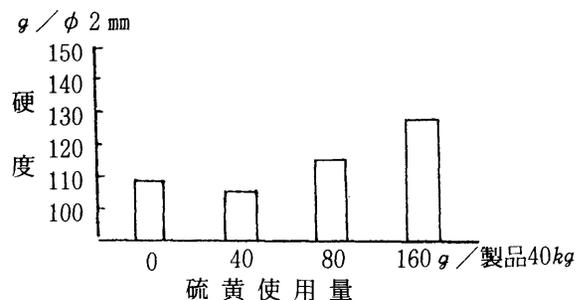


第5図 製はく時の厚さと製品の硬さ及び食感(1987)

量の影響を検討した結果、製品40kg当たり40g処理した区は無処理と差がなかったが、80g、160g処理した区はやや硬くなる傾向であった。

製はく時の厚さの影響は第5図のとおり、厚さが増す程製品の硬さは顕著に硬くなり、標準の2.3mmに比べて4.6mmは4.3倍も硬かった。あわせて官能調査をした結果は第5図のとおり、標準の2.3mmでは全員が普通(硬くない)であったのに対して、3.5mmでは50%の人が硬いと感じ、4mm及び4.6mmでは83%の人が硬いと判断し、食感でもかなりの差が認められた。

1988年の結果については第6表に示したとおり、前年までの傾向とほぼ同様で、収穫日数は14日に比べて28日の方がわずかに硬い傾向で、製はく直後の硫黄の使用量はいずれの処理においても0gより80g処理が硬くなる傾向があった。製はく時の厚さは2.3mmに比べて4.3mmではいずれの処理でも硬くなり、硫黄処理を組合せるとさらに硬くなる傾向であった。



第4図 硫黄使用量と製品の硬さ (1987)

第6表 製品の硬さに及ぼす要因別影響(1988)

要 因	製品の硬度 g/φ2mm	
収 穫 日 数	14日	152
	28日	163
硫 黄 使 用 量	80g	182
	0g	133
製はく時の厚さ	2.3mm	95
	4.6mm	221

IV 考察

苦味については、同じウリ科のキュウリではかなり研究が進んでおり、キュウリ（Cucumis 属）の苦味物質はクルビタシン（cucurbitacin）Cで、遺伝性（優性遺伝をする）があることから育種面の対応が必要であり、栽培面では低温、乾燥、日照不足、窒素過多など不良環境条件下で苦味が発生しやすいことが明らかになっている^{1, 4, 5)}。

一方、ユウガオが属するLagenaria属は苦味物質としてクルビタシンEが含まれるとの報告もある⁵⁾が、研究例が少なく、経験的に苦味のあるひょうたん類と交雑すると苦くなることなどが知られている程度で、苦味発生の原因がほとんど明らかにされていないことから発生要因と対策について検討を行った。

その結果、果実の苦味は果実肥大期の低温の影響が大きく、7月上旬以前の早い時期に収穫する果実ほど苦味が強い傾向にあり、気温との関係では果肉の苦味は最低気温が約20℃を越す時期になるとほとんど認められなくなり、果皮の苦味は約22℃を越す時期になるとなくなるものと考えられた。したがって、近年は作期が前進化する傾向にあるが、苦味を考慮すると極端な早まきは危険である。

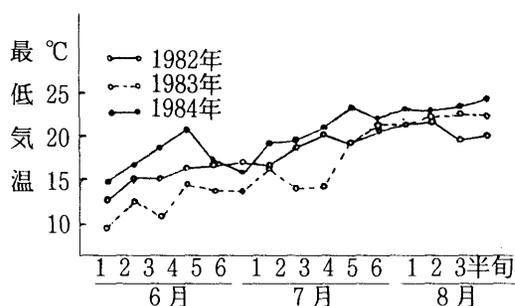
このことは、第7表及び第6図に示すとおり、本県産かんぴょうの苦味が問題になった1982年及び1983年の6月～7月の最低気温の推移と問題の少なかった1984年と比較すると、前者の方が低かったことから推察される。

また、果実の苦味は幼果時に多く、果実の肥大とともに少なくなり、果実の部位別に見ると、果肉より果皮に多いことが認められることから、特に気温の低い時期に収穫をむかえる場合は小さい果実の使用をさけ、表皮部は苦い傾向があることから表皮部を厚くむいて苦い部分を取り除くことが必要である。同時に、苦味が懸念される時期は実際にへたを取った時、舌で苦味の

第7表 本県産かんぴょうの品質に対する苦情件数

苦情内容	調査年次				
	1982	1983	1984	1985	1986
苦い	275	77	21	38	50
硬い	204	138	246	370	81
その他	95	122	44	205	108
計	574	337	311	613	239

注. 栃木県干瓢商業協同組合調より作成



第6図 果実肥大期の最低気温の年次変化

有無を確認してからむくことも大切である。

窒素の施用量と苦味の関係は、キュウリでは指摘されているものの¹⁾本試験の範囲ではあまり差がないことから、実際面においては影響が少ないものと思われる。

また、火力乾燥の普及と苦味が問題となった時期が一致することからその影響を検討したが、70℃程度の高温で乾燥させた場合でも天日乾燥と何ら変わりはなく、乾燥温度との影響も考えられなかった。

ユウガオの苦味物質については、高橋⁶⁾は苦味成分の分析を行い、ポリフェノール含量と官能による苦味が一致することを報告していることから、ポリフェノールが苦味評価の指標化となるかどうかを検討した結果、7月頃までの比較的気温の低い時期は高橋と同様の結果を得たが、8月の気温の高い時期ではポリフェノール含量が低下するものの、官能による苦味とは必

かんぴょうの苦味と硬さに及ぼす諸要因の影響

ずしも一致しなかったことから、指標化をするには今後さらに研究を重ねる必要があるものと思われた。

また、近年手塚ら⁷⁾によるとユウガオの苦味はククルビタシンDであることを報告しており、今後は苦味の現象だけでなく、これらの苦味物質との関連の研究が必要と考えられる。

硬さについては各種の要因との関係を検討した結果、収穫時期、収穫までの日数、製はく(かんぴょうむき)時の厚さ及び製はく直後の硫黄くん蒸の影響を受けることが明らかとなり、特に、製はく時の厚さの影響が最も大きいものと思われた。

したがって、防止対策としては製はく時の厚さ基準(2.3mm程度)を守ることと、収穫日数を長くしないよう適期収穫に努めることが大切で、特に8月以降の収穫後期は硬くなりやすいので収穫適期を逸することのないようにしたい。さらに、製はく直後の硫黄くん蒸も好ましくないのではない方がよいと思われる。

V 摘 要

1981年頃から本県産かんぴょうに苦いかんぴょうや硬いかんぴょうが発生し、生産流通上の問題となったことから、苦味と硬いかんぴょうの発生要因及びその対策について検討した。

1. 果実の苦味は果実肥大期の低温の影響が大きく、最低気温が約20℃を越す時期になると果肉の苦味はほとんどなくなった。また、果実の苦味は幼果時に多く、部位別では果肉より果皮に多かった。

2. ポリフェノールと官能による苦味は、低温期では認められたが、高温期では必ずしも一致しなかった。

3. 苦味と窒素施用量及び乾燥温度の関係は

認められなかった。

4. 苦味の防止対策としては、極端な早出し栽培をさける、低温期には若穫りしない、収穫初期は苦味の有無を確認するとともに表皮をやや厚むきとすることなどである。

5. 硬さについては、収穫時期、開花から収穫までの日数、製はく(かんぴょうむき)時の厚さ及び製はく直後の硫黄くん蒸の影響が認められ、特に製はく時の影響が大きかった。

6. 硬いかんぴょうの防止対策としては、製はく時の厚さ基準(2.3mm程度)を守ることと、収穫適期を逸しないことなどが大切である。

謝辞 試験実施にあたり苦味分析をご指導いただいた栃木県食品工業指導所高橋順子発酵食品部長、試験遂行にご指導いただいた栃木分場の長 修元野菜特作部長、赤木 博前野菜特作部長及び試験実施にご協力いただいた栃木分場野菜特作部職員に深く感謝の意を表します。

引 用 文 献

1. 三浦孝雄・松崎正策(1960)農林省農業改良局研究年報P219-220
2. 中山 保(1962)栃木農試南河内分場特別研報2:1-34
3. 大和田常晴(1977)野菜園芸大事典 養賢堂865-870
4. 佐々木正三郎・小林倫夫(1961)園芸学会36年春研究発表要旨P30
5. 下間 実(1961)木原生物学研究所生研時報12:85-90
6. 高橋順子(1984)食品品質保持研究会資料P11-12
7. 手塚洋子・片渕正己(1983)食品衛生研究 Vol.33 No4:385-387

Effect of some Factors on the Bitter Taste and the Toughness of the Dried Gourd Shavings.

Kuniji TAKANO, Masaaki UEKI, Shoichi TAGUCHI, Takanori NOZAWA, Takayuki SUZAKI and Hiroshi KAWASATO.

Summary

We studied on the cause of occurrence and countermeasure of the bitter or tough dried gourd shavings, because the bitter or tough dried gourd shavings occurred within dried gourd shavings that produced in Tochigi prefecture from about 1981.

The results were summarized as follows.

1. Low temperature during growing period of fruits had a great influence on the bitterness of the gourd fruits, till the minimum temperature reached 20°C.

Bitterness was contained largely in young fruits, and concerning as distinction of part, it was contained in the rind more than the pericarp.

2. The relation was observed between polyphenol content and the bitterness by tasting in respectively low temperature season, but that relation wasn't observed in high temperature season.

3. The relation wasn't observed between the bitterness of the dried gourd shavings and the amount of nitrogen fertilizer and the drying temperature.

4. It's important for prevention of the bitter dried gourd shavings to avoid extreme early sowing, not to harvest too young fruits, to ascertain whether bitter or not at the early time of harvest and to strip the rind thickly at the early time of the harvest.

5. Regarding the toughness, effect of the time of harvest, days from flowering to harvest, thickness at the shaving and sulfuration after shaving on the toughness was observed.

Especially the thickness at the shaving had a great influence.

6. It's important for prevention of tough dried gourd shavings to keep the standard thickness (about 2.3 mm) at the shaving and not to miss the proper time of the harvest.

{ Bull.Tochigi Agr.Exp. }
{ Stn.No 37: 35~42(1990) }