トウガラシの品種間雑種の果実の収量, アスコルビン酸および カプサイシノイド含量

菅 萬鉉・山本昌豊・松原幸子・村上賢治

岡山大学農学部, 岡山市津島 700

Fruit Yield, and Ascorbic Acid and Capsaicinoid Contents in the Fruit of Intervarietal Hybrids of
Capsicum annuum L.

Man-Hyun Jo, Masatoyo Yamamoto, Sachiko Matsubara and Kenji Murakami

Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima, Okayama 700

Summary

The fruit yield and ascorbic acid (AscA) and capsaicinoid contents of F_1 hybrids between *Capsicum annuum* L. 'California Wonder', four Japanese native cultivars, and five Korean F_1 cultivars were evaluated and the results compared with parental cultivars.

The yields of F_1 hybrids between the Japanese cultivars were higher than those of the parental cultivars, especially those of 'California Wonder'.

AscA content in the fruit flesh increased for 4 to 5 weeks, but decreased at 8 weeks after flowering. In all cultivars, AscA content, which differed little, gradually increased until September, and decreased in October. The AscA content in the fruit flesh was three times that of the placenta.

The capsaicinoid content was higher in the placenta than in the flesh of fruit. Fruits of 5 cultivars including 'Yatsufusa' were most pungent, with capsaicinoid content exceeding 1000mg/100gDW, whereas 'California Wonder' and 'Fushimi Amanaga' contained trace amounts. The content of capsaicinoids in F_1 hybrids varied with reciprocal crossing. Red mature fruits had lower capsaicinoid contents than did green immature ones. The capsaicinoid contents also varied with the stage of development of the fruit, being low in the first week after flowering, rapidly increasing in the 2nd to 3rd week, reaching a peak at the 5th week, and declining thereafter.

緒 言

トウガラシは、香辛野菜として世界中の食生活に欠かせない重要な園芸作物の一つである。*Capsicum* 属にはいくつかの種があるが、栽培されているトウガラシはほとんどが *Capsicum annuum* L. である。この種の実産地はメキシコを中心とする中米で、現在世界で広く栽培されている。トウガラシには、辛味品種と辛味のない品種があり、種々の辛味程度のものがある。辛味品種の果実の品質の最も重要な要素は、カプサイシノイド (辛味成分) 含量である。朴・高橋 (1980) は、辛さが異なる 3 品種とそれらの F_1 雑種を供試し、果実の発育に伴う果実中のカプサイシノイド含量の変

化をモリブデンブルー比色法で分析した結果、開花後 4～5 週間目まで急上昇したことを報告している。また、矢澤ら (1989) は、*Capsicum annuum* L. の栽培品種と *C. chinense* Jacq. との F_1 雑種、および *C. annuum* の品種間交雑種の果実中のカプサイシノイド含量を薄層クロマトグラフィーで定量し、辛味の遺伝様式が親品種により異なることを報告している。しかし、果実の発育に伴うカプサイシノイド含量の変化や辛味の遺伝については、まだ十分に明らかにされていない。近年、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) の利用により、微量の試料でも迅速にカプサイシノイドの定量ができるようになった (Attuquayefio・Buckle, 1987; Collins et. al, 1995)。本研究では、この技術を利用して果実の発育に伴うカプサイシノイド含量の変化や、

交雑種のカプサイシノイド含量について検討を行った。

トウガラシの果実品質のもう一つの重要な要素として、アスコルビン酸（ビタミンC）含量がある。トウガラシでは、辛味のない品種を用いたアスコルビン酸含量についてのいくつかの研究が報告されており、栽培環境の影響が調べられている（菅原，1943；篠原ら，1980；今堀・茶珍，1995）。しかし、アスコルビン酸含量の品種間差異、果実の発育に伴う変化、季節的变化、交雑による遺伝については、十分に調べられていない。

以上のように本研究では、高収量・高品質のトウガラシ新品種を育成するための基礎的知見を得る目的で、日本の辛味のない品種と辛味品種および韓国のF₁品種を供試し、品種間雑種の収量、果実の形態的特性、果実のアスコルビン酸およびカプサイシノイド含量を調査した。そしてトウガラシ果実のアスコルビン酸およびカプサイシノイド含量に影響を及ぼす要因について考察した。

材料および方法

1. 交雑親と雑種の収量

Capsicum annuum L. の固定種‘カリフォルニア・ワンダー’（CW’とする）（タカヤマシード，京都），日本の在来種である‘伏見甘長’（タキイ種苗，京都），‘ししとう’（東北種苗，栃木），‘八房’（タキイ種苗，京都），‘鷹の爪’（タカヤマシード，京都），さらに1993年に以上の5品種を交雑して得られたF₁雑種のうち12系統（第1表参照），韓国のF₁品種の‘Cheongyang’（中央種苗，韓国・天安），‘Sinhong’（興農種苗，韓国・ソウル），‘Geoseong’（ソウル種苗，韓国・ソウル），‘Seoulsilggwaripud’（ソウル種苗，韓国・ソウル），‘Ggwaripud’（興農種苗，韓国・ソウル）の計22種類を供試した。各品種の種子を，岡山大学農学部が無加温ガラス温室でパーミキュライトを入れた播種箱に1995年4月5日播種した。植物体の本葉が出る直前の4月26日に，培養土を入れた直径9 cmのビニルポットに鉢上げした。引き続き同じガラス温室で育苗し，植物体の本葉が8～10枚展開した5月25日に本圃（露地）に定植した。

栽植密度は，畝幅120 cm，株間40 cmの1条植えとした。植え付け株数は1品種当たり4株とした。本圃の施肥量は，10 a当たり窒素24 kg，リン酸20 kg，カリ23 kgとし，窒素のうち約1/3を元肥，残りを6月7日，7月26日と9月11日に追肥で施用した。これらの植物体は1995年11月まで栽培した。1995年7

月26日から8月31日まで1系統あたり2株から着果した未熟果（開花約3～4週間後）を順次収穫して直ちに生体重を測定し，期間内の収穫した果実の重さの合計値をその系統の収量とした。9月以降は台風による植物体の被害が考えられるため，調査は8月31日で打ち切った。

2. 果実中のアスコルビン酸含量

前述した22種類の植物の開花後約3～4週間の未熟果と，開花約6～7週間後の果実（赤熟果）を収穫し，収穫後直ちにアスコルビン酸含量の測定に供した。未熟果では7，8，9，10月に収穫した果実を，赤熟果では9，10月に収穫した果実を用いた。また，果実の発育に伴うアスコルビン酸の経時的变化を調べるため，‘ししとう’，‘鷹の爪’，‘Cheongyang’，‘Sinhong’の4品種を用い，1995年7月18日から1週間おきに8週間目まで当日開花した花にラベルを付け，9月12日ラベルのついている果実を一斉に収穫し測定した。

アスコルビン酸の定量には，還元型のアスコルビン酸を測定するインドフェノール法（南出，1981）により行った。収穫直後の果実の果皮の5 g（1～10果実分）を乳鉢に取り，5%メタリン酸溶液20 mlを加え手早く磨砕した。これに純水25 mlを加え，メタリン酸の最終濃度を約2%にした。磨砕物は遠心分離し，上澄みを抽出液とした。この抽出液を2%メタリン酸溶液で20倍希釈したものをビューレット（容量5 ml）に取り，あらかじめ濃度を検定しておいたインドフェノール液を用いて滴定した。各処理区につき異なる3つの試料から抽出して定量し，3反復とした。

また，8月3日から6日にかけて収穫した果実の胎座からアスコルビン酸を同様の方法で抽出・定量した。この定量は各処理区につき1試料からの抽出液について行った。

3. 果実中のカプサイシノイドの含量

供試材料は前述した22種類のうち韓国のF₁品種‘Seoulsilggwaripud’と‘Ggwaripud’を除く20種類を用い，1995年8月から9月にかけて収穫した未熟果と赤熟果を供試した。また，果実の発育に伴うカプサイシノイド含量の変化を調べるため，‘ししとう’，‘鷹の爪’および‘Cheongyang’の3品種を供試し，1995年7月18日から1週間おきに8週間目まで当日開花した花にラベルを付け，9月12日にラベルのついた果実を一斉に収穫した。これらの果実は収穫後，果皮と胎座に分け，細切後風乾した。十分に乾燥した試料を1処理区分ずつまとめて日立コーヒーマル（CM-602）

または乳鉢で磨碎して細かい粉末にし、サンプル管に入れシリカゲル入りのデシケーター内で保存した。この粉末試料 100 mg を、辛味品種はメタノール 100ml に、辛味のない品種では同量を 1 ml に懸濁して試験管に入れ、超音波洗浄器 (Yamato 5210) で 2 分間超音波処理し、カプサイシノイドを抽出した。抽出液はフィルター (DISMIC13HP, 0.20 μm ; TOYO Roshi Inc.) を用いてろ過した。カプサイシノイドの定量は、HPLC (島津, LC-10AD) を用い、以下に述べる方法 (島津製作所, 1994, 私信) で行った。抽出液 25 μl を 4.6 mm $\times$ 150 mm の STR ODS-II カラム (島津) に注入し、カラム温度 40 $^{\circ}\text{C}$, 移動相はアセトニトリル: 純水 (45:55, v/v, 0.05% リン酸), 流速 1 ml/min., 吸光度 280 nm でカプサイシノイドを分離・分析した。カプサイシノイドの定量は、カプサイシン (東京化成工業) の標準溶液を基準として行った。以上の測定は 1 処理区につき 1 回行った。

結 果

1. 交雑親と雑種の収量

1995 年 7 月 26 日から 8 月 31 日までの未熟果の収量を第 1 表に示した。'カリフォルニア・ワンダー (CW)', '伏見甘長' が株当たり 700 g 以上, 'ししとう' が 595 g, '八房' と '鷹の爪' が 300 g 以上となり, 平均 560 g であった。それに対して F_1 雑種は No. 6 の 1270 g から No. 8 の 561 g までの幅があったが, 平均 863 g で, いずれも親品種より多収であった。最も収量が多かったのは F_1 雑種の No. 6 ('CW' $\times$ '伏見甘長') で, 株当たり 1270 g であり, 親の 'CW' と '伏見甘長' の 1.6~1.8 倍であった。 F_1 雑種の No. 7, 13 も, 株当たり 1 kg を超える高収量であった。これらはいずれも 'CW' が片親である。韓国の F_1 品種は 'Cheongyang' の 928 g から 'Sinhong' の 437 g まで幅があり, 平均は 799 g であった。

2. 果実中のアスコルビン酸含量

未熟果のアスコルビン酸含量については第 2 表に, 赤熟果のアスコルビン酸含量について第 3 表に示した。

Table 1. Yield of immature fruits for 37 days from July 26 to August 31, 1995.

Group	No. Cultivar	Mean fruit yield (g/plant)	No. of fruits per plant	Fresh weight per fruit (g)
Bell pepper Japanese cultivar	1. California Wonder	785.6	32.5	24.0
	2. Fushimi Amanaga	705.4	158.5	4.4
	3. Shishitou	595.0	183.0	3.2
	4. Yatsufusa	373.0	277.0	1.3
	5. Taka no Tsume	340.0	264.5	1.3
	Mean $\pm$ SD	559.8 $\pm$ 197.9	183.1 $\pm$ 98.4	6.8 $\pm$ 9.7
F_1 hybrid	6. 1 $\times$ 2	1270.3	81.0	15.7
	7. 1 $\times$ 3	1090.6	108.5	10.1
	8. 1 $\times$ 4	561.6	100.5	5.7
	9. 1 $\times$ 5	847.6	193.5	4.4
	10. 2 $\times$ 1	749.3	70.5	10.6
	11. 2 $\times$ 3	918.9	248.0	3.7
	12. 2 $\times$ 4	643.6	281.0	2.3
	13. 3 $\times$ 1	1169.5	103.0	11.3
	14. 3 $\times$ 2	890.5	206.0	4.3
	15. 4 $\times$ 1	662.0	134.5	4.9
	16. 4 $\times$ 2	716.4	297.5	2.4
	17. 5 $\times$ 1	836.1	137.0	6.1
	Mean $\pm$ SD	863.0 $\pm$ 219.6	163.4 $\pm$ 79.4	6.8 $\pm$ 4.2
Korean F_1 cultivar	18. Cheongyang	928.3	245.0	3.8
	19. Sinhong	493.8	148.0	3.4
	20. Geoseong	995.8	146.5	6.8
	21. Seoulsilggwaripud	726.5	230.5	3.1
	22. Ggwaripud	851.2	284.0	3.0
	Mean $\pm$ SD	799.1 $\pm$ 197.9	210.8 $\pm$ 61.2	4.0 $\pm$ 1.6

Table 2. Content of ascorbic acid in fruit flesh and placenta of immature fruits from July 26 to October 12, 1995.

Group	No. Cultivar	Content of ascorbic acid (mg/100g FW)				
		Jul.26-Aug.3	Flesh			Placenta
			Aug.20-29	Sep.21-24	Oct.10-12	Aug.3-6
Bell pepper	1. California Wonder	99.9±1.6 ^z	177.8±18.8	207.6±31.1	182.2±35.1	49.9
Japanese cultivar	2. Fushimi Amanaga	151.2±22.4	239.8±25.8	257.9±21.9	213.4±31.0	41.9
	3. Shishitou	123.3±19.4	176.8±9.1	259.1±26.4	153.5±35.7	45.2
	4. Yatsufusa	117.5±4.2	176.4±15.0	253.2±32.2	222.4±23.2	45.4
	5. Taka no Tsume	102.3±35.8	135.3±16.4	255.9±25.9	172.2±67.5	38.1
	Mean	118.8	181.2	246.7	188.7	44.1
F ₁ hybrid	♀ ♂					
	6. 1×2	123.5±27.3	243.0±48.1	298.4±26.6	185.2±43.7	38.9
	7. 1×3	134.8±10.4	149.8±17.9	230.6±23.6	191.6±45.3	37.2
	8. 1×4	163.4±2.4	201.5±31.4	254.7±25.3	199.2±48.4	35.7
	9. 1×5	140.2±7.2	185.1±31.2	282.8±19.6	176.7±43.7	42.4
	10. 2×1	132.0±16.6	159.9±35.0	234.5±11.3	183.2±22.3	32.1
	11. 2×3	135.5±38.1	185.6±21.7	187.7±50.6	221.6±52.5	38.7
	12. 2×4	142.3±8.2	225.0±20.6	276.5±21.5	236.9±9.7	37.6
	13. 3×1	128.6±27.9	165.5±16.3	202.9±12.3	178.4±35.2	35.5
	14. 3×2	147.2±21.0	243.5±31.6	212.3±35.4	205.3±24.6	56.1
	15. 4×1	130.2±1.9	183.9±31.5	246.9±56.6	229.0±32.8	42.9
	16. 4×2	145.9±15.5	259.9±7.6	318.8±17.2	243.3±16.1	41.1
	17. 5×1	125.0±16.0	210.0±41.1	266.0±49.2	243.7±30.1	42.3
	Mean	137.4	201.1	251.0	207.8	40.0
Korean F ₁ cultivar	18. Cheongyang	143.0±25.4	173.4±19.8	252.4±35.7	205.1±30.5	43.3
	19. Shinhong	165.8±26.4	173.4±5.0	238.5±29.6	173.6±5.6	47.3
	20. Geoseong	196.9±37.7	184.5±39.4	239.8±34.4	233.5±5.8	56.6
	21. Seoulsilggwaripud	191.7±39.1	179.5±12.2	193.9±23.5	217.4±22.1	62.6
	22. Ggwaripud	158.9±29.9	218.1±34.0	261.8±37.5	205.6±16.8	50.0
	Mean	171.3	185.8	237.3	207.0	52.0
Mean of all cultivars		140.9	193.1	246.9	203.3	43.7

^z Mean±SD.

未熟果の果皮のアスコルビン酸含量は、全品種の平均値で見ると7, 8, 9, 10月がそれぞれ141, 193, 247, 203 mg/100 gFW となり、9月が最も高濃度であった。アスコルビン酸含量の品種間差異については、明らかな傾向が見られなかった。

トウガラシ果実中のカプサイシノイド含量は、後述のように果皮と胎座で大きな差が見られたので、アスコルビン酸含量についても果皮と胎座を分けて測定したところ、胎座のアスコルビン酸含量は果皮より低く、平均して果皮の1/3以下であった(第2表)。

第3表に示した赤熟果のアスコルビン酸含量を見ると、'八房'以外の全ての品種で未熟果より高濃度であった。

果実の発育に伴うアスコルビン酸含量の変化については、第1図に示したように'ししとう'では、開花後

1週間目から徐々に増加し、8週間目まで増加し続けた。'鷹の爪'では、5週間目以降はあまり増加しなかった。'Cheongyang'は、開花後3週間目まで徐々に増加したがそれ以降は余り増加しなかった。'Shinhong'は、開花後4週間目までは急激に増加したがその後は緩やかに増加した。以上の結果、開花後8週間目までアスコルビン酸含量が増加し続ける品種と、果実が赤くなるにつれ減少していく品種が存在した。

3. 果実中のカプサイシノイドの含量

赤熟果の'鷹の爪'の胎座のカプサイシノイドのクロマトグラムを第2図に示した。カプサイシノイドに関連のある4ピークが認められ、それぞれ保持時間の短い方より、nordihydrocapsaicin (NDHC), capsaicin (C), dihydrocapsaicin (DHC), 4番目のピークは n-vanillyl-n-decanamide (VD) または dihydrocapsaicin

Table 3. Content of ascorbic acid in fruit flesh of red mature fruits from September 16 to October 9, 1995.

Group	No. Cultivar	Content of ascorbic acid in flesh (mg/100g FW)	
		Sep.16-20	Oct.6-9
Bell pepper Japanese cultivar	1. California Wonder	241.0 ± 15.4 ^z	230.3 ± 13.5
	2. Fushimi Amanaga	350.4 ± 47.1	345.3 ± 25.1
	3. Shishitou	293.8 ± 16.8	322.3 ± 23.4
	4. Yatsufusa	222.4 ± 25.2	225.9 ± 10.9
	5. Taka no Tsume	265.6 ± 8.5	256.8 ± 21.5
	Mean	274.6	276.1
F ₁ hybrid	♀ ♂		
	6. 1 × 2	333.5 ± 29.2	254.9 ± 6.8
	7. 1 × 3	262.3 ± 14.0	291.5 ± 25.7
	8. 1 × 4	330.3 ± 13.2	327.5 ± 12.6
	9. 1 × 5	298.4 ± 10.0	300.7 ± 18.8
	10. 2 × 1	251.8 ± 38.8	260.7 ± 39.5
	11. 2 × 3	265.1 ± 15.0	329.7 ± 24.7
	12. 2 × 4	308.9 ± 19.4	323.6 ± 6.2
	13. 3 × 1	281.5 ± 14.3	287.6 ± 33.5
	14. 3 × 2	324.5 ± 16.1	357.5 ± 32.9
	15. 4 × 1	360.6 ± 23.2	375.9 ± 14.8
	16. 4 × 2	385.8 ± 11.9	406.9 ± 45.3
	17. 5 × 1	294.4 ± 22.8	342.9 ± 8.2
	Mean	308.1	321.6
Korean F ₁ cultivar	18. Cheongyang	288.7 ± 18.9	298.8 ± 20.3
	19. Sinhong	291.2 ± 13.0	258.2 ± 34.7
	20. Geoseong	319.1 ± 22.9	387.6 ± 13.1
	21. Seoulsilggwaripud	326.3 ± 28.7	290.9 ± 21.1
	22. Ggwaripud	334.6 ± 32.0	268.0 ± 36.2
	Mean	312.0	300.7
Mean of all cultivars		301.4	306.5

^z Mean ± SD.

の異性体と考えられた (Collins ら, 1995). 各品種毎の未熟果と赤熟果について、果皮と胎座別のそれぞれの含量は第4表に示した。C と DHC が主要な辛味成分で、含量が多かった。NDHC と VD は含量が少なく、特に後者が僅かであった。4つの物質の合計の含量は、未熟果、赤熟果とも胎座の方が高く、果皮の10~400倍近くあった。未熟果の胎座の4つの物質の合計カプサイシノイド含量では、'八房' および 'Cheongyang' が 3000 mg/100 gDW 以上で最も辛く、次いで 'Sinhong'、'鷹の爪'、'Geoseong'、'CW' と '八房' の F₁ 雑種が 1000~2000 mg/100 gDW であった。'ししとう' は 54 mg/100 gDW と '八房' などと比べて低濃度であったが、かなりの辛味があった。'CW' はカプサイシノイドは全くなく、'伏見甘長' は非常に低濃度であり、辛味は全く感じられなかった。辛味のない品種と辛味品種との F₁ 雑種のカプサイシノイド含量は、正逆交雑間で

差が見られた。'CW' と辛味品種との F₁ 雑種では、'CW' を種子親とした場合、カプサイシノイド含量が多く、'CW' を花粉親とした場合に少なかった。一方、'伏見甘長' と '八房' との F₁ 雑種では逆の結果となり、辛味のない品種である '伏見甘長' を花粉親とした方がカプサイシノイド含量が多かった。赤熟果では、未熟果に比較して高濃度になる 'ししとう' や 'Sinhong' と、逆に低濃度になる '八房'、'Cheongyang' などの品種があった。

果実の発育に伴うカプサイシノイド含量の変化を第5表に示した。いずれの品種でも、胎座のカプサイシノイド含量は、2~3週間目から急激に増加し、4~5週間目にピークに達し、その後徐々に減少した。'ししとう' は、他の2品種と比較して急激な増加の始まる時期がやや遅かった。果実の発育の様子を第3図に示した。いずれの品種でも果実が最大の生体重、最大

Fig. 1. Weekly changes in the ascorbic acid concentration in fruit flesh of 4 cultivars.

Δ , —, 'Shishitou', $y = -3.2403x^2 + 72.806x - 23.234$
 $R^2 = 0.9331$;
 $\square$, 'SinHong', $y = -4.4198x^2 + 67.836x + 36.1$
 $R^2 = 0.8072$;
 $\blacktriangle$, —, 'Cheongyang', $y = -7.1214x^2 + 87.647x - 22.128$
 $R^2 = 0.8075$;
 $\blacksquare$, 'Taka no Tsume', $y = -4.4861x^2 + 60.769x - 5.5691$
 $R^2 = 0.9012$;

の長さには達するのが5～6週間目で、カプサイシノイド含量が最大となる時期とほぼ一致していた。

考 察

本実験で、'CW'を片親にすることによって高収量のF₁雑種が得られ、F₁雑種のNo. 6, 7, 13は、1植物体当たり37日間で1kgを超える高収量であった。その中でもNo. 6('CW'×'伏見甘長')は、高収量でアスコルビン酸含量が多く、カプサイシノイド含量が少ないことから、辛味のない品種として有用な形質をもっていることが分かった。

篠原ら(1980)は、ピーマンの果実中のアスコルビン酸含量は、植物体の令が進むにつれて増加したと報告している。本実験の結果では、果実のアスコルビン酸含量はいずれの品種でも収穫開始時の7月下旬では少なく、9月に最も高く、10月には低下した。このように9月に最も高かったことについては、植物体の令による影響と、温度などの栽培環境の影響が考えられる。10月にアスコルビン酸含量が低下したのは、温度の低下が主な原因と考えられる。温度や日照などの

Fig. 2. HPLC chromatogram of capsaicinoids in *Capsicum annuum* cv. 'Taka no Tsume' (a) nordihydrocapsaicin, (b) capsaicin, (c) dihydrocapsaicin, and (d) n-vanillyl-n-decanamide.

環境条件と植物体の令がどのように果実中のアスコルビン酸含量に影響しているのかは、今後検討すべき問題である。

本実験で得られたトウガラシ果実の発育に伴うアスコルビン酸含量の変化についての結果は、菅原(1943)の報告しているビタミンC含量が果実の発育に伴って増加するという結果とほぼ一致していた。また、北川(1973)も、ピーマンおよびトマトのアスコルビン酸含量は未熟期に少なく、果実の発育に伴って増加したことを報告している。菅原(1943)はイチゴ・ナス・トウガラシを用いて覆いをした果実はビタミンC含量が著しく減少したことから、果実の肥大に伴ってアスコルビン酸含量の増加する原因は果皮の光合成によりアスコルビン酸が蓄積されることによると報

Table 4. Content of capsaicinoids in immature and red mature fruits from August to September, 1995.

Group	No. Cultivar	Content of capsaicinoids (mg/100g DW) ^z									
		Immature fruit					Red mature fruit				
		NDHC	C	DHC	VD	Total	NDHC	C	DHC	VD	Total
Bell pepper	1. California Wonder	— [*]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Japanese cultivar	2. Fushimi Amanaga	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3. Shishitou	1 ^y	1	1	—	3	1	1	2	—	4
		10 ^x	20	22	2	54	70	106	134	15	325
	4. Yatsufusa	23	200	189	10	422	2	5	6	—	13
F ₁ hybrid	5. Taka no Tsume	523	4574	4269	227	9593	240	709	904	66	1919
		2	5	4	1	12	2	4	3	1	10
	♀ ♂	173	576	498	31	1278	183	414	491	157	1245
	6. 1 × 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	1	1	—	2	—	—	—	—	—
	7. 1 × 3	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
		23	147	122	4	296	16	49	51	10	126
	8. 1 × 4	1	2	2	—	5	1	3	2	—	6
		77	503	431	32	1043	81	507	443	54	1085
	9. 1 × 5	—	1	1	—	2	—	3	3	—	6
		36	405	312	15	768	80	774	702	48	1604
	10. 2 × 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11. 2 × 3	—	—	1	—	1	—	1	—	—	1
		—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
	12. 2 × 4	2	3	5	1	11	6	7	10	1	24
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13. 3 × 1	1	1	2	—	4	1	1	2	—	4
		1	1	—	—	2	—	—	—	—	—
	14. 3 × 2	4	19	17	1	41	4	19	18	2	43
		1	1	1	—	3	—	1	1	—	2
	15. 4 × 1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
		—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
	16. 4 × 2	9	54	47	4	114	15	118	92	9	234
		—	1	—	—	1	—	2	2	—	4
	17. 5 × 1	4	15	13	1	33	63	177	191	13	444
		—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
Korean F ₁ cultivar	18. Cheongyang	11	56	56	3	126	16	135	122	7	280
		2	19	8	2	31	2	22	13	1	38
	19. Sinhong	110	2080	878	51	3119	128	1302	806	45	2281
		2	9	4	—	15	2	30	14	1	47
	20. Geoseong	164	1169	724	58	2115	223	2913	1364	83	4583
		1	3	3	—	7	1	4	6	1	12
		68	388	580	20	1056	131	454	863	66	1514

^z NDHC, C, DHC and VD mean nordihydrocapsaicin, capsaicin, dihydrocapsaicin and n-vanillyl-n-decanamide or isomer of dihydrocapsaicin, respectively.

^y Upper row shows content in fruit flesh.

^x Lower row shows content in placenta.

^{*} — means trace amount.

Table 5. Weekly changes of capsaicinoid content in fruits, 1995.

Weeks after flowering	Content of capsaicinoids (mg/100g DW) ²									
	Flesh					Placenta				
	NDHC	C	DHC	VD	Total	NDHC	C	DHC	VD	Total
'Shishitou'										
1	—※	1	—	—	1	—	1	—	—	1
2	—	—	—	—	—	2	3	1	—	6
3	—	1	—	—	1	25	79	51	3	158
4	1	2	1	1	4	32	105	80	3	220
5	3	9	6	1	19	105	357	331	11	804
6	2	6	6	2	16	101	378	323	14	816
7	1	4	3	—	8	27	124	115	5	271
8	1	2	1	—	4	16	58	60	2	136
'Taka no Tsume'										
1	—	3	—	—	3	1	2	1	—	4
2	2	6	3	1	12	86	212	126	46	470
3	4	22	10	2	38	255	1358	790	144	2547
4	6	33	22	2	63	311	2198	1428	119	4056
5	4	31	23	2	60	275	2330	1643	110	4358
6	5	27	21	2	55	338	1774	1629	128	3869
7	4	18	18	1	41	313	1666	1670	88	3737
8	5	19	20	3	47	269	986	1056	108	2419
'Cheongyang'										
1	—	2	1	—	3	2	4	1	—	7
2	4	8	3	1	16	175	550	227	41	993
3	3	30	10	1	44	262	2620	934	83	3899
4	3	23	9	2	37	135	2222	826	46	3229
5	3	44	18	2	67	178	3112	1355	71	4716
6	4	33	14	1	52	121	1648	725	41	2535
7	1	17	8	1	27	55	979	483	26	1543
8	2	36	16	1	55	94	1681	826	39	2640

² NDHC, C, DHC and VD mean nordihydrocapsaicin, capsaicin, dihydrocapsaicin and n-vanillyl-n-decanamide or isomer of dihydrocapsaicin, respectively.

※ — means trace amount.

告している。このことは、果実が赤くなるとアスコルビン酸の蓄積速度は遅くなる本実験の結果と一致している。また、開花4～5週間目以降もアスコルビン酸含量が増加し続ける品種と、ほとんど増加しないかまたは減少する品種がみられたのは、果実の肥大が停止し赤くなる時期の品種間での違いによるものと考えられる。

トウガラシの果実品質についての重要な要因であるカプサイシノイドの含量について、太田（1962）は、カプサイシンは果実の隔壁の表面より分泌され、隔壁と胎座に貯蔵されることを報告している。本実験の結果でも、カプサイシノイド含量は果皮より胎座の方が著しく多かった。そこで本研究では主として胎座のカプサイシノイド含量に注目することにした。本実験の結果、*C. annuum* L. の辛味のない品種と辛味品種の交

雑種では、'CW' と '鷹の爪' の F₁ 雑種の赤熟果を除いてはほぼ両親の中間か、それより低濃度であった。朴・高橋（1980）は *C. annuum* L. の品種間交雑において、ほとんどの F₁ のカプサイシノイド含量は両親の中間的な値を示し、いくつかの組合せにおいてのみヘテロシスが認められることを報告している。太田（1962）、朴・高橋（1980）は、トウガラシの辛味に関する遺伝学的研究を行った結果、甘味品種と辛味品種の交雑では正逆交雑による差は認められなかったとしている。しかし、本実験の結果、正逆交雑によりカプサイシノイド含量に大きな差がみられ、'CW' との交雑では辛味品種を花粉親とした場合、F₁ 雑種のカプサイシノイド含量が多く、'伏見甘長' との交雑では辛味品種を種子親とした場合 F₁ 雑種のカプサイシノイド含量が多かった。この点についてはこれまで報告例

Fig. 3. Weekly changes in the fresh weight, length and diameter of fruits of three pepper cultivars.

▲ —, Fruit length;
 ■ —, Fruit fresh weight;
 ◆ —, Fruit diameter.

がなく、今後の検討が必要である。

果実の発育に伴うカプサイシノイド含量の経時的変化では、開花後約1週間目から蓄積され始め、果実が最大のサイズに達する4~5週間目に最高になった。果実の肥大速度が最も大きいのはいずれの品種でも開花後1~2週間であったが、カプサイシノイド含量の増加が最も著しいのは品種によって多少異なるがほぼ

開花後2~4週間であった。この結果からカプサイシノイドの蓄積は、果実がある程度肥大してからより盛んになることが分かった。このように果実の生育とカプサイシノイド含量は密接な関係がみられた。果実の生育に伴うカプサイシノイド含量の経時的変化のパターンの品種による違いは、果実の成熟速度の差異によるものと思われる。

本実験の結果得られた、トウガラシのアスコルビン酸とカプサイシノイド含量の遺伝様式、植物の生育環境の影響および果実発育に伴う経時的変化に関する知見は、今後トウガラシの育種を進めていく上で大いに役に立つと考えられる。

摘 要

高収量・高品質のトウガラシ新品種を生育する目的で、日本在来種および韓国のF₁品種を供試し、親品種と比較しながら品種間雑種の収量、果実のアスコルビン酸含量およびカプサイシノイド含量を調査した。

1. 日本の固定種間のF₁雑種はいずれも親品種より高収量であり、特に「カリフォルニア・ワンダー(CW)」を片親とした場合、一果重が大きく果数も多く、高収量であった。

2. アスコルビン酸は、胎座より果皮に多く含まれていた。アスコルビン酸含量は、品種間差異は少なく、収穫時期による差が大きかった。いずれの品種でも、9月に最も含量が多かった。果実の発育に伴うアスコルビン酸含量の経時的変化を調べたところ、開花4~5週間後まではどの品種、F₁雑種も増加したが、その後も緩やかに増加する品種と、ほとんど増加しないかむしろ減少する品種があった。

3. カプサイシノイドは、果皮より胎座に高濃度で含まれていた。胎座のカプサイシノイド含量は、「八房」などの辛味品種では1000 mg/100 gDW以上で、一方、辛味のない品種の「CW」と「伏見甘長」では、カプサイシノイドはほとんど含まれていなかった。辛味のない品種と辛味品種のF₁雑種のカプサイシノイド含量は、正逆交雑により大きな差が見られた。果実の発育に伴うカプサイシノイド含量の経時的変化では、どの品種でも開花2~3週間後に急激な増加が起こり、5週間後で最大となり、その後は徐々に減少した。カプサイシノイド含量の最大となる時期は、果実の大きさが最大となる時期とほぼ一致していた。

引用文献

Attuquayefio, V. K. and K. A. Buckle. 1987. Rapid sam-

- ple preparation method for HPLC analysis of capsaicinoids in capsicum fruits and oleoresins. J. Agric. Food Chem. 35:777-779.
- Collins, M. D., L. M. Wasmund and P. W. Bosland. 1995. Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using high performance liquid chromatography. Hort Science 30:137-139.
- 今堀義洋・茶珍和雄. 1995. ピーマン果実の成熟に伴うアスコルビン酸代謝. 園学雑. 64 (別1): 562-563.
- 北川雪恵. 1973. 果菜類の生育とビタミンCの分布 (Ⅱ) トマト, ピーマン, イチゴ. 栄養と食糧. 26:139-143.
- 南出隆久. 1981. 生理に関する実験. アスコルビン酸. p. 181-183. 大阪府立大学農学部園芸学教室編.
- 園芸学実験・実習. 養賢堂. 東京.
- 太田泰雄. 1962. トウガラシの辛味に関する生理学的ならびに遺伝学的研究Ⅴ. 辛味の遺伝. 遺伝学雑. 37:169-175.
- 朴 栽福・高橋基一. 1980. トウガラシにおける辛味成分のヘテロシス表現と組合せ能力. 園学雑. 49:189-196.
- 篠原 温・鈴木芳夫・渋谷正夫・山本宗輝・山崎肯哉. 1980. トマト・ピーマンにおける施肥条件とアスコルビン酸含量について. 園学雑. 49:85-92.
- 菅原友太. 1943. 果実, 塊茎, 根部の発育とビタミンC濃度との関係に就て. 園学雑. 14:286-293.
- 矢澤 進・上田昌弘・末留 昇・並木隆和. 1989. トウガラシ属の種間雑種におけるカプサイシノイド生成. 園学雑. 58:353-360.