

ミニトマトのへたの有無が貯蔵性に及ぼす影響

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	高橋,賢人 相原,悟 元木,悟
発行元	園芸学会
巻/号	18巻3号
掲載ページ	p. 295-303
発行年月	2019年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ミニトマトのへたの有無が貯蔵性に及ぼす影響

高橋賢人¹・相原 悟²・元木 悟^{1*}

¹ 明治大学農学部 214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田

² 株式会社サカタのタネ 224-0041 神奈川県横浜市都筑区仲町台

Effect of Presence or Absence of Calyx of Cherry Tomato on Storage Quality

Masato Takahashi¹, Satoru Aihara² and Satoru Motoki^{1*}

¹ Faculty of Agriculture, Meiji University, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8571

² Sakatanotane Co., Ltd., Nakamachidai, Tsuzuki-ku, Yokohama, Kanagawa 224-0041

Abstract

A large number of studies have been conducted on freshness retention in many different vegetables. If vegetables have a peduncle or calyx, they serve as a channel for transpiration. The results of studies involving lemons, eggplants, and husk tomato fruit suggest their influence on freshness retention of fruit. However, no study on cherry tomatoes has been conducted to examine the effects of a calyx on the storage quality of fruit. The present study, involving four varieties of cherry tomatoes that bear different shapes of fruit, aimed to examine the influence of a calyx on the fruit storage quality. When harvested cherry tomatoes were stored at 25°C, the weight loss and respiration rate of four varieties without a calyx were equal to or lower than those of cherry tomatoes with a calyx; the moisture and ascorbic acid contents of the four varieties without a calyx were equal to or higher than those of cherry tomatoes with a calyx. Whereas no mold grew on the four varieties without a calyx, it was identified on cherry tomatoes with a calyx. The mold incidence rates of round/oblate-shaped 'Chika' and 'Mini Carol' were significantly lower than the rates of pear-shaped 'Aiko' and 'Rosso Neapolitan', which suggests that the calyx shape influences the incidence of mold. The results of the study suggest that when cherry tomatoes are stored at 25°C, the storage quality of tomatoes without a calyx is better than that of cherry tomatoes with a calyx.

Key Words : fruit shape, mold, respiration rate, varietal difference, weight loss

キーワード : 品種間差異, 重量減少率, カビ, 果形, 呼吸量

緒 言

鮮度保持に関する研究は多くの野菜で行われており、さまざまな鮮度保持技術が開発されている。トマトの鮮度保持についても幅広い観点から検討されている。そのなかでも、予冷および保冷を用いた流通形態は、品質劣化を抑える効果（大久保, 1988）や、低コストおよび簡便さ（永井, 1995）から多く実施されている。トマトを用途別に分類すると、生食用トマトと加工用トマトに分けられ、さらに、生食用トマトは、果実の大きさに合わせて、果実重が200g前後の大玉トマト、30g前後のミニトマトに分類される（糠谷, 2014）。そのうちのミニトマトの日持ち性について、永井（1995）は、夏季高温時の収穫物の日持ち性に品種間差があるものの、1週間程度であれば5°C程度の低温条件下で高鮮度状態を保つことが可能であること、大玉トマトに比べて日持ち性が優れることを報告した。

ところで、大玉トマトの出荷基準は、一般的にへた付きのものとしてされており、へたの取れてしまった大玉トマトは規格外品として扱われ、そのほとんどが廃棄処分される（工藤, 2009）。一方、近年、生産量が増加しているミニトマト（東京都中央卸売市場, 2002, 2007, 2017）は、へたが取れないように1つ1つ丁寧に収穫することや、出荷調製作業の煩雑さが経営の規模拡大の限定要因となっており、最近では省力的なへたなし品種の販売物も散見される（JA長野県, 2014）。しかし、へたなしの販売物はへたありに比べて消費者への認知度が低く、へたは鮮度を表す指標となるため（Smidら, 1996）、へたがないことで新鮮ではないと感じる消費者が多い。さらに、「アンジェレ」などの一部の品種（JA長野県, 2014）を除き、へたがないミニトマトは規格外またはB級品として扱われる（林業技術センター・農業試験場・各地域農業改良普及センター・農産園芸課, 1998）。

果梗やへたなどが付いている野菜は、それらを介して蒸散が行われ（今堀, 1998）、トマトのへたに存在する真菌の絶対数は、トマト果実に比べて約4倍という報告もあり（Smidら, 1996）、トマトではへたが付いていることが腐敗

2018年7月22日 受付. 2018年12月21日 受理.
本報告の一部は、園芸学会平成30年度秋季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: motoki@meiji.ac.jp

の原因となる可能性がある。また、Yang・Shewfelt (1999) は、トマトの収穫後の傷口を塞ぐことで、果実の成熟を抑え、貯蔵期間が延長すると報告している。一方、へたなしのトマトは、へたありのトマトに比べて貯蔵期間を延長できること (Ait-Oubahou, 1999; Llic・Fallik, 2007)、緑熟期で収穫したトマトをへたありとへたなしに分け、16°Cで35日間貯蔵すると、へたなしの果実は、軟化、重量減少、葉緑素およびカロテノイド含量の増加が抑制され、成熟を遅らせることができたと報告されている (Khaleghiら, 2013)。へたの有無について、レモンでは、通常はへたを付けてはさみで収穫するが、はさみを用いず、へたなしの引きもぎ収穫によって、収穫作業時間を約30%削減できること、引きもぎ収穫の長期間の貯蔵では、腐敗率および果皮の障害果率がはさみ収穫に比べて低下することが報告されている (赤阪・竹岡, 2016)。さらに、食用ホオズキでも、収穫後、果実を食べる際に取り除く部位であり、果実を覆っている萼の有無が呼吸量や重量減少率に影響を及ぼすことが報告されており (Díaz-Pérez, 1998)、萼を取り除くことで貯蔵期間を延長させることができる。また、ナスのへたの有無も、同様に呼吸量や重量減少率に影響を及ぼし、ナスのへたの鮮度を保持することで貯蔵期間を延長させることができる (Flores-Floresら, 2015)。

そのように、大玉トマトおよび一部の品目では、へたや萼が貯蔵性などに影響を及ぼすことが明らかになっているものの、ミニトマトでは、へたの有無が収穫後の貯蔵性などに及ぼす影響について検討した報告は見当たらない。本研究では、ミニトマトのへたの有無が収穫後の貯蔵性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、果形の異なる4品種のミニトマトを用い、貯蔵性と果実形状および果実重との関係を検討した。

材料および方法

1. 耕種概要

供試材料は、神奈川県川崎市の明治大学生田キャンパス内の雨除けパイプハウス (標高65m, 淡色黒ボク土, pH5.9, EC 0.37 ds・m⁻¹) で栽培した。2017年4月6日に128穴セルトレーに播種し、4月24日に台木の‘グリーンガード’ (タキイ種苗(株)) に接ぎ木した。その後、5月1日に10.5cmポリポットに鉢上げして育苗し、5月22日に定植した。定植時の苗の生育段階は、第1果房開花期であった。栽培は、主枝1本仕立てとし、畝幅180cm, 株間40cm, ベッド幅90cmの2条植えとした。施肥は、基肥としてN:P₂O₅:K₂O=15:15:15kg・10a⁻¹を定植前に施用し、追肥としてN:P₂O₅:K₂O=4:4:4kg・10a⁻¹を7月に施用した。いずれも第9果房開花期に第8果房の上位3葉を残して摘心した。その他の栽培管理は、神奈川県 (神奈川県環境農政部農業振興課, 2010) に準じた。

2. ミニトマト品種‘ロソナポリタン’のへたの有無が異なる貯蔵温度における収穫後の鮮度保持に及ぼす影響 (試験1)

試験は、2017年7月28日～8月4日に行った。供試品種は、‘ロソナポリタン’ (パイオニアエコサイエンス(株)) を用いた。‘ロソナポリタン’ は、ソバージュ栽培の適品種であり (北條ら, 2017; 元木ら, 2017)、輸送性や日持ち性が優れることから (元木, 2013) 近年栽培面積が増加している (元木, 2017)。また、へたがほかの品種に比べて離れやすく (高橋ら, 2017)、へたなしの出荷に適した品種であると考えられることから供試した。収穫は、試験当日の朝、午前8～9時の間に、障害の発生していない完熟果を第1果房から収穫した。供試材料は、元木ら (1996) を参考に、開花始後60～65日経過した果実とした。収穫したおよそ450果のなかから中庸な調査用個体 (300果, 平均値は重量13.0g, 縦径38.7mm, 横径23.7mm) を収穫後3時間以内に選別し、へたありのミニトマト (以下、へたあり) およびへたを取り除いたミニトマト (以下、へたなし) に分け、それぞれの貯蔵温度で25果3反復とし、アクリルチャンパー (半径4.9cm, 高さ12.7cm) に入れた。その後、低温 (以下、5°C貯蔵, 湿度80%, プレハブ冷蔵庫: 体積8.25m³, 構造 パネル構造, 冷却設備機 (PCU-TN150M, パナソニック(株)) および常温 (以下、25°C貯蔵, 湿度70%, 空調制御室: 体積58.35m³, 構造鉄筋コンクリート造, 空調制御機 (FXYFP56MD, ダイキン工業(株)) の試験区に分けて暗黒条件下で7日間貯蔵した。

調査項目は、重量減少率、呼吸量およびカビ発生率とした。調査日は、重量減少率および呼吸量は収穫0～7日後までの毎日とし、カビ発生率は収穫0および7日後とした。調査項目のうち、重量減少率は、(収穫日の新鮮重-調査日の新鮮重)/収穫日の新鮮重×100の式から算出し、収穫7日後まで同一個体を調査した。呼吸量は、柘植ら (2018) を参考に、アクリルチャンパーの蓋を閉め、試料を1時間密閉し、その間のCO₂排出量をガスアナライザー (DK-4100, Dansensor) を用いて測定し、伊藤ら (1992) の方法に準じて呼吸量を算出した。カビ発生率は、(カビ発生果実数/全果実数)×100の式から算出した。果実に発生したカビの様子を第1図に示す。白色の菌糸が目視で確認できたものをカビ発生個体とした。

3. ミニトマト4品種におけるへたの有無が収穫後の鮮度保持に及ぼす影響 (試験2)

試験は、2017年7月15～22日に行った。供試品種は、‘ミニキャロル’、‘千果’、‘アイコ’ および ‘ロソナポリタン’ を用いた。試験当日の朝、午前8～9時の間に、障害の発生していない完熟果を第2果房から収穫した。供試材料は、4品種の完熟度を考慮し、開花始後40～45日 (積算温度で1,000°C程度) が経過した果実とした。それぞれの品種で収穫したおよそ300果のなかから中庸な調査用個



第1図 果実のへたに発生したカビ

体 (150果, 平均値は‘ミニキャロル’が重量12.0g, 縦径26.1mm, 横径27.7mm, ‘千果’が重量14.4g, 縦径26.9mm, 横径32.1mm, ‘アイコ’が重量18.9g, 縦径39.5mm, 横径28.4mm, ‘ロッソナポリタン’が重量12.6g, 縦径36.8mm, 横径23.8mm)を取穫後3時間以内に選別し, へたありおよびへたなしに分け, それぞれの品種で25果3反復とし, 試験1と同様のアクリルチャンバーに入れた. その後, 25°C貯蔵の暗黒条件下で7日間貯蔵した.

調査項目は, 重量減少率, 呼吸量, 水分含有率, アスコルビン酸含量, 糖度, 酸度, カビ発生率, 果実形状および果実重とした. 調査日は, 重量減少率および呼吸量は収穫0~7日後までの毎日とし, 水分含有率, アスコルビン酸含量, 糖度, 酸度およびカビ発生率は収穫0および7日後とした. また, 果実形状および果実重は収穫7日後とした. 調査項目のうち, 水分含有率は, 1/4に均等に切断したミニトマト25個体を用い, (新鮮重-乾物重)/新鮮重×100の式から算出した. 新鮮重はそれぞれの調査日に測定し, 乾物重は約70°Cに設定した送風定温乾燥機(DRM620TB, (株)アドバンテック)を使用し, 72時間以上乾燥させた後に測定した. アスコルビン酸含量は, 1/4に均等に切断したミニトマト25個体を液体窒素500mLとともにミル(X-TREME, MX1200XTM, Waring)で10秒間破碎した. 破碎した試料5gに10%メタリン酸を25mL加えてろ過し, RQフレックス(RQflex 10, Merck)で測定した. 糖度は, 1/4に均等に切断したミニトマト25個体を包丁で小片に切り分け, すべてを合わせてガーゼで搾汁, ろ過した後, デジタル糖度計(PR-201a, (株)アタゴ)を用いて測定した. 酸度は, 1/4に均等に切断したミニトマト25個体を包丁で小片に切り分け, すべてを合わせてガーゼで搾汁, ろ過した後, 果汁1mLに対し, 5mLの蒸留水で希釈した. その後, フェノールフタレイン指示薬を1滴入れ, 0.1N NaOHを用いて中和滴定した. いずれも, へたありはへたを取った後, 測定を行った. 果実形状および果実重の調査項目は, 果実の重量, 横径, 縦径およびへ

た痕の直径(以下, へた痕)とした. なお, 横径は果実の赤道面周辺の最大横径を計測し, へた痕は離層の部分の直径とした. また, 果実の形状によって品種を分類するため, 果形指数を横径/縦径で算出し, 既報(伊藤ら, 1977)を参考に, 丸・偏円形および洋ナシ形に分類した. 果実形状および果実重は試験に用いたすべての個体を測定し, 1試験区25果の平均値を1反復とし, 6反復分測定した. 調査項目のうち, 重量減少率, 呼吸量およびカビ発生率については, 試験1と同様である. 相関関係は, 重量減少率ではそれぞれの日数の差を求め, 7日分のデータの平均値を用い, 呼吸量ではそれぞれの日数の平均値を用いて検討した. また, へたありとへたなしで丸・偏円形および洋ナシ形に分けて検討し, それぞれの調査項目との相関関係について貯蔵したアクリルチャンバーごとに調べるため, それぞれ6反復で行った.

結 果

1. ミニトマト品種‘ロッソナポリタン’のへたの有無が異なる貯蔵温度における収穫後の鮮度保持に及ぼす影響(試験1)

ミニトマト品種‘ロッソナポリタン’におけるへたの有無および貯蔵温度が重量減少率, 呼吸量およびカビ発生率に及ぼす影響を第1表に示す.

重量減少率は, 収穫0~7日後を通じて, 5°C貯蔵, 25°C貯蔵ともに, へたなしがへたありと同等か低かった. 呼吸量は, 収穫0~7日後を通じて, 5°C貯蔵ではへたの有無で有意差が認められず, 25°C貯蔵では収穫6および7日後においてへたなしがへたありに比べて有意に低かった. カビは, 収穫7日後において, 5°C貯蔵ではへたの有無に関わらず発生しなかった. 25°C貯蔵では, へたありで70%程度の果実にカビが発生したものの, へたなしはカビが発生しなかった. なお, カビはへたに発生し, 果実には発生しなかった.

2. ミニトマト4品種におけるへたの有無が収穫後の鮮度保持に及ぼす影響(試験2)

ミニトマト4品種における果実形状および果実重の比較を第2表に示す.

供試品種の果形を, 伊藤ら(1977)の報告を参考に, 横径/縦径比で0.96以上を丸・偏円形, 0.96以下を洋ナシ形として分類したところ, ‘千果’および‘ミニキャロル’は, それぞれ1.14および1.06で丸・偏円形に, ‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’は, それぞれ0.73および0.65で洋ナシ形に分類された. 果実の重量は, ‘アイコ’が19.2gで最も大きく, ほかの品種に比べて有意に大きい値を示し, ‘ミニキャロル’が12.2gで最も小さく, ほかの品種に比べて有意に小さい値を示した. 果実の横径は, ‘千果’が30.6mmで最も大きく, ほかの品種に比べて有意に大きい値を示し, ‘ロッソナポリタン’が23.8mmで最も小さく, ほかの品種に比べて有意に小さい値を示した. 果実

第1表 ミニトマト品種‘ロツソナポリタン’におけるへたの有無および貯蔵温度が重量減少率、呼吸量およびカビ発生率に及ぼす影響

調査項目	収穫後日数 (日後)	5°C				25°C			
		へたあり		へたなし		へたあり		へたなし	
重量減少率 (%) ²	0	0.0±0.0 ³		0.0±0.0		0.0±0.0		0.0±0.0	
	1	0.2±0.1	n.s. ^x	0.2±0.0	n.s.	0.3±0.1	n.s.	0.2±0.0	n.s.
	2	0.5±0.1	n.s.	0.4±0.0	n.s.	0.6±0.1	n.s.	0.4±0.0	n.s.
	3	0.5±0.1	b	0.6±0.0	ab	0.8±0.1	a	0.5±0.0	b
	4	0.7±0.1	b	0.8±0.1	ab	1.0±0.1	a	0.7±0.0	b
	5	1.0±0.0	b	1.0±0.0	bc	1.2±0.1	a	0.8±0.0	c
	6	1.2±0.0	b	1.1±0.0	b	1.6±0.0	a	1.1±0.0	b
	7	1.5±0.0	a	1.1±0.1	b	1.7±0.1	a	1.4±0.0	ab
呼吸量 (mg CO ₂ ・kg ⁻¹ ・h ⁻¹)	0	59.8±2.2		69.4±4.6		94.7±1.0		86.3±0.9	
	1	9.1±2.1	b	7.4±0.2	b	65.0±2.0	a	59.9±0.6	a
	2	7.0±0.2	b	7.5±0.2	b	65.2±3.7	a	57.8±1.7	a
	3	7.0±0.2	b	7.5±0.2	b	61.3±4.1	a	51.3±1.8	a
	4	7.0±0.2	b	7.5±0.2	b	59.3±5.6	a	49.2±2.0	a
	5	7.0±0.2	b	7.5±0.2	b	55.0±3.9	a	47.1±0.5	a
	6	7.0±0.2	c	7.5±0.2	c	48.5±1.5	a	40.5±0.4	b
	7	7.1±0.2	c	7.6±0.2	c	46.5±1.4	a	38.4±1.9	b
カビ発生率 (%)	0	0.0±0.0		0.0±0.0		0.0±0.0		0.0±0.0	
	7	0.0±0.0	b	0.0±0.0	b	69.3±7.4	a	0.0±0.0	b

² アークサイン変換後、統計処理を行った

³ 平均値±標準誤差を示す

^x Tukeyの多重比較検定を収穫後日数間で行い、へたの有無間の比較を行った；異符号間に5%水準で有意差あり、n.s.は有意差なしを示す

第2表 ミニトマト4品種における果実形状および果実重の比較

品種	果形 ²	横径/縦径比	重量 (g)	横径 (mm)	縦径 (mm)	へた痕 (mm)
千果	丸・偏円	1.14	14.6±0.1 ³ b ^x	30.6±1.7 a	26.9±0.1 c	6.0±0.0 a
ミニキャロル	丸・偏円	1.06	12.2±0.1 d	27.8±0.1 b	26.3±0.1 c	4.6±0.0 b
アイコ	洋ナシ	0.73	19.2±0.1 a	28.7±0.2 b	39.3±0.2 a	4.5±0.0 b
ロツソナポリタン	洋ナシ	0.65	12.7±0.1 c	23.8±0.1 c	36.9±0.3 b	3.0±0.1 c

² 果形は伊藤ら(1977)の報告を参考に分類した

³ 平均値±標準誤差を示す

^x Tukeyの多重比較検定を品種間で行い、異符号間に5%水準で有意差ありを示す

の縦径は、‘アイコ’が39.3mmで最も大きく、ほかの品種に比べて有意に大きい値を示し、‘ミニキャロル’が26.3mmで最も小さく、洋ナシ形の‘アイコ’および‘ロツソナポリタン’に比べて有意に小さい値を示した。へた痕の直径は、‘千果’が6.0mmで最も大きく、ほかの品種に比べて有意に大きい値を示し、‘ロツソナポリタン’が3.0mmで最も小さく、ほかの品種に比べて有意に小さい値を示した。

ミニトマト4品種におけるへたの有無が重量減少率、呼吸量、水分含有率、糖度、酸度、アスコルビン酸含量およびカビ発生率に及ぼす影響を第3表に、重量減少率および呼吸量と果実形状および果実重との相関関係を第4表に示す。

ミニトマト4品種における重量減少率は、‘アイコ’の収穫3、4および7日後を除き、いずれの品種においてもへたなしがへたありに比べて有意に低かった(第3表)。収穫0~7日後を通じて、‘ミニキャロル’のへたありが‘ミニキャロル’のへたなしおよびほかの品種に比べて有意に高く、‘アイコ’のへたなしが‘アイコ’のへたありおよびほかの品種と同等か低かった(第3表)。重量減少率と果実形状および果実重との関係については、へたありでは、丸・偏円形と横径との間に5%水準で有意な負の相関関係が認められ、洋ナシ形とすべての項目との間に1%水準で有意な負の相関関係が認められた(第4表)。一方、へたなしでは、丸・偏円形とへた痕との間に5%水準で有意な負の相関関係が認められたものの、洋ナシ形ではいずれの

第3表 ミニトマト4品種におけるへたの有無が重量減少率、呼吸量、水分含有率、糖度、アスコルビン酸含量およびカビ発生率に及ぼす影響

調査項目	収穫後日数 (日後)	千果		ミニキャロル		アイコ		ロッソナポリタン	
		へたあり	へたなし	へたあり	へたなし	へたあり	へたなし	へたあり	へたなし
重量減少率 (%) ^z	0	0.0±0.0 ^y	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	1	0.5±0.0 b ^x	0.3±0.0 c	0.7±0.0 a	0.5±0.0 b	0.3±0.0 c	0.2±0.0 d	0.4±0.0 b	0.3±0.0 c
	2	1.1±0.0 b	0.7±0.0 c	1.5±0.1 a	1.0±0.0 b	0.8±0.0 c	0.6±0.0 d	1.0±0.0 b	0.5±0.0 d
	3	1.5±0.0 b	1.0±0.0 cd	2.0±0.1 a	1.5±0.1 b	1.1±0.1 c	0.8±0.1 cd	1.4±0.1 b	0.8±0.0 d
	4	1.9±0.1 b	1.3±0.0 c	2.5±0.1 a	1.8±0.1 b	1.4±0.1 c	1.1±0.1 c	1.8±0.1 b	1.1±0.0 c
	5	2.4±0.0 b	1.6±0.0 cd	3.0±0.1 a	2.2±0.1 b	1.7±0.0 c	1.3±0.0 d	2.2±0.1 b	1.4±0.0 cd
	6	2.9±0.1 b	1.9±0.1 cd	3.5±0.1 a	2.7±0.2 b	2.0±0.1 c	1.5±0.1 d	2.6±0.1 b	1.6±0.0 cd
	7	3.6±0.1 b	2.3±0.0 d	4.2±0.2 a	3.1±0.3 bc	2.5±0.1 cd	1.9±0.1 d	3.2±0.1 b	2.1±0.0 d
呼吸量 (mg CO ₂ ・kg ⁻¹ ・h ⁻¹)	0	56.6±1.2	51.6±0.2	53.1±1.5	48.5±0.7	54.0±0.3	49.0±0.4	48.9±1.0	41.5±1.2
	1	43.9±0.8 a	37.6±1.9 bc	40.6±1.8 ab	34.8±0.7 c	45.6±0.7 a	41.1±0.7 ab	45.7±0.9 a	35.5±1.0 bc
	2	36.8±0.3 bc	29.7±0.9 ef	31.4±0.9 de	27.2±0.5 f	39.7±0.5 ab	33.9±0.7 cd	40.1±0.7 a	33.2±0.2 d
	3	30.4±0.8 bc	25.7±2.0 cd	26.8±1.6 bcd	23.5±0.5 d	36.8±0.7 a	31.5±0.8 ab	32.1±0.7 ab	28.4±1.1 bcd
	4	28.7±0.3 bc	24.8±0.1 de	25.8±0.7 cde	22.3±1.0 e	34.5±0.5 a	29.8±0.7 bc	32.3±0.7 ab	27.2±1.2 cd
	5	28.0±0.9 cd	23.9±1.0 e	24.7±0.9 de	22.4±1.0 e	34.7±0.6 a	29.9±0.5 bc	32.5±0.7 ab	29.9±0.2 bc
	6	27.2±1.1 cd	24.0±1.0 de	26.2±0.8 cd	21.2±0.9 e	33.0±0.5 ab	29.4±0.1 bc	33.8±0.8 a	28.7±1.4 bc
	7	23.6±0.2 cde	21.0±1.0 de	23.9±1.5 cd	20.1±0.4 e	31.3±0.5 a	26.4±0.7 bc	29.3±0.6 ab	26.4±0.2 bcd
水分含有率 (%)	0	93.3±0.2	93.3±0.2	94.0±0.3	94.0±0.3	93.7±0.3	93.7±0.3	92.9±0.1	92.9±0.1
	7	92.5±0.2 bc	93.4±0.1 ab	91.7±0.3 c	94.0±0.4 a	93.1±0.0 ab	93.4±0.1 ab	92.6±0.2 bc	92.9±0.1 b
糖度 (°Brix)	0	8.8±0.1	8.8±0.1	8.9±0.0	8.9±0.0	8.2±0.0	8.2±0.0	9.5±0.0	9.5±0.0
	7	8.7±0.0 a	8.7±0.0 a	8.8±0.0 a	8.7±0.0 a	7.5±0.0 b	7.1±0.3 b	9.0±0.0 a	9.1±0.0 a
酸度 (%)	0	0.6±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0	0.4±0.0	0.4±0.0	0.5±0.0	0.5±0.0
	7	0.6±0.0 a	0.6±0.0 ab	0.6±0.0 a	0.6±0.0 a	0.4±0.0 c	0.5±0.0 bc	0.5±0.0 c	0.5±0.0 c
アスコルビン酸含量 (mg・100g ⁻¹)	0	38.4±0.7	38.4±0.7	41.8±0.9	41.8±0.9	26.2±0.8	26.2±0.8	34.3±0.7	34.3±0.7
	7	32.9±0.7 d	37.3±0.6 bc	37.0±0.2 c	39.5±0.5 ab	28.2±0.2 d	28.0±0.7 d	39.2±0.3 abc	41.2±0.5 a
カビ発生率 (%)	0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
	7	17.3±9.6 b	0.0±0.0 c	12.0±4.0 b	0.0±0.0 c	61.3±10.4 a	0.0±0.0 c	64.0±8.0 a	0.0±0.0 c

^z アークサイン変換後、統計処理を行った

^y 平均値±標準誤差を示す

^x Tukeyの多重比較検定を収穫後日数で行い、品種間の比較を行った；異符号間に5%水準で有意差ありを示す

第4表 重量減少率および呼吸量と果実形状および果実重との相関関係

調査項目	へた	果形 ²	反復数 (n)	重量	果実の大きさ		へた痕
					横径	縦径	
重量減少率 (%)	あり	丸・偏円	6	-0.792	-0.828 ^{*y}	0.524	-0.798
		洋ナシ	6	-0.947 ^{**}	-0.931 ^{**}	-0.957 ^{**}	-0.928 ^{**}
	なし	丸・偏円	6	-0.793	-0.513	-0.739	-0.833 [*]
		洋ナシ	6	-0.580	-0.565	-0.627	-0.541
呼吸量 (mg CO ₂ ・kg ⁻¹ ・h ⁻¹)	あり	丸・偏円	6	0.898 [*]	0.842 [*]	0.891 [*]	0.880 [*]
		洋ナシ	6	0.807	0.831 [*]	0.475	0.833 [*]
	なし	丸・偏円	6	0.774	0.715	0.892 [*]	0.773
		洋ナシ	6	0.902 [*]	0.871 [*]	0.909 [*]	0.894 [*]

² 果形は伊藤ら (1977) の報告を参考に分類した

^y * は5%, ** は1%水準で有意であることを示す

項目も相関関係は認められなかった (第4表)。

呼吸量は、収穫0~7日後を通じて、いずれの品種においてもへたなしがへたありと同等か低かった (第3表)。収穫0~7日後を通じて、洋ナシ形である‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’のへたありが‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’のへたなしおよびほかの品種と同等か高く、丸・偏円形である‘ミニキャロル’および‘千果’のへたなしが‘ミニキャロル’および‘千果’のへたありおよびほかの品種と同等か低かった (第3表)。呼吸量と果実形状および果実重との関係については、へたありでは、丸・偏円形とすべての項目との間に5%水準で有意な正の相関関係が認められ、洋ナシ形と横径およびへた痕との間に5%水準で有意な正の相関関係が認められた (第4表)。また、へたなしでは、丸・偏円形と縦径との間に5%水準で有意な正の相関関係が認められ、洋ナシ形とすべての項目との間に5%水準で有意な正の相関関係が認められた (第4表)。

水分含有率は、収穫7日後において、‘ミニキャロル’ではへたなしがへたありに比べて有意に高かったものの、‘千果’、‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’ではへたの有無による差は認められなかった (第3表)。

糖度は、収穫7日後において、‘アイコ’がほかの品種に比べて有意に低く、品種間差が認められたものの、へたの有無による差は認められなかった (第3表)。

酸度は、収穫7日後において、丸・偏円形の‘千果’および‘ミニキャロル’が、洋ナシ形の‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’と同等か高く、品種間差が認められたものの、へたの有無による差は認められなかった (第3表)。

アスコルビン酸含量は、収穫7日後において、丸・偏円形の‘千果’および‘ミニキャロル’ではへたなしがへたありに比べて有意に高く、‘ロッソナポリタン’でもへたなしがへたありに比べて高い傾向を示した (第3表)。一方、‘アイコ’ではへたの有無による差は認められなかった (第3表)。

カビは、収穫7日後において、いずれの品種もへたなしでは発生しなかった (第3表)。一方、へたありでは丸・偏円形の‘千果’および‘ミニキャロル’がそれぞれ17.3%および12.0%であり、洋ナシ形の‘アイコ’ (61.3%) および‘ロッソナポリタン’ (64.0%) に比べて有意に低かった。なお、試験1と同様、カビはへたに発生し、果実には発生しなかった。

考 察

1. ミニトマト品種‘ロッソナポリタン’のへたの有無が異なる貯蔵温度における収穫後の鮮度保持に及ぼす影響 (試験1)

重量減少率、呼吸量およびカビ発生率は、5°C貯蔵ではへたの有無に差が認められなかったものの、25°C貯蔵ではへたなしがへたありと同等か低かった。このことから、5°C貯蔵はへたの有無に関わらず、25°C貯蔵に比べて鮮度保持に有効であり、25°C貯蔵ではへたなしがへたありに比べて鮮度保持に有効であることが示唆された。食用ホオズキの鮮度保持でも、温度が萼の有無に比べて影響が大きいことが報告されており (Cruz-Álvarezら, 2012)、品目は異なるものの、本研究のミニトマトでも同様の傾向を示した。

青果物の鮮度保持試験において、重量減少率は、品質劣化を評価するうえで基本的な調査項目であり、本研究の結果から、5°C貯蔵、25°C貯蔵ともに、へたなしはへたありに比べて品質劣化が抑えられたと考えられる。また、重量減少率および呼吸量は、へたの有無と貯蔵温度との間に交互作用が認められたことから (データ略)、へたの有無による重量減少率および呼吸量は、5°C貯蔵が25°C貯蔵に比べて有意に小さいことが示唆された。ミニトマトの日持ち性において、永井 (1995) は、夏季高温時の収穫物の日持ち性には品種間差があるものの、1週間程度であれば5°C程度の温度条件で高品質状態を保つことが可能と報告していることから、呼吸量および重量減少率に関わるへたの有無の影響は、5°C貯蔵が25°C貯蔵に比べて小さかつ

たと考えられる。また、永井 (1995) は、ミニトマト 15 品種を供試し、室温で 5 日間放置したところ、カビが発生する品種がいくつか見られたものの、5°C で 5 日間放置した果実にはカビが発生しなかったと報告した。本研究における 7 日間の貯蔵でも、既報 (永井, 1995) と同様、5°C 貯蔵ではカビが発生せず、25°C 貯蔵ではカビが発生したことから、カビが発生する要因は温度とへたであることが示唆された。しかし、25°C 貯蔵でも、へたなしの果実にはへたがないため、カビが発生しなかった。トマトのへたに存在する真菌の絶対数は、トマト果実に比べて約 4 倍という報告があり (Smid ら, 1996)、本研究においてもへたがあることによって真菌の絶対数が高まり、へたにカビが発生した可能性がある。

2. ミニトマト 4 品種におけるへたの有無が収穫後の鮮度保持に及ぼす影響 (試験 2)

ミニトマトの 25°C 貯蔵において、重量減少率および呼吸量は、いずれの品種においてもへたなしがへたありと同等か低く、水分含有率およびアスコルビン酸含量は、いずれの品種においてもへたなしがへたありと同等か高かった。さらに、カビはいずれの品種においても、へたなしでは発生せず、へたありで発生したことから、へたなしがへたありに比べて貯蔵性に優れることが示唆された。トマトにおいて、へたなしはへたありに比べて貯蔵期間を延長できることが報告されており (Llic・Fallik, 2007)、本研究でも同様の傾向を示した。

重量減少率は、品種によって異なったものの、へたなしがへたありに比べて低い傾向であった。食用ホオズキの重量減少率は、萼が付いている個体が付いていない個体に比べて高いという報告があり (Flores-Flores ら, 2015)、品目は異なるものの、本研究のミニトマトでも同様の傾向を示した。また、重量減少率と果実形状および果実重との関係は、品種およびへたの有無によって異なり、ミニトマトをへたありで貯蔵する場合、重量減少率は、丸・偏円形では横径が大きい果実ほど低く、洋ナシ形では重量、横径、縦径およびへた痕が大きい果実ほど低い傾向であった。一方、へたなしで貯蔵する場合、重量減少率は、丸・偏円形ではへた痕が大きい果実ほど低い傾向であったものの、洋ナシ形では重量、横径、縦径およびへた痕のいずれも影響がみられなかった。2016 年の試験においても、4 品種を供試し、へたの有無で重量減少率を比較したところ、同様の傾向がみられた (未発表)。

呼吸量は、いずれの品種においてもへたなしがへたありと同等か低かった。食用ホオズキの呼吸量は、萼が付いている個体が付いていない個体に比べて高いという報告があり (Cruz-Álvarez ら, 2012)、品目は異なるものの、本研究のミニトマトでも同様の傾向を示した。また、呼吸量と果実形状および果実重との関係は、品種およびへたの有無によって異なり、ミニトマトをへたありで貯蔵する場合、呼吸量は、丸・偏円形では重量、横径、縦径およびへた痕が

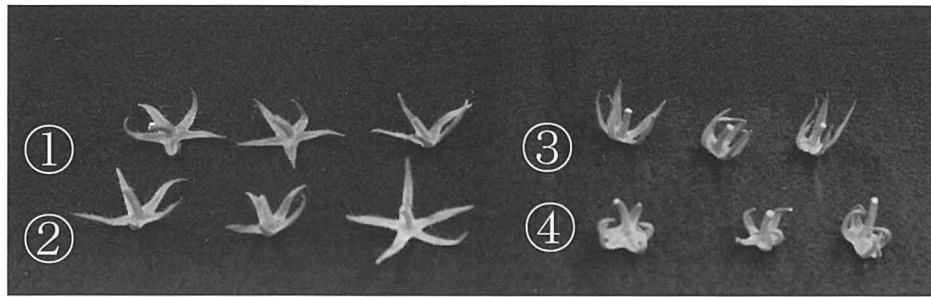
大きい果実ほど高く、洋ナシ形では横径およびへた痕が大きい果実ほど高い傾向であった。一方、へたなしで貯蔵する場合、呼吸量は、丸・偏円形では縦径が大きい果実ほど高く、洋ナシ形では重量、横径、縦径およびへた痕が大きい果実ほど高い傾向であった。2016 年の試験においても、4 品種を供試し、へたの有無で呼吸量を比較したところ、同様の傾向がみられた (未発表)。

水分含有率は、収穫 7 日後において、丸・偏円形の 'ミニキャロル' ではへたなしがへたありに比べて有意に高く、また、へたありにおいて、丸・偏円形の '千果' では収穫 7 日後が収穫当日に比べて有意に低く (データ略)、蒸散はへたを介して行われるとされる今堀 (1998) の報告を支持したが、ほかの品種ではへたの有無および収穫後日数による差が認められず、果形やへた痕の大きさなど、ほかの要因が影響するものと考えられた。

ところで、重量減少率は日々の変化が積み重なっていく蓄積型なのに対し、呼吸量は日々変化していく一過型、また、水分含有量は水の収支によるバランス型と呼べるものである。西條 (1989) は、呼吸作用により貯蔵物質の炭水化物が分解され、水が生成されると報告している。洋ナシ形である 'アイコ' は、水分含有量ではへたありとへたなしとの間で差がみられず、呼吸量ではへたありがへたなしに比べて高い傾向であったことから、重量減少率では 'アイコ' のへたありがほかの品種のへたありに比べて低い結果となった可能性がある。

アスコルビン酸含量は、収穫 7 日後において、丸・偏円形の '千果' および 'ミニキャロル' ではへたなしがへたありに比べて有意に高く、洋ナシ形の 'ロッソナポリタン' でもへたなしがへたありと同等か高い傾向を示した。ネギは、収穫後盛んに呼吸および蒸散を行い、アスコルビン酸などの内容成分の消耗により栄養価が低下することが報告されている (平野, 1995)。糖度、酸度およびアスコルビン酸含量は、いずれも品種と収穫後日数との間に交互作用が認められたものの (データ略)、収穫 7 日後のアスコルビン酸含量において、丸・偏円形の '千果' および 'ミニキャロル' ではへたありで貯蔵した場合、果実内の水分含有率がへたなしと同等か減少したことから、アスコルビン酸含量も低下した可能性がある。収穫 7 日後において、カビはいずれの品種もへたありで発生したが、カビが発生しなかったへたなしの食味を確かめたところ、いずれの品種においても収穫 7 日後と収穫当日との間で差が感じられなかった (データ略)。

カビ発生率は、品種によって異なったものの、いずれの品種においてもへたなしがへたありに比べて有意に低かったことから、試験 1 の 25°C 貯蔵と同様、カビはへたを取り除くことで抑制されることが示唆された。また、カビ発生率は、果形によって大きく異なり、洋ナシ形の 'ロッソナポリタン' および 'アイコ' がそれぞれ 64.0 および 61.3% と高く、丸・偏円形の 'ミニキャロル' および '千



第2図 ミニトマト4品種におけるへたの形状
番号順に‘ミニキャロル’、‘千果’、‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’

果’がそれぞれ12.0および17.3%と低かった。また、洋ナシ形の‘ロッソナポリタン’では、試験1の25°C貯蔵でも60.3%と高い値を示した。この理由として、へたの形状とカビ発生率との関係が考えられ、丸・偏円形の‘ミニキャロル’および‘千果’ではへたが果実の赤道面に対して水平に広がっているのに対し、洋ナシ形の‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’ではへたが果実の赤道面に対して垂直に丸く反っていたことから(第2図)、カビ発生率を高めた可能性がある。Smidら(1996)も、直径47~57mmのトマトにおいて、へたの一部位である萼片と果梗が接触し、へたに果実の4倍の真菌が存在したと報告している。

ところで、永井(1997)は、ミニトマトの日持ち性について、夏季高温時における収穫時の日持ち性に品種間差があるものの、大玉トマトに比べて優れたと報告した。本試験のミニトマトの呼吸量において、収穫当日(開花始後40~45日の第2果房の完熟果)では25°C貯蔵で $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 前後の値を示し(第3表)、永井(1997)が報告した大玉トマトの $130.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ に比べて少なかった。また、本試験のミニトマトの重量減少率において、いずれの品種もへたなしがへたありと同等か低く、へたなしがへたありに比べて成熟を遅らせることができたというKhaleghiら(2013)の報告を支持したが、Khaleghiら(2013)は果重や果形について言及しておらず、へたの有無による貯蔵性を示したほかの先行研究(Ait-Oubahou, 1999; Llic・Fallik, 2007)でも1果重や果形は示されていない。なお、本研究に供試した品種の果実形状および果実重には品種間差異が認められ、それぞれ異なる果実形状および果実重を示した。そのことが、ミニトマトの貯蔵性にも影響した可能性がある。

今後は、ミニトマトの品種の数を増やし、へたの有無が鮮度保持に及ぼす影響についてさらに詳しく調査するとともに、ミニトマトのへた離れ性および果柄の離脱性には品種間差があることから(樋口ら, 2015)、へたの有無が収穫作業時間に及ぼす影響なども合わせて調査し、へたなしのミニトマトの普及の可能性を検討したい。

摘 要

鮮度保持に関する研究は多くの野菜で行われており、果梗やへたなどが付いている野菜は、それらを介して蒸散が行われ、レモンやナス、食用ホオズキなどでは、へたや萼の有無が鮮度保持に影響を及ぼすことが報告されている。しかし、ミニトマトでは、へたの有無が収穫後の貯蔵性などに及ぼす影響について検討した報告は見当たらない。本研究では、果形の異なる4品種のミニトマトを用い、へたの有無が貯蔵性に及ぼす影響を検討した。その結果、25°C貯蔵において、重量減少率および呼吸量は、いずれの品種においても、へたなしがへたありと同等か低く、水分含有率およびアスコルビン酸含量は、いずれの品種においても、へたなしがへたありと同等か高かった。さらに、カビは、いずれの品種においても、へたなしでは発生せず、へたありでは発生した。なお、カビ発生率は、丸・偏円形の‘千果’および‘ミニキャロル’が洋ナシ形の‘アイコ’および‘ロッソナポリタン’に比べて有意に低かった。以上から、ミニトマトの25°C貯蔵において、へたなしがへたありに比べて貯蔵性に優れることが示唆された。

引用文献

- Ait-Oubahou, A. 1999. Modified atmosphere packaging of tomato fruit. p. 103–113. D. Gerasopoulos (ed.). Post-harvest losses of perishable horticultural products in the Mediterranean region.
- 赤阪信二・竹岡賢二. 2016. レモンの収穫方法の違いが作業効率および貯蔵性に及ぼす影響. 園学研. 15 (別1): 248.
- Cruz-Álvarez, O., M. T. Martínez-Damián, J. E. Rodríguez-Pérez, M. T. Colinas-León and E. del C. Moreno-Pérez. 2012. Conservación poscosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) con y sin cáliz. Revista Chapingo Serie Horticultura 18: 333–344.
- Díaz-Pérez, J. C. 1998. Transpiration rates in eggplant fruit as affected by fruit and calyx size. Postharvest Biol. Technol. 13: 45–49.

- Flores-Flores, N. C., A. Gerónimo-Cruz, S. Valle-Guadarrama, T. Monroy-Gutiérrez, A. Gómez-Cruz and I. A. Tejacal. 2015. Behavior of "tomatillo" husk tomato fruit (*Physalis ixocarpa* Brot.) with and without calyx in a modified atmosphere. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas* 7: 61-74.
- 樋口洋子・北條怜子・柘植一希・垣尾尚志・藤尾拓也・池浦博美・元木 悟. 2015. 引張試験機によるミニトマトおよび中玉トマトにおけるへた離れ性および果柄の離脱性の評価. *農作業研究*. 50: 71-80.
- 平野稔彦. 1995. 栽培・収穫条件と収穫後の品質変化. p. 151-154. *農業技術大系野菜編 12. 共通技術・先端技術*. 農文協. 東京.
- 北條怜子・柘植一希・樋口洋子・山初仁志・加藤正一・藤尾拓也・岩崎泰永・元木 悟. 2017. 露地夏秋どりミニトマトのソバージュ栽培における収量および品質. *園学研*. 16: 137-148.
- 今堀義洋. 1998. I 野菜の鮮度保持. p. 52-56. 酒寄直樹編著. *野菜の鮮度保持マニュアル*. (株)流通システムセンター. 東京.
- 伊藤和彦・樋元淳一・李 里特・都 利平. 1992. 各種フィルムを用いたグリーンアスパラガスの包装貯蔵. *日食低温誌*. 18: 10-16.
- 伊藤喜三男・上村昭二・深谷 潔・宮本吉久. 1977. 加工用トマトのへた離れ性の品種間差異とへた離れ性に関する要因. *野菜試報 B*. 1: 13-28.
- JA 長野県. 2014. ミニトマト「アンジェレ」振興へーへた無しばら出荷契約で収入が安定. <<http://www.ijjan.or.jp/topic/2014/07/post-4151.php>>.
- 神奈川県環境農政部農業振興課. 2010. 神奈川県作物別施肥基準. トマト・ミニトマト. p. 8. 神奈川県環境農政部農業振興課. 神奈川県.
- Khaleghi, S. S., N. A. Ansari and S. M. H. Mortazavi. 2013. Effect of calyx removal and disinfection on ripening rate and control of postharvest decay of tomato fruit. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment* 4: 103-115.
- 工藤康文. 2009. 生食用大玉トマトを用いた加工品の品質. *タキイ最前線秋号*. <<https://shop.takii.co.jp/tsk/bn/pdf/20090847.pdf>>.
- Llic, Z. and E. Fallik. 2007. Stem scar - major pathway for quality changes in tomato fruit stored at different temperatures. *Acta Hort.* 741: 213-220.
- 元木 悟. 2013. ミニトマトの摘心側枝仕立て栽培. p. 基 654 の 76-83. *農業技術大系野菜編 2. トマト*. 農文協. 東京.
- 元木 悟. 2017. ソバージュ栽培. p. 基 654 の 84-97. *農業技術大系野菜編 2. トマト*. 農文協. 東京.
- 元木 悟・伊藤喜三男・矢ノ口幸夫・岡本 清. 1996. ミニトマトの省力収穫向き品種の育成に関する研究 (第 1 報) 開花集中性, 成熟集中性と日持ち性の品種間差異と関連特性. *長野中信農試報*. 13: 33-48.
- 元木 悟・北條怜子・染谷美和・藤尾拓也. 2017. 露地夏秋どりミニトマトのネット誘引無整枝栽培における作業性. *農作業研究*. 52: 15-25.
- 永井耕介. 1995. 栽培・収穫条件と収穫後の品質変化. p. 97-102. *農業技術大系野菜編 12. 共通技術・先端技術*. 農文協. 東京.
- 永井耕介. 1997. 収穫後の品質変化と鮮度保持. p. 基 515-520. *農業技術大系野菜編 2. トマト*. 農文協. 東京.
- 糠谷 明. 2014. 第 7 章 作型と栽培体系 ①施設利用型野菜. p. 76. 篠原 温編著. *野菜園芸学の基礎*. 農文協. 東京.
- 大久保増太郎. 1988. 商品としての野菜. p. 1-38. 大久保増太郎編著. *野菜の鮮度保持*. 養賢堂. 東京.
- 林業技術センター・農業試験場・各地域農業改良普及センター・農産園芸課. 1998. *野菜栽培技術指針—秋田ブランド野菜づくりの手引き—*. p. 275. 農産園芸課. 秋田県.
- 西條了康. 1989. 収穫後の生理と鮮度保持の原理. p. 77-84. *農業技術大系野菜編 12. 共通技術・先端技術*. 農文協. 東京.
- Smid, E. J., L. Hendriks, H. A. M. Boerrigter and L. G. M. Gorris. 1996. Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound *trans*-cinnamaldehyde. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 343-350.
- 高橋賢人・樋口洋子・北條怜子・堀部友香・元木 悟. 2017. ミニおよび中玉トマトにおける熟度別のへた離れ性および果柄の離脱性. *園学研*. 16 (別 1): 344.
- 東京都中央卸売市場. 2002. 市場統計情報 (月報・年報). <http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/asp/searchresult2.aspx?gyoshucd=1&smode=10&s=2002|1|2002|12|03|40|n&hinmoku_flg=false>.
- 東京都中央卸売市場. 2007. 市場統計情報 (月報・年報). <http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/asp/searchresult2.aspx?gyoshucd=1&smode=10&s=2007|1|2007|12|03|40|n&hinmoku_flg=false>.
- 東京都中央卸売市場. 2017. 市場統計情報 (月報・年報). <http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/asp/searchresult2.aspx?gyoshucd=1&smode=10&s=2017|1|2017|12|03|40|n&hinmoku_flg=false>.
- 柘植一希・増田陽介・溝田 鈴・元木 悟. 2018. 「のらぼう菜」(*Brassica napus* L.) とアスパラガス (*Asparagus officinalis* L.) における数種の包装資材の利用が貯蔵後の品質に及ぼす影響. *日食保蔵誌*. 44: 229-238.
- Yang, C. X. and R. L. Shewfelt. 1999. Effect of sealing of stem scar on ripening rate and internal ethylene, oxygen and carbon dioxide concentrations of tomato fruits. *Acta Hort.* 485: 399-404.