

ニホンナシ「幸水」及び「豊水」の低温条件下における 1-MCP 処理の品質保持効果

戸谷智明*・印南一生・安藤利夫・鈴木 健

キーワード：エチレン，品質保持効果，1-MCP処理，ニホンナシ，低温条件

I 緒 言

ニホンナシ（以下ナシ）は高温期に収穫するため、果実内部の品質劣化などで品質保持期間が短く（新堀，1998）、常温下の品質保持期間は「幸水」が7日、「豊水」が10日程度である（壽・齋藤，2017）。そのため果実の品質やその保持期間を向上させる技術として、1-メチルシクロプロペンくん蒸剤（アグロフレッシュ・ジャパン(同)）によるくん蒸処理（以下1-MCP処理）技術が開発されている。ナシ「幸水」果実への1-MCP処理では、剤の濃度や時間、密封条件、果実熟度が処理効果に影響することが明らかになっている（島田ら，2011）が、処理時の温度条件については検討されていない。また、リンゴ「つがる」（Tatsukiら，2011）やキウイフルーツ「レインボーレッド」（村上ら，2016）では、1-MCP処理前に1～2日間予冷し、果実温度を下げた後に処理をすることで、品質保持効果が向上することが報告されている。しかし、ナシは、品質保持期間がリンゴやキウイフルーツと比べ短いことや1-MCP処理の登録条件は収穫直後～2日後という実用面の理由から、処理前に一定期間予冷することは困難である。そこで、本研究では、ナシ「幸水」及び「豊水」の果実を、低温条件下で冷却しながら1-MCP処理を行った場合の品質保持効果と、異なる低温条件下における1-MCP処理の品質保持効果の違いについて検討した。その結果、1-MCP処理を低温条件下で行うと、常温下で処理した場合と比べ、「幸水」及び「豊水」の果実の品質保持効果は向上することが明らかになったので報告する。

II 材料及び方法

2022年8月3日受領 (Received August 3, 2022)

2022年12月27日登載決定 (Accepted December 27, 2022)

*現 千葉県千葉農業事務所改良普及課

本報の一部は、園芸学会平成30年度秋季大会及び令和2年度春季大会で発表した。

1. 「幸水」及び「豊水」の低温条件下における1-MCP処理が品質保持効果に及ぼす影響

(1) 供試果実

千葉県農林総合研究センター果樹圃場（腐植質普通黒ボク土）に植栽された32年生（2017年4月現在）の「幸水」（4本主枝折衷式平棚仕立て、ホクシマメナシ台木）6樹及び37年生（2017年4月現在）の「豊水」（4本主枝折衷式平棚仕立て、ホクシマメナシ台木）8樹から収穫した果実を用いた。「幸水」は、2017年8月14日に収穫した果実のうち、「幸水」用の表面色カラーチャート（富士平工業(株)）で2.2程度を適熟果として供試した。「豊水」は、2017年8月27日に収穫した果実のうち、「豊水」用の表面色カラーチャート（富士平工業(株)）で3.5程度を適熟果として供試した。両品種ともに、中庸な大きさの果実を供試した。

出荷用段ボール箱（「幸水」が梨ケース2号，縦：横：深さ=45cm：30cm：11cm，「豊水」が梨ケース1号，縦：横：深さ=45cm：30cm：13cm，ともに小林製袋産業(株)の上下に梱包資材を敷き，果実を15果ずつ詰めたものを試験に用いた。

(2) 試験区の設定

試験区は、1-MCP処理の有無と処理中の温度条件を組み合わせた4区とした。すなわち、庫内温度を10℃に設定した冷蔵庫（処理中の平均庫内気温は両品種ともに11.0℃，縦：横：奥行=2.6m：1.8m：2.0m，容積9.1m³，RA10KBHL，東芝(株)製）で1-MCP処理を行った低温処理区，常温下（処理中の平均室温は「幸水」が25.4℃，「豊水」が21.8℃）でアグロフレッシュ・ジャパン(同)指定の薬剤処理用テント内（ポリエチレン製フィルム，容積3.5m³）で1-MCP処理を行った常温処理区，庫内温度を10℃に設定した冷蔵庫内（処理中の平均庫内気温は「幸水」が10.3℃，「豊水」が10.8℃）に静置し，1-MCP処理を行わなかった低温無処理区（処理は1-MCP処理区と別の冷蔵庫で行い，処理条件は1-MCP処理区と同様）及び常温下（室温は常温処理区と同じ）に静置した常温無処理区を設けた。

1-MCP処理は，処理時間を収穫日の18時から翌日8時までの14時間とし，ガス濃度1ppmで実施した。処理後，果実は常温下（貯蔵期間の平均室温は「幸水」が25.7℃，

「豊水」が24.3℃)で貯蔵した。

なお、気温データは、サーモレコーダー (RS-11, エスペックミック(株)製)で、毎正時ごとに測定した。

(3) 調査方法

「幸水」は収穫当日及び収穫後12日に、「豊水」は収穫当日及び収穫後19日に各区10果ずつの表面色、地色、硬度、糖度、酸度及び障害果を調査した。

表面色は、果実ていあ部の日向面と日陰面の中間部を表面色用カラーチャートで測定した。地色は、表面色を測定したのと同じ位置の果皮を薄く剥いでコルク層を露出させ、地色用カラーチャート(富士平工業(株))で測定した。硬度は、日向面と日陰面の中間部で果実を縦断し、赤道面の果肉中心部をマグネステラー硬度計(D.Ballauf Mfg製, 10lbs., プランジャー径は5/16インチ)で測定した。糖度は、果実の中間部の赤道面の表面を1cm程度の三角片として切り取り、その果汁を糖度計(PAL-1, アタゴ(株)製)で測定した。酸度は、同果汁でpH試験紙(BCG, ADVANTEC製)を用いて、「豊水」のみを測定した。障害果発生率は、腐敗やふけなどで商品価値がないと判断された果実の割合とした。

得られたデータは、JMP (バージョン5.0.1J, SAS Institute Inc.)の2元配置分散分析により有意性を検定した後、Tukey-Kramer法により多重比較検定を実施した。障害果発生率は、障害果を1、無障害果を0と指数化後、JMPで尤度比検定を行い、Bonferroni法で有意水準を調整した。

2. 1-MCP処理の温度条件の違いが品質保持効果に及ぼす影響

(1) 供試果実

2017年8月16日に収穫した「幸水」及び2017年9月1日に収穫した「豊水」を、前述の1.(1)と同様にカラーチャートで適熟果と判定し供試した。

(2) 試験区の設定

試験区は、1-MCP処理をそれぞれ5℃、10℃及び15℃に設定した冷蔵庫内で1-MCP処理を行った5℃処理区、10℃処理区、15℃処理区、常温下(処理中の平均庫内気温は「幸水」が27.4℃、「豊水」が20.8℃)で処理を行った常温処理区及び常温下(室温は常温処理区と同じ)で静置した無処理区の5区を設けた。

1-MCP処理は、発泡スチロール箱(縦:横:深さ=65cm:30cm:22cm, 容積0.043m³)に果実を10果ずつ詰めて、収穫当日18時から翌朝8時までガス濃度1ppmでくん蒸した。供試した果実は各区30果とし、3箱に分けて処理した。処理後、出荷用段ボール箱に15果ずつ詰めて、常温下(貯蔵期間の平均室温は「幸水」が27.5℃、「豊水」が22.8℃)で、常温処理区及び無処理区と同様に貯蔵した。なお、発泡スチロール箱や果実を冷やすため、処理3時間

前に果実をそれぞれの冷蔵庫に搬入した。処理中の発泡スチロール箱内の平均気温は、「幸水」では5℃処理区が5.6℃、10℃処理区が12.2℃、15℃処理区が14.9℃であった。「豊水」では5℃処理区が5.6℃、10℃処理区が11.8℃、15℃処理区が15.9℃であった。

(3) 調査方法

収穫当日及び収穫後10日に「幸水」を、収穫当日及び収穫後14日に「豊水」を、各区10果ずつ供試し、前述の1.(3)と同様に調査した。データは、JMPのTukey-Kramer法により多重比較検定を実施した。障害果発生率は、前述の1.(3)と同様に統計解析を行った。

3. 「幸水」及び「豊水」の低温条件下における1-MCP処理が果実のエチレン生成量に及ぼす影響

(1) 供試果実

「幸水」及び「豊水」のいずれも、前述の1.(1)と同じ樹から収穫した適熟果を供試した。「幸水」は2018年8月6日に収穫し、表面色で2.0程度を適熟果とした。「豊水」は2018年8月27日に収穫し、表面色で3.5程度を適熟果とした。

(2) 試験区の設定

前述の1.(2)と同様に、低温処理区、常温処理区、低温無処理区及び常温無処理区を設定し、処理後は常温下で貯蔵した。

(3) 調査方法

各試験区から果実5個をデシケータ(容量約1.3L)に入れ、暗所で4時間静置後、デシケータ内の空気2mlを採取した。試験区ごとに3反復で測定した。

エチレンガス測定には、ガスクロマトグラフ(GC-8A, 島津製作所(株))を使用し、カラムは活性アルミナ(粒径60~80, 外形/内径:5.0mm/3.2mm, 長さ2m)とした。検出器は水素炎イオン化検出器(FID), インジェクタ温度は120℃, カラム温度は60℃とし、キャリアガスは窒素ガス, 試料注入量は2mlとした。「幸水」は収穫当日, 収穫後1日, 2日, 5日, 8日及び10日に、「豊水」は収穫当日, 収穫後1日, 2日, 4日, 7日及び11日にそれぞれ測定した。

データは、JMPの2元配置分散分析により、有意性を検定した後、Tukey-Kramer法により多重比較検定を実施した。

III 結 果

1. 「幸水」及び「豊水」の低温条件下における1-MCP処理が品質保持効果に及ぼす影響

(1) 「幸水」の果実品質

収穫後12日の果実品質を第1表に示した。表面色は、処理温度及び処理の有無による差がともに有意で、低温処

理区が2.8と最も上昇が抑制された。地色は、処理温度及び処理の有無による差がともに有意で、低温処理区の上昇が最も抑制された。硬度は、処理温度及び処理の有無による差がともに有意で、低温処理区が最も硬かった。糖度は、処理温度や処理の有無による有意な差が認められなかった。障害果の発生は、低温処理区の発生率が20%と最も少なかった。

(2) 「豊水」の果実品質

収穫後19日の果実品質を第2表に示した。表面色は、処理温度及び処理の有無による差がともに有意で、低温処理区が無処理の両区と比べ上昇が抑制された。地色は、処理温度及び処理の有無による差がともに有意で、低温の両区が常温の両区と比べ上昇が抑制された。硬度は、処理温度及び処理の有無による差がともに有意で、低温

第1表 「幸水」の低温条件下における1-MCP処理が収穫後12日の果実品質に及ぼす影響 (2017年)

処理温度	1-MCP 処理	表面色	地色	硬度 (lbs.)	糖度 (brix%)	障害果発生率 (%)
収穫時		2.2	2.6	5.0	13.0	0
低温	処理	2.8 a	3.2 a	5.0 c	13.2	20 a
常温	処理	3.1 ab	3.6 ab	4.6 bc	13.8	50 ab
低温	無処理	3.9 b	4.0 b	4.0 ab	13.3	70 ab
常温	無処理	5.7 c	5.2 c	3.7 a	13.4	90 b
p値	温度	<0.01	<0.01	0.04	0.08	-
	処理	<0.01	<0.01	<0.01	0.54	-
	交互作用	0.01	0.12	0.91	0.19	-

- 注 1) 低温の試験区は庫内温度を 10℃に設定した冷蔵庫内で、常温の試験区は薬剤処理用テント内で 1-MCP を処理した。
- 2) 処理中の平均気温は低温・1-MCP 処理区が 11.0℃、常温・1-MCP 処理区が 25.4℃、低温・無処理区が 10.3℃、常温・無処理区が 25.4℃、処理後の常温静置中の平均気温が 25.7℃
- 3) 試験区ごとに 10 果を調査し、平均値を表に記した。
- 4) 2 元配置分散分析で p 値を算出、同一のアルファベット間には Tukey-Kramer 法により 5%水準で試験区間に有意差がないことを示す。
- 5) 障害果発生率は、同一のアルファベット間には尤度比検定により Bonferroni 法で調整した水準で試験区間に有意差がないことを示す。

第2表 「豊水」の低温条件下における1-MCP処理が収穫後19日の果実品質に及ぼす影響(2017年)

処理温度	1-MCP 処理	表面色	地色	硬度 (lbs.)	糖度 (brix%)	酸度 (pH)	障害果発生率 (%)
収穫時		3.5	3.4	4.6	14.7	4.6	0
低温	処理	4.8 a	4.5 a	3.4 c	14.6	4.9	10 a
常温	処理	5.3 ab	4.9 a	3.5 c	15.0	4.8	30 ab
低温	無処理	5.5 bc	5.5 b	2.9 b	14.6	4.9	80 bc
常温	無処理	6.0 c	5.8 b	2.3 a	14.8	4.9	90 c
p値	温度	<0.01	0.01	0.04	0.04	0.46	-
	処理	<0.01	<0.01	<0.01	0.58	0.33	-
	交互作用	0.93	0.60	0.01	0.40	0.80	-

- 注 1) 低温の試験区は庫内温度を 10℃に設定した冷蔵庫内で、常温の試験区は薬剤処理用テント内で 1-MCP を処理した。
- 2) 処理中の平均気温は低温・1-MCP 処理区が 11.0℃、常温・1-MCP 処理区が 21.8℃、低温・無処理区が 10.8℃、常温・無処理区が 21.8℃、処理後の常温静置中の平均気温が 24.3℃
- 3) 試験区ごとに 10 果を調査し、平均値を表に記した。
- 4) 2 元配置分散分析で p 値を算出、同一のアルファベット間には Tukey-Kramer 法により 5%水準で試験区間に有意差がないことを示す。
- 5) 障害果発生率は、同一のアルファベット間には尤度比検定により Bonferroni 法で調整した水準で試験区間に有意差がないことを示す。

処理区及び常温処理区が3.4lbs.及び3.5lbs.と最も硬かった。糖度は、試験区間には有意な差が認められなかったが、2元配置分散分析における処理温度による差が有意であり、常温の両区が低温の両区と比べ高かった。酸度は、処理温度や処理の有無による有意な差が認められなかった。障害果の発生は、低温処理区の発生率が10%と最も少なかった。

2. 1-MCP処理の温度条件の違いが品質保持効果に及ぼす影響

収穫後10日の「幸水」の果実品質を第3表に示した。表面色は、処理時の温度条件に関わらず、すべての1-MCP処理区が無処理区と比べ上昇が抑制された。地色は、5℃処理区が常温処理区及び無処理区と比べ上昇が抑制された。硬度は、気温条件に関わらず、すべての処理区が無

第3表 1-MCP処理時の温度条件が収穫後10日の「幸水」の品質保持に及ぼす影響 (2017年)

試験区	表面色	地色	硬度 (lbs.)	糖度 (brix%)	障害果発生率 (%)
収穫当日	2.4	2.6	5.0	12.9	0
5℃処理	2.6 a	2.7 a	5.1 b	14.1	0 a
10℃処理	2.8 a	2.8 ab	4.8 b	13.8	0 a
15℃処理	2.8 a	2.9 ab	5.0 b	13.8	30 ab
常温処理	2.9 a	3.4 b	4.8 b	13.8	70 bc
無処理	4.8 b	5.4 c	3.9 a	13.8	100 c
p値	<0.01	<0.01	<0.01	0.52	<0.01

- 注1) 低温の試験区は庫内温度を5℃、10℃及び15℃に設定した冷蔵庫内で、常温の試験区は室内で、それぞれ果実を発泡スチロール箱に入れて1-MCPを処理した。
- 2) 処理中の平均気温は、5℃処理区が5.6℃、10℃処理区が12.2℃、15℃処理区が14.9℃、常温処理区及び無処理区が27.4℃、処理後の常温静置中の平均気温が27.5℃
- 3) 試験区ごとに10果を調査し、平均値を表に記した。
- 4) 2元配置分散分析でp値を算出、同一のアルファベット間にはTukey-Kramer法により5%水準で試験区間に有意差がないことを示す。
- 5) 障害果発生率は、同一のアルファベット間には尤度比検定によりBonferroni法で調整した水準で試験区間に有意差がないことを示す。

第4表 1-MCP処理時の温度条件が収穫後14日の「豊水」の品質保持に及ぼす影響 (2017年)

試験区	表面色	地色	硬度 (lbs.)	糖度 (brix%)	酸度 (pH)	障害果発生率 (%)
収穫当日	3.9	3.4	3.9	13.9	4.7	0
5℃処理	5.5 ab	3.5 a	4.5 c	15.0	4.8	0 a
10℃処理	4.6 a	3.6 a	3.8 b	14.9	4.9	40 ab
15℃処理	5.3 ab	4.1 b	4.0 bc	15.1	4.9	60 bc
常温処理	5.7 b	4.7 c	3.6 ab	14.7	4.8	90 bc
無処理	6.2 b	5.1 c	3.2 a	14.9	4.8	100 c
p値	<0.01	<0.01	<0.01	0.59	0.25	<0.01

- 注1) 低温の試験区は庫内温度を5℃、10℃及び15℃に設定した冷蔵庫内で、常温の試験区は室内で、それぞれ果実を発泡スチロール箱に入れて1-MCPを処理した。
- 2) 処理中の平均気温は、5℃処理区が5.6℃、10℃処理区が11.8℃、15℃処理区が15.9℃、常温処理区及び無処理区が20.8℃、処理後の常温静置中の平均気温が22.8℃
- 3) 試験区ごとに10果を調査し、平均値を表に記した。
- 4) 2元配置分散分析でp値を算出、同一のアルファベット間にはTukey-Kramer法により5%水準で試験区間に有意差がないことを示す。
- 5) 障害果発生率は、同一のアルファベット間には尤度比検定によりBonferroni法で調整した水準で試験区間に有意差がないことを示す。

第5表 「幸水」の低温条件下における1-MCP処理が果実のエチレン生成量に及ぼす影響（2018年）

処理温度	1-MCP 処理	エチレン生成量 (µl/kg/hr)					
		収穫当日	収穫後1日	収穫後2日	収穫後5日	収穫後8日	収穫後10日
低温	処理	0	0.48 a	0.74 ab	0.94	1.23	1.22
常温	処理	-	1.08 b	1.12 b	0.81	1.05	1.41
低温	無処理	-	0.26 a	0.54 a	0.74	1.20	0.80
常温	無処理	-	1.10 b	0.95 ab	0.83	1.00	0.62
p値	温度		<0.01	<0.01	0.83	0.33	0.98
	処理		0.33	0.12	0.30	0.82	0.02
	交互作用		0.29	0.83	0.22	0.96	0.41

- 注 1) 低温の試験区は庫内温度を 10℃に設定した冷蔵庫内で、常温の試験区は室内に薬剤処理用テントを設置し 1-MCP を処理した。
 2) 試験区ごとに 5 果を 3 反復で調査し、平均値を表に記した。
 3) 2 元配置分散分析で p 値を算出、同一のアルファベット間には Tukey-Kramer 法により 5%水準で試験区間に有意差がないことを示す。

第6表 「豊水」の低温条件下における1-MCP処理が果実のエチレン生成量に及ぼす影響(2018年)

処理温度	1-MCP 処理	エチレン生成量 (µl/kg/hr)					
		収穫当日	収穫後1日	収穫後2日	収穫後4日	収穫後7日	収穫後11日
低温	処理	0	0	0.15	0.02	0.03	0.11
常温	処理	-	0	0.05	0.02	0.01	0.12
低温	無処理	-	0	0	0.03	0.03	0.04
常温	無処理	-	0	0.18	0.04	0.04	0
p値	温度		-	0.70	0.77	0.81	0.77
	処理		-	0.91	0.60	0.56	0.04
	交互作用		-	0.21	0.86	0.64	0.50

- 注 1) 低温の試験区は庫内温度を 10℃に設定した冷蔵庫内で、常温の試験区は室内に薬剤処理用テントを設置し 1-MCP を処理した。
 2) 試験区ごとに 5 果を 3 反復で調査し、平均値を表に記した。
 3) 2 元配置分散分析で p 値を算出、同一のアルファベット間には Tukey-Kramer 法により 5%水準で試験区間に有意差がないことを示す。

処理区と比べ硬かった。糖度は、処理温度及び処理の有無による有意な差が認められなかった。障害果の発生は、5℃処理区及び10℃処理区では認められなかった。

収穫後14日の「豊水」の果実品質を第4表に示した。表面色は、10℃処理区が常温処理区及び無処理区と比べ上昇が抑制された。地色は、5℃処理区及び10℃処理区が最も上昇が抑制され、次いで15℃処理区が常温処理区及び無処理区と比べ上昇が抑制された。硬度は、5℃処理区が常温処理区及び無処理区と比べ硬かった。糖度及び酸度は、処理温度や処理の有無による有意な差が認められなかった。障害果発生率は、5℃処理区が15℃処理区、常温処理区及び無処理区と比べ低かった。

3. 「幸水」及び「豊水」の低温条件下における1-MCP処理が果実のエチレン生成量に及ぼす影響

「幸水」果実のエチレン生成量を第5表に示した。収穫後1日及び2日では、処理温度による差が有意で、低温の両区が常温の両区と比べエチレンの生成量は少なかった。収穫後5日及び8日では、処理温度及び処理の有無による

有意な差が認められなかった。収穫後10日では、試験区間には有意な差が認められなかったが、2元配置分散分析における処理の有無による差が有意であり、処理の両区が無処理の両区と比べ高かった。

「豊水」果実のエチレン生成量を第6表に示した。収穫後1日のエチレン生成量は、すべての試験区で検出限界以下となった。収穫後2日～7日は高い値を示すことはなく、処理温度や処理の有無による有意な差が認められなかった。収穫後11日は、試験区間には有意な差が認められなかったが、2元配置分散分析における処理の有無による差が有意であり、処理の両区が無処理の両区と比べ高かった。

IV 考 察

1-MCP剤は、果実軟化等の成熟・老化現象を引き起こすエチレンの作用阻害剤で、ナシでは収穫後2日以内に処理することが求められている。また、ナシは品質保持期

間が短く、リンゴ (Tatsukiら, 2011) 等の試験事例のように1-MCP処理前に予冷を行っている時間的猶予がない。そこで、本研究では収穫当日に冷蔵庫内で「幸水」及び「豊水」の果実を冷却しながら1-MCP処理を行うことで、その品質保持効果が向上するかを検証した。

その結果、「幸水」では10℃の低温条件下で1-MCP処理を行うと、25℃の常温下で行う場合と比べ、表面色や地色の上昇を抑制し、果肉を硬く保持することが明らかになった。加えて、障害果の発生が減少し、品質保持効果が確認された。「豊水」でも10℃の低温条件下で1-MCP処理を行うと、22℃の常温下で行う場合と比べ、表面色の上昇を抑制し、障害果の発生が少なくなったが、「幸水」に比べると地色や硬度の差は明確ではなく品質保持効果は劣った。そのため、「豊水」で品質保持効果をより向上させるためには、さらに低温で処理するなどの対策が必要と考えられる。

以上のことから、品種によって効果に差があるものの低温条件下での1-MCP処理は、ナシの品質保持効果を高めることが明らかになった。低温によって果実品質が向上した要因について、Tatsukiら (2011) はリンゴ「つがる」において、-1~3℃で24時間予冷することでエチレン生成量が減少し、処理後の貯蔵性が向上したことを報告している。そこで本研究においてもエチレン生成量の経時変化を測定したところ、「幸水」の収穫後1日及び2日の生成量は、1-MCP処理の有無に関わらず、低温の両区が常温の両区と比べて低かった。これらのことから、低温によってエチレン生成が抑制されたことが、果実品質保持効果が向上した要因の一つとして推察された。

また、本研究ではTatsukiら (2011) の試験方法とは異なり、冷蔵庫内に果実を搬入後、すぐに1-MCP処理を行っているが、処理中に果実温度が低下し、リンゴの試験事例と同様にエチレン生成量が低下したものと考えられる。以上の結果から、「幸水」の果実品質の変化と1-MCP剤の処理温度及び処理の有無の関係を考察すると、低温処理条件では、貯蔵初期のエチレン生成が抑制されるため、常温処理に比べ果実の変化が少なかったと考えられた。一方、1-MCPの処理の有無はエチレンの生成には影響しないことが明らかになった。1-MCP剤は、果実中のエチレン受容体に優先的に結合し、果実の老化や劣化を大幅に遅延させる効果があることが明らかになっており (樫村, 2005)、処理区の果実変化が無処理区に比べ有意に少なかった原因と考えられた。

これに対し「豊水」では、いずれの試験区においても調査期間を通じてエチレン生成量が少なく、処理温度や1-MCP処理の有無による差もほとんど見られなかった。「豊水」のエチレン生成量については0.5 μ l/kg/hr以下と「幸水」に比べ低いことが報告されている (板井, 2004)。

このため「豊水」では、1-MCP処理時の温度の果実品質保持への影響は「幸水」に比べ小さかったと考えられた。

しかし、「豊水」においても1-MCP処理の有無と果実変化の関係は明白であり、「豊水」における品質保持効果には、貯蔵初期のエチレンに対する効果以外の要因があるものと推察された。「豊水」と同様にエチレン生成量が少ないキウイフルーツ「レインボーレッド」の試験事例では、予冷後の1-MCP処理により品質保持効果が高まった要因として、低温でエチレンの受容体が増加し、その受容体に1-MCP剤が作用した可能性やエチレンの受容体増加そのものが熟度を抑制している可能性を挙げている (村上ら, 2016)。本研究では、エチレン受容体についての分析を行っていないが、「豊水」の品質保持効果が向上した要因を明確にできる可能性があるため、今後の調査を行う必要がある。また、両品種とも調査最終日に、エチレン生成量に1-MCP処理の有無による差が生じた。これは、1-MCP処理によって品質保持されたことで、果実のエチレン生成が無処理の果実と比べて遅れて発生した可能性が原因として考えられる。

ウメ「南高」では、1-MCP処理時の気温は20℃では品質保持効果が認められるが、10℃では効果が小さく、8℃では低温障害を助長することが報告されている (大江ら, 2008)。一方で、ナシでは最適な1-MCP処理の気温条件については知見がない。そこで、本研究では5℃、10℃及び15℃の3段階の低温処理区を設定して1-MCP処理による品質保持効果について比較検討した。その結果、「幸水」では、5℃処理区は表面色や地色の値が有意でないが10℃及び15℃処理区と比べ小さく、障害果の発生率も15℃処理区と比べ低かった。また、「豊水」では、5℃処理区は地色の値が15℃処理区と比べ小さく、果肉硬度が10℃処理区と比べ硬く、障害果発生率も10℃処理区と比べ低かった。これらの結果から、総合的に判断すると、両品種ともに1-MCP処理時の気温は5℃が適していると考えられる。本研究では、低温障害発生リスクに配慮し、冷蔵庫の設定気温の最低を5℃としたが、ナシの冷蔵貯蔵は果実の凍結点である-1~2℃よりやや上の気温で品質保持効果が最も高いこと (新堀, 1998) から、この温度における1-MCP処理についても検討していく必要がある。

「幸水」及び「豊水」は、気温が高い時期に収穫するため、熟度の進行が早く、収穫適期の幅が短い。そのため、作業が集中するとともに選別や出荷調整に労力を要することから、面積拡大の足かせにもなっている。本研究で得られた知見を基に、生産者が保有している業務用冷蔵庫や農協などの予冷施設を活用して、収穫直後に低温条件下で1-MCP処理をすれば、その後に常温下で流通しても品質保持期間を延長することができる。それにより、出荷調整の分散化で生産者の負担を低減するとともに、

より高品質なナシの果実を供給ができる可能性がある。

V 摘 要

リンゴやキウイフルーツでは、予冷後に常温下で1-MCP処理を行うとその効果が向上することが報告されているが、ナシは品質保持期間が短く、処理前に予冷を行っている時間的猶予がない。そこで、本研究では「幸水」及び「豊水」に対して収穫当日に低温条件下1-MCP処理と低温条件を違えた1-MCP処理を行い、品質保持効果及びエチレン生成量を検証した。

1. 両品種ともに10℃の低温条件下で1-MCP処理を行うと、常温下で行う場合と比べ、地色の上昇抑制や障害果発生率の低下などにより品質保持効果が向上した。
2. 両品種とも5℃処理区が、10℃及び15℃処理区と比べ、品質保持効果が高かった。
3. 果実のエチレン生成量の経時変化は、「幸水」では処理温度による違いが見られ、収穫後2日までの生成量は低温で1-MCP処理した区で低かった。一方、「豊水」では生成量が少なく、処理温度や処理による差もほとんど見られなかった。

VI 引用文献

- 板井章浩 (2004) ニホンナシ成熟果実のエチレン生成に関するDNAマーカーの開発. 園学研. 3: 323-328.
- 樫村芳記 (2005) 新規鮮度保持剤1-MCP. 農機学67 (6): 16-18.
- 壽 和夫・齋藤寿広 (2017) 各品種の栽培上の特性. p. 基72-76. 農業技術大系果樹編・第3巻. ナシ・西洋ナシ. 農文協. 東京.
- 村上 覚・鈴木麻友・服部憲明・佐々木俊之 (2016) キウイフルーツ「レインボーレッド」の収穫時期および予冷条件の違いが1-MCPの処理効果に及ぼす影響. 園学研. 15: 73-79.
- 大江孝明・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久 (2008) 異なる気温条件下での1-MCP処理がウメ「南高」果実の品質に及ぼす影響. 園学研. 7 (別1): 260.
- 島田智人・浅野聖子・六本木和夫・須賀昭雄 (2011) ニホンナシに対する1-メチルシクロプロペン処理の効果. 農及園. 86: 789-797.
- 新堀二千男 (1998) 貯蔵性に影響を及ぼす要因. pp. 技245-249. 農業技術大系果樹編第3巻. ナシ・西洋ナシ. 農文協. 東京.
- Tatsuki, M., H. Hayama, H. Yoshioka and Y. Nakamura (2011) Cold Pre-treatment is Effective for 1-MCP Efficacy in 'Tsugaru' Apple Fruit. Postharvest Biol. Technol. 62: 282-287.

Effects of Low-Temperature Conditions during 1-MCP Treatment on Quality Retention of Japanese Pear cv. ‘Kosui’ and cv. ‘Hosui’

Tomoaki TOYA*†, Kazuki INNAMI, Toshio ANDO and Takeshi SUZUKI

Key words: ethylene, Japanese pear, 1-MCP treatment, low temperature condition, quality retention effect

Summary

It has been reported that 1-MCP treatment after precooling improves the quality retentive effects of precooling in apple and kiwifruit. However, Japanese pear has a short quality retention period, and there is no time to precool before processing. In this study, 1-MCP treatment under low-temperature conditions and 1-MCP treatment under different low-temperature conditions were applied to ‘Kosui’ and ‘Hosui’ on the day of harvest, and the effects of quality retention and the amount of ethylene produced were examined.

1. 1-MCP treatment at low temperature (10 °C) enhanced the quality preservation effect by suppressing the increase in ground color and reducing the incidence of fruits with disorders in both cultivars.
2. In both cultivars, the 5 °C treatment was more effective in preserving quality than the 10 °C and 15 °C treatments.
3. The amount of ethylene produced by fruit varied according to cultivar. The amount of ethylene generated by ‘Kosui’ was small in the plots treated with 1-MCP at low temperatures up to two days after harvest. However, the amount of ethylene produced in ‘Hosui’ was small, and with no differences caused by treatment temperature or treatment.

* Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center; 180-1, Okanezawa, Midori, Chiba 266-0014, Japan.

† Present address: Chiba Prefectural Chiba Agriculture Office