भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 24 अंक 2 दिसम्बर 2016 पृ. 115-122

1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के उपचार का कीवीफ्रूट की तुड़ाई उपरांत गुणवत्ता प्रभाव

राम रोशन शर्मा, विद्या राम सागर एवं विशाल राणा*
खाद्य विज्ञान एवं फसलोत्तर प्रौद्योगिकी संभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली110 012
*फल विज्ञान संभाग, डॉ. यशवंत सिंह परमार बागवानी एवं वानिकी विश्वविद्यालय, सोलन 173 230 (हि. प्र.)

सारांश : 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों को 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन की विभिन्न सांद्रताओं (0.5, 1.0, 2.0 माइक्रो लीटर/लीटर) से 20°C तापमान पर 24 घटों तक उपचारित कर, अनुपचारित फलों को नियंत्रण के रूप में प्रयोग किया गया। उपचारित एवं अनुपचारित फलों को वातावरण की सामान्य स्थितियों (22±4°C तापमान, 65 से 70 प्रतिशत सापेक्ष आर्द्रता) पर 18 दिनों तक भण्डारित किया गया। इस दौरान फलों की 3 दिन के अंतराल पर कई भौतिक, कार्यिकीय, जैवरासायनी कारकों पर प्रेक्षण लिए गए। परिणामों से ज्ञात हुआ है कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली.) 'एलीसन' कीवीफ्रूट में मुलायमपन एवं पक्वन में देरी हेतु सबसे प्रभावी उपचार है क्योंकि ऐसे फलों के भार में सबसे कम क्षति थी (9.8 प्रतिशत), उनकी दृढ़ता भी काफी अधिक थी (32.7 N), एवं वे 12वें दिन पकना शुरू हुए जबकि अनुपचारित फल भण्डारण के छठे दिन ही पकना शुरू हो गए थे। फलों में मुलायमपन हेतु उत्तरदायी एंजाइमों जैसे लिपोक्सीजीनेज एवं पॉलीग्लेक्ट्यूरोनेस की सक्रियता, 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में अनुपचारित फलों की अपेक्षा अधिक थी। ठीक इसी प्रकार 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में श्वसन एवं इथिलीन उत्पादन दर अनुपचारित फलों की अपेक्षा कम थी। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में अनुपचारित फलों की अपेक्षा अम्लता एवं एस्कार्बिक अम्ल की मात्रा अधिक परंतु कुल घुलनशील पदार्थों की मात्रा कम पाई गई। अतः 'एलीसन' कीवीफ्रूट के तुड़ाई उपरांत उपचार हेतु 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली.) को इसके तुड़ाई उपरांत जीवन और विपणता को 6 दिनों तक बढ़ाने हेतु प्रयोग में लाया जा सकता है।

Effect of 1-methyl cyclopropene on the post harvest life and quality of kiwi fruit

Ram Roshan Sharma, Vidya Ram Sagar & Vishal Rana*
Food Science & Post Harvest Technlogy Division, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi 110 012
*Department of Fruit Science, Dr Yashwant Singh Parmar University of Horticulture & Forestry, Solan 173 230 (H.P.)

Abstract

Studies were conducted to observe the effect of different concentrations of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the post-harvest life and quality of 'Allison' kiwifruit (***Actinidia deliciosa***). Fruit were treated with different concentrations of 1-MCP (0.5 µl l^{-1}, 1.0 µl l^{-1}, or 2.0 µl l^{-1}) for 24 h at 20°C and untreated fruits served as control. After treatment, fruits were transferred to ambient temperature storage (22 ± 4°C, 65-70% relative humidity) for 18 days, during which observations on various physical, physiological and biochemical parameters were recorded at 3 days intervals. Our results revealed that 1-MCP @ 2.0 µl l^{-1} was the most effective treatment to delay softening and ripening in 'Allison' kiwifruit as such fruit showed the lowest weight loss (9.8 %), have highest fruit firmness (32.7 N), and began to ripen only after 12 days in storage, whereas untreated fruit started ripening on day-6 of storage. The activities of fruit softening enzymes such as polygalacturonase and lipoxygenase were lower, and total phenolics contents and antioxidant activity were higher in 1-MCP-treated fruits than in untreated fruits. 1-MCP-treated fruit exhibited lower rates of respiration and ethylene production than untreated fruits. Similarly, 1-MCP-treated fruit had high titratable acidity and ascorbic acid (AA) contents and lower soluble solids contents than untreated kiwifruits. Thus, 1-MCP @ 2.0 µl l^{-1} can be used for the post-harvest treatment of 'Allison' kiwifruit to enhance its shelf-life and marketability by approx. 6 days.

प्रस्तावना

कीवीफ्रूट (*एक्टीनीडिया डेलिशियोसा*) एक अनोखा फल है, जिसका छिलका रोएंदार व स्वाद खट्टा-मीठा होता है। इस फल का उद्गम स्थान तो चीन है परन्तु इसकी महत्ता को न्यूजीलैण्ड ने समझा और वहां इसे 'बागवानी का अजूबा' कहा गया है एवं इसका नाम 'कीवीफ्रूट' वहां के राष्ट्रीय पक्षी-कीवी' के कारण रखा गया। अब इसे न्यूजीलैण्ड, चीन व इटली में व्यावसायिक स्तर पर उगाया जाता है। भारत में कीवीफ्रूट को सर्वप्रथम 1960 में आयातित किया गया, परन्तु हाल ही के कुछ वर्षों में इसकी बागवानी में काफी वृद्धि हुई है। हमारे देश में कीवीफ्रूट को मुख्यतः हिमाचल प्रदेश, उत्तराखण्ड, जम्मू व

कश्मीर व उत्तरी-पूर्वी राज्यों के कुछ क्षेत्रों में उगाया जाता है। वैसे तो कीवीफ्रूट की कई किस्में विकसित की गई हैं परंतु विश्व स्तर पर केवल हेवार्ड, एलीसन, तामूरी, ब्रूनो आदि किस्में ही व्यावसायिक तौर पर उगाई जाती हैं। भारत की भौगोलिक परिस्थितियों में 'एलीसन' किस्म को ही व्यावसायिक स्तर पर उगाया जाता है[7]। समुद्र तल से ऊंचाई, स्थानीय तापमान एवं अन्य परिस्थितियों के आधार पर यह किस्म भारत में अक्तूबर के अंत या नवम्बर के प्रथम सप्ताह में तुड़ाई हेतु तैयार होती है। तुड़ाई के बाद फलों में लगभग एक सप्ताह तक कोई बदलाव नहीं आता है, परन्तु बाद में वे एकदम पकना शुरू करते हैं और पकने के मात्र 3-4 दिनों के भीतर ही नष्ट हो जाते हैं। अतः एलीसन कीवीफ्रूट का विपणन जीवन बढ़ाने हेतु तुड़ाई-उपरांत प्रौद्योगिकी की बहुत आवश्यकता है।

फलों के निधानी जीवन की बढ़ोतरी हेतु कई रसायनों, वृद्धि नियामकों एवं प्रौद्योगिकियों का प्रचलन है, परन्तु हाल ही के वर्षो में विश्वस्तर पर 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के उपयोग पर ढेरों प्रयोग हो रहे हैं[18]। यह एक ऐसा रसायन है जो शीघ्र क्षतिग्रस्त होने वाले उत्पादों (फल, फूल व सब्जियों) में इथिलीन के उत्पादन को रोकता है। ऐसा करके यह रसायन फलों के पकने की प्रक्रिया को धीमा करता है एवं कई एंजाइमों को प्रभावित कर फलों में गुणवत्ता को अधिक दिनों तक बनाए रखता है। इसके अतिरिक्त, यह रसायन फलों में सड़न को भी रोकता है। भारत में इस रसायन का प्रयोग कुछ फलों जैसे सेब, अमरूद एवं आम तक ही सीमित रहा है[21]। अतः इस रसायन की उपयोगिता को एलीसन कीवीफ्रूट में सिद्ध करने हेतु यह अध्ययन किया गया।

सामग्री एवं विधि

फल सामग्री एवं अध्ययन का स्थान : यह अध्ययन खाद्य विज्ञान एवं फसलोत्तर प्रौद्योगिकी संभाग, भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली में 2011-12 में किया गया। प्रयोग हेतु 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फल, डॉ. यशवंत सिंह परमार बागवानी एवं वानिकी विश्वविद्यालय, सोलन के बगीचे से प्राप्त किए गए। फलों को उपयुक्त परिपक्वता (6.20 ब्रिक्स) पर तुड़ाई के बाद श्रेणीकृत कर दिल्ली लाया गया। प्रयोगशाला में फलों को 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन की 3 विभिन्न सान्द्रताओं (0.5,1.0 एवं 2.0 माइक्रो लीटर प्रति लीटर) से उपचारित किया व अनोपचारित फलों को नियंत्रण के रूप में प्रयोग किया गया। प्रत्येक उपचार में 40 फल प्रयोग किए गए, जिसकी 3 बार पुनरावृत्ति की गई। उपचार हेतु 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों (40 फल/हिस्से के हिसाब से) को 4 हिस्सों में बांटा गया, जिसकी 3 बार पुनरावृत्ति की गई। प्रत्येक हिस्से के फलों को सील बंद डिब्बों में डालकर प्रत्येक डिब्बे के फलों में 1.5 मिली. की सिरिंज से 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन स्टॉक गैस इस प्रकार डाली गई ताकि उनमें 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन की 0.5, 1.0 एवं 2.0 माइक्रो ली./ली. सांद्रता हो। नियंत्रण के फलों को भी सील बंद डिब्बों में रखा गया परन्तु उनमें 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन नहीं डाला गया। उपचारित एवं अनुपचारित फलों के डिब्बों को 200 सेल्सियस तापमान पर 24 घण्टे तक रखा गया। उपचार के बाद डिब्बों को खोलकर फलों को वातावरण की सामान्य स्थितियों (22±4°C व 65-70 प्रतिशत सापेक्ष आर्द्रता) में 18 दिनों तक रखा गया। इस दौरान 3 दिनों के अंतराल पर विभिन्न प्रकार के परीक्षण किए गए।

फलों के भार में क्षति एवं सड़न : फलों के भार में क्षति ज्ञात करने हेतु शुरू के भार से अन्तिम भार को घटाया गया और उसे प्रतिशत में व्यक्त किया गया। फलों में सड़न ज्ञात करने हेतु सड़े फलों को स्वस्थ फलों की संख्या के अनुसार प्रतिशत में व्यक्त किया गया।

फलों की दृढ़ता : फलों में दृढ़ता ज्ञात करने हेतु दृढ़तारित्र (टी.ए. + डी. स्टेवल माइक्रो सिस्टम्स, यू.के.) का प्रयोग किया गया एवं फलों की दृढ़ता को न्यूटन (N) के रूप में दर्शाया गया।

श्वसन एवं इथिलीन उत्पादन दर का परिमापन : भण्डारण के दौरान कीवीफ्रूट के फलों में इथिलीन उत्पादन एवं श्वसन दर को 'स्टेटिक हेडस्पेस' तकनीक द्वारा ज्ञात किया गया[19]। इसके लिए प्रत्येक अवधि पर 2 फलों को एक लीटर आयतन वाली सीलबंद कन्टेनर में दो घण्टों के लिए बंद रखा गया। हेडस्पेस में एकत्रित ऑक्सीजन व कार्बन डाइऑक्साइड की सान्द्रता को गैस विश्लेषण (चैकमेट 9900, पी.बी. आई. डेनसेंसर, रिंगस्टेड, डेनमार्क) से मापा गया एवं मिली. कार्बन डाइऑक्साइड प्रति किग्रा. प्रति घण्टा के हिसाब से दर्शाया गया। इथिलीन की उत्पादन दर को ज्ञात करने हेतु हेडस्पेस में एकत्रित गैस से सिरिंज द्वारा 1 मिली. गैस निकालकर उसे गैस क्रोमेटोग्राफ (एच. पी. 5890, हेबलेट पैकर्ड, एवोंडेल, पी.ए.ए अमेरिका) में डाला गया जो इथिलीन गैस (लेजर गैस, नई दिल्ली, भारत) से कैलिब्रेटेड था। गैस क्रोमेटोग्राफ, पोरागैक-एन (80-100 मैस) स्तंभ ए वं लौ आयनीकरण डिटेक्टर से जुड़ा था। नाइट्रोजन गैस का प्रयोग संवाहक गैस के रूप में किया गया जिसकी प्रवाहित दर 30 मिली. प्रति मिनट थी जबकि हाइड्रोजन व सामान्य हवा ईंधन गैस के रूप में प्रयोग की गईं। इंजेक्टर, स्तंभ एवं डेटेक्टर का तापमान क्रमशः 110, 60 व 275°C था। इथिलीन उत्पादन दर को माइक्रोलीटर प्रति किग्रा प्रति घण्टा की दर से दर्शाया गया।

कुल फिनोलिक्स एवं प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता : 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों में कुल फिनोलिक्स की सांद्रता ज्ञात करने हेतु सिंग्लेटन व

रोस द्वारा सुझाई गई विधि का प्रयोग किया गया[22]। पहले 5 ग्राम फल को 10 मि.ली. 80 प्रतिशत इथिनोल में पीसकर मिलाया गया व इसे अपकेन्द्रित किया गया। ऊपरी परत से 0.5 मिली. घोल लेकर इसमें 2.5 मिली. फोलिनसियोकेट्यु (एफ.सी.) अभिकर्मक डाला गया। पांच मिनट बाद इसमें 2 मिली. 20 प्रतिशत सोडियम कार्बोनेट डालकर 80 प्रतिशत इथिनोल से इसका आयतन 25 मिली. बनाया गया। इस घोल को 25 मिनट तक जल तापक में उबालने के बाद ठण्डा कर साधारण तापमान पर रखकर तदोपरांत स्पेक्ट्रोफोटोमीटर में 750 नैनोमीटर पर अवशोषनांक ली गई। (US-VIS, लैम्ड़ा)। कुल फिनोलिक्स का गणन मैलिक अम्ल (0-800 मिग्रा./लीटर) मानक वक्र बनाकर किया गया एवं उन्हें मैलिक अम्ल के बराबर/100 ग्राम अर्क के रूप में प्रदर्शित किया गया। प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता हेतु क्युपरेक विधि का प्रयोग किया गया[2]।

लिपोक्सीजीनेज एंजाइम की सक्रियता ज्ञात करना

अर्क तैयार करना : अर्क तैयार करने हेतु फेइस एवं साथी द्वारा सेब हेतु सुझाई गई विधि प्रयुक्त की गई[10]। 0.1 मिली. लिनोलीनिक अम्ल को 1 मिली. सोडियम हाइड्रॉक्साइड (0.1 मोलर) तथा 150 माइक्रोलीटर ट्राईटोन-एक्स-100 में घोला गया। इस घोल को अल्ट्रा टुरॉक्स में 2 मिनट तक इमल्सीकृत करने के बाद इसमें 50 मिमी. पानी डालकर तनुकृत किया गया। ब्लैंक घोल भी इसी प्रकार तैयार किया गया, परन्तु उसमें लिनोलीनिक अम्ल नहीं मिलाया गया। अर्क व ब्लैंक को प्रयोग करने तक 4 डिग्री सेल्सियस तापमान पर अंधेरे में भण्डारित किया गया।

एंजाइम का कच्चा अर्क तैयार करना : एंजाइम का कच्चा अर्क 4°C तापमान पर डालेगर एवं साथियों द्वारा सुझाई गई विधि तैयार किया गया[13]। फलों से 1 ग्राम नमूना लेकर उसे ठण्डी मूसल में 10 मिली. इथिलीन डाईमीन टेट्रा एसिटिक अम्ल (EDTA) (0.2 मोलर) में पिसाई की गई। इस मिश्रण को 15,000 आर.पी.एम. पर 4°C तापमान पर 20 मिनट के लिए अपकेन्द्रण किया तथा इस घोल की ऊपरी सतह को लिफोऑक्सीजीनेज एंजाइम की सक्रियता ज्ञात करने हेतु प्रयुक्त किया गया।

लिपोक्सीजीनेज एंजाइम की सक्रियता का निर्धारण : लिपोक्सीजीनेज एंजाइम की सक्रियता को झालेगर एवं साथी द्वारा सुझाई गई विधि से ज्ञात किया गया। 50 माइक्रो लीटर कच्चे एंजाइम के अर्क को छोटी ट्यूब मे डालकर 2.5 मिली. अर्क में मिलाकर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर (पर्किंग-एलमर यू.वी.-विस लेमडा-25, सेंजोस, कैलिफोर्निया, अमेरिका) में 234 नैनोमीटर तरंगदैर्घ्य पर 30 सेकंड के अंतराल पर 3 मिनट पर दर्ज किया गया। लिपोक्सीजीनेज सक्रियता को माइक्रोमोल प्रति मिनट ताजे भार के रूप में दर्शाया गया।

पॉलीग्लेक्ट्यूरोनेस एंजाइम की सक्रियता ज्ञात करना : 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों में पॉलीग्लेक्ट्यूरोनेस एंजाइम की सक्रियता को ज्ञात करने हेतु लाजन एवं साथी द्वारा सुझाई गई विधि का उपयोग किया गया[16]। एंजाइम का अर्क तैयार करने हेतु कीवीफ्रूट के गूदे की 0.2 मोलर सांद्रता के 10 मिली. 6.0 पीएच मान सोडियम ऐसीटेट के साथ 1 मोलर सांद्रता के 50 मिग्रा. सोडियम सल्फेट एवं 2 मोलर पॉलिविनाइल पाइरोलिडिना से ठण्डे खरल में पिसाई की गई। इस तरह से प्राप्त संभागीकृत को 4°C तापमान पर 20 मिनट तक अपकेन्द्रित किया गया और अधिरलवी को पॉलीग्लेट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता ज्ञात करने हेतु प्रयुक्त किया गया। इस एंजाइम की सक्रियता ज्ञात करने हेतु 0.45 ग्राम पेक्टिल एवं 0.4 मिली मोलर व 3.8 पीएच मान वाले सोडियम एसिटेट बफर को घोलकर आमापन मिश्रण तैयार किया गया जिसे सोडियम एसिटेट के बफर से तनुकृत किया गया। फलों में पीजी एंजाइम की सक्रियता जानने हेतु 0.2 मिली. कच्चे एंजाइम के अर्क व 2.0 मिली. आमापन मिश्रण को मिलाकर 37°C तापमान पर 2 घण्टे तक ऊष्मयान किया गया। 2 घण्टे बाद इस 0.05 मिली. ऊष्मायन मिश्रण में 1 मिली. 5 प्रतिशत फिनोल मिलाया गया। जिसमें 2 मिनट बाद 96 प्रतिशत सांद्रता का 5 मिली. सल्यूरिक अम्ल डालकर इसे अभिक्रिया हेतु 15 मिनट तक रखा गया। इस मिश्रण को 5 मिली. आसुत जल से तनुकृत कर इसे अच्छी तरह मिलाने के बाद कमरे के तापमान तक ठण्डा किया गया। तदोपरांत अवशोषणांक के बदलाव को स्पेक्ट्रोफोटोमीटर (पर्किंग-एलमर लेम्डा-25, कैलिफोर्निया, अमेरिका) में 490 ने.मी. पर 30 सेकंड के अंतराल पर दर्ज किया गया। पॉलीग्लेट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता को माइक्रोग्राम ग्लेट्यूरोनिक अम्ल प्रति ग्राम ताजे भार प्रति घण्टे के रूप में प्रदर्शित किया गया।

गूदे की गुणवत्ता मापक ज्ञात करना : 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों में कुल घुलनशील ठोस की मात्रा ज्ञात करने हेतु साधारण रिफ्रेक्ट्रोमीटर का प्रयोग कर, ब्रिक्स में प्रदर्शित किया गया। अम्लता ज्ञात करने हेतु फलों की मात्रा को 0.1N सोडियम हाइड्रॉक्साइड से अनुमापन कर 1 प्रतिशत फिनोफ्थेलीन सूचक का घोल डालकर प्रतिशत में प्रदर्शित किया गया। एस्कार्बिक अम्ल को ज्ञात करने हेतु रंगन्ना की विधि प्रयोग कर मिग्रा. एस्कार्बिक अम्ल/100 ग्राम गूदे के रूप में प्रदर्शित किया गया[17]।

सांख्यिकी डिजाइन एवं आंकड़ों का विश्लेषण : सम्पूर्ण अध्ययन के लिए खण्डित क्रमगुणित यादृच्छिक खण्ड डिजाइन (Factorial

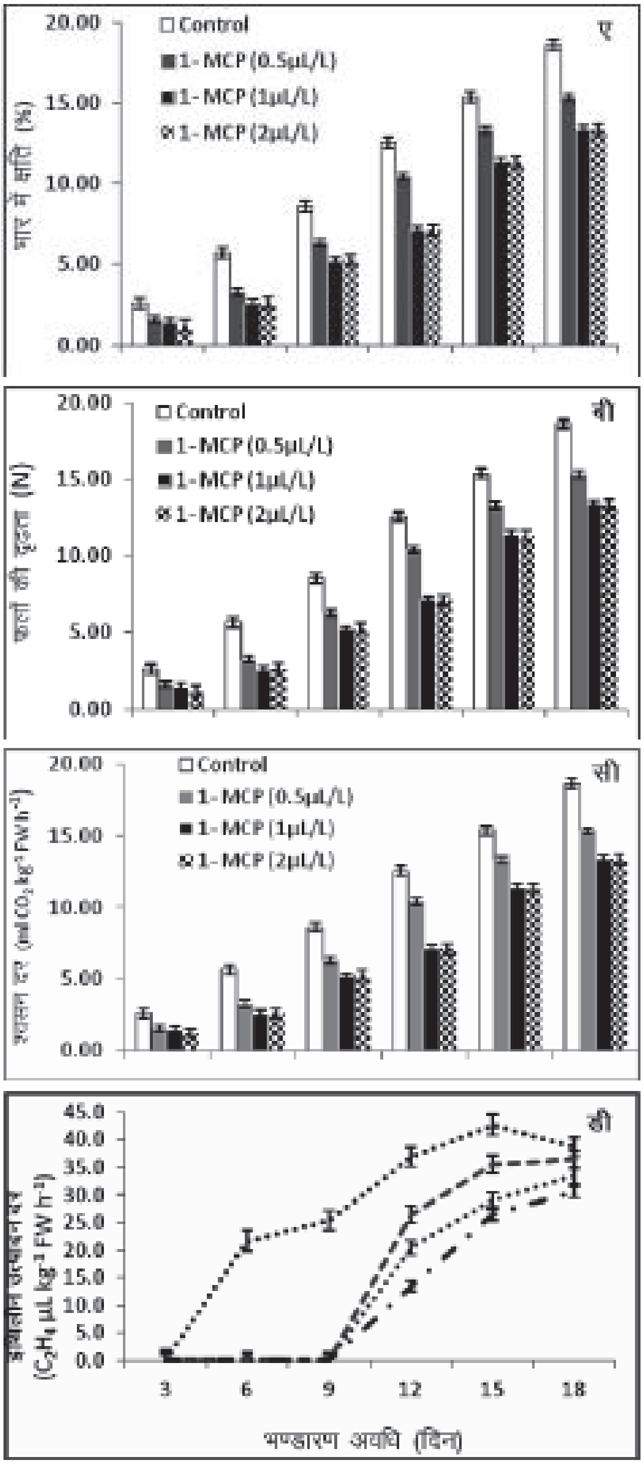
Completely Randomized Design) का प्रयोग किया गया। क्योंकि 2 वर्षों के आंकड़ों में कोई भिन्नता नहीं थी, अतः आंकड़ों को जमा कर अमेरिका के एस.ए.एस. सॉफ्टवेयर का प्रयोग कर विश्लेषण किया गया। परिणामों को एनोवा से एल.एस.डी. (LSD) निकालकर आंकड़ों के महत्व के 5 प्रतिशत स्तर पर तुलना की गई।

परिणाम एवं विवेचना

कार्यिकीय भार में क्षति पर प्रभाव : इस शोध में पाया गया कि 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों के भार में क्षति, भण्डारण अवधि के साथ बढ़ती गई। यह क्षति नियंत्रण में रखे फलों में सर्वाधिक (10.5 प्रतिशत) एवं 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली.) उपचारित फलों में सबसे कम पाई गई (4.9 प्रतिशत) (चित्र 1ए)। कई अन्य अध्ययनों में भी वैज्ञानिकों ने यह दर्शाया है कि भण्डारण के दौरान उपचारित या अनुपचारित फलों में भार में क्षति बढ़ती है[20]। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन से उपचारित फलों के भार में कम क्षति हेतु शायद इस रसायन का फलों के श्वसन व इथिलीन उत्पादन की कम दर के कारण हो सकता है क्योंकि इन दोनों क्रियाओं की कमी के कारण फलों से कम जल उत्सर्जित होता है जो भार में क्षति को कम करने हेतु उत्तरदायी होता है[3,12]।

फलों की दृढ़ता : 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों की दृढ़ता उनकी निधानी आयु ज्ञात करने हेतु सबसे अच्छा सूचक माना जाता है। इस प्रयोग के परिणामों से ज्ञात हुआ है कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों की दृढ़ता अनुपचारित फलों की अपेक्षा काफी अधिक थी। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली.) उपचारित फलों की दृढ़ता सबसे अधिक व अनुपचारित फलों की दृढ़ता सबसे कम पाई गई एवं फलों की दृढ़ता भण्डारण अवधि के साथ घटती गई (चित्र 1बी)। अनुपचारित फलों की दृढ़ता (14.5 N) 12वें दिन ही काफी कम थी जबकि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली.) उपचारित फलों की दृढ़ता 18वें दिन भी काफी अधिक (31.7 N) थी। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों की अधिक दृढ़ता उन फलों की कम मुलायमपन के कारण हो सकती है जिसे कई एंजाइम जैसे लिपोक्सीजिनेज एवं पॉलीग्लेक्ट्यूरोनेज आदि प्रभावित करते हैं। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के इसी तरह को प्रभावों को फेइस एवं साथी ने सेब[10], बोक्युटे एवं साथी[5] ने कीवीफ्रूट एवं डोंग एवं साथी[8] ने आलू बुखारे में दर्जित किया। भण्डारण के साथ फलों की दृढ़ता में कमी मुख्यतः अघुलनशील प्रोटो-पेक्टिन का घुलनशील पेक्टिन में परिवर्तन के कारण होता है जो कई फलों में एक सामान्य क्रिया है[20]।

श्वसन दर पर प्रभाव : इस शोध में हमने पाया कि अनुपचारित



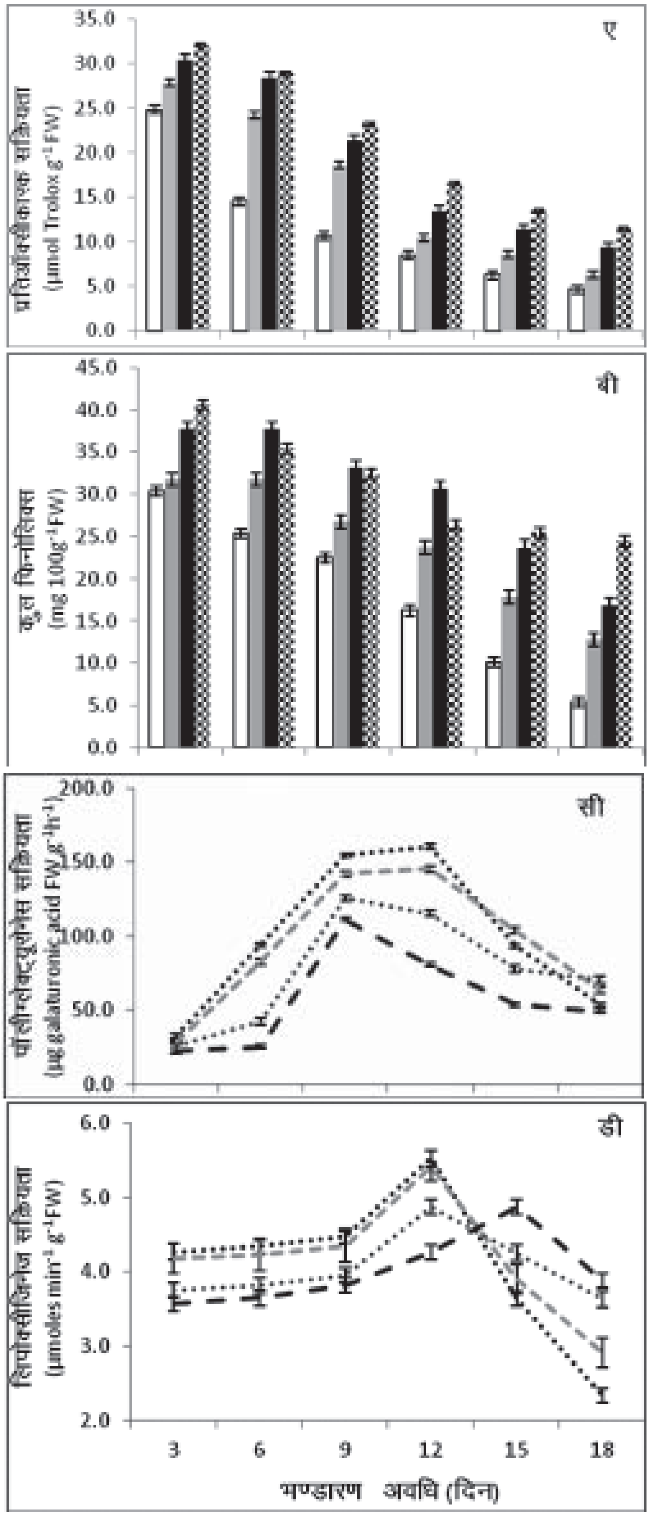
चित्र 1 — वातावरण की साधारण परिस्थितियों (22°±4° सेल्सियस एवं 65-70% सापेक्ष आर्द्रता) में भण्डारित 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों पर 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन का (ए) प्रतिऑक्सीकारण सक्रियता, (बी) कुल फिनोलिक्स, (सी) पॉलीग्लेट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता एवं (डी) लिपोऑक्सीजीनेज एंजाइम की सक्रियता पर प्रभाव

'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों की श्वसन दर, 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली.) उपचारित फलों से दोगुनी थी। अनुपचारित फलों में श्वसन दर की चरम सीमा 15वें दिन ही पहुंच गई, जबकि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में यह सीमा देखी ही नहीं गई (रेखाचित्र 1सी)। पुराने अध्ययनों से पता चलता है कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित अमरूद[3], एवेकेडो[3] एवं आलू बुखारे[1] के फलों में भी श्वसन दर कम थी। हालांकि, डोंग एवं साथी[9] ने नेक्टेरिन एवं डोंग एवं साथी[8] ने खुबानी में 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन का फलों की श्वसन दर पर कोई प्रभाव नहीं पाया।

इथिलीन उत्पादन दर पर प्रभाव : हमने इस शोध में पाया कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन ने उपचारित फलों में अनुपचारित फलों की अपेक्षा इथिलीन उत्पादन दर एवं इथिलीन की चरम सीमा दोनों को प्रभावित किया है। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2.0 माइक्रो ली./ली) से उपचारित फलों में इथिलीन उत्पादन दर अन्य सांद्रताओं से उपचारित फलों एवं अनुपचारित फलों की अपेक्षा काफी कम पाई गई (26.1 माइक्रो ली./ली.)(रेखाचित्र 1डी)। अनुपचारित फलों में भण्डारण के 1 से 9वें दिन तक उपचारित (1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन 2 माइक्रो ली./ली.) फलों की अपेक्षा इथिलीन उत्पादन दर काफी तेज गति से बढ़ती 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के इस प्रकार के प्रभावों हेतु कई अनुसंधानकर्ताओं ने इसी प्रकार की रिपोर्ट दर्ज की हैं। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन इथिलीन निरोधक वृद्धि नियामक है एवं श्वसन-क्रांतिक फलों में श्वसन व इथिलीन उत्पादन दर को कम करता है[25]।

प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता पर प्रभाव : प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2 माइक्रो मोल/ली.) उपचारित फलों में प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता अनुपचारित फलों की अपेक्षा लगभग दोगुनी थी, जो भण्डारण अवधि के साथ घटती गई। फलों में 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के उपचार की प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता पर प्रभाव फिनोलिक्स जैसा ही पाया गया (चित्र 2ए)। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित कीवी के फलों में उच्च प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता का सीधा संबंध कुल फिनोलिक्स की सांद्रता एवं एस्कॉर्बिक अम्ल की मात्रा से है क्योंकि उपचारित फलों में कुल फिनोलिक्स एवं एस्कार्बिक अम्ल की मात्रा अनुपचारित फलों की अपेक्षा काफी अधिक पाई गई। ठीक इसी प्रकार के अध्ययनों में खान एवं सिंह ने आलूबुखारे[14] व तावारिनी एवं साथी ने कीवीफ्रूट[23] में पाया कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन फलों की प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता को प्रभावित करता है।

कुल फिनोलिक्स की सांद्रता पर प्रभाव : फलों में व्याप्त कुल फिनोलिक्स की सांद्रता फलों की प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता में



चित्र 2 — वातावरण की साधारण परिस्थितियों (22°±4° सेल्सियस एवं 65-70% सापेक्ष आर्द्रता) में भण्डारित 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों पर 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन का (ए) भार में क्षति, (बी) फलों की दृढ़ता, (सी) श्वसन दर एवं (डी) इथिलीन उत्पादन दर प्रभाव

योगदान करती है। हमने इस शोध में पाया कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में अनुपचारित फलों की अपेक्षा फिनोलिक्स की सांद्रता कहीं अधिक थी, परन्तु यह सांद्रता भण्डारण अवधि में बढ़ोतरी के साथ घटती गई। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2 माइक्रो मोल/ली.) से उपचारित फलों में अनुपचारित फलों की अपेक्षा कुल फिनोलिक्स की सांद्रता लगभग दोगुनी थी (रेखाचित्र 2बी)। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में फिनोलिक्स की बढ़ी सांद्रता शायद उपचारित फलों में उच्च कार्बनिक पदार्थों के कारण हो सकती है[11]।

पॉलिग्लेक्ट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता पर प्रभाव : फलों के पक्वन के दौरान फलों का मुलायम होना सबसे बड़ा रासायनिक परिवर्तन माना जाता है। फलों में मुलायमपन हेतु पॉलिग्लेक्ट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता की अहम् भूमिका होती है। इस अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि अनुपचारित फलों में 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों की अपेक्षा पॉलिग्लेक्ट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता काफी अधिक थी। एंजाइम की सक्रिय भण्डारण के 12वें दिन तक बढ़ती गई व उसके उपरांत घटना शुरू हो गई (रेखाचित्र 2डी)। पॉलिग्लेक्ट्यूरोनेज एंजाइम फलों में व्याप्त मुख्यतः पेक्टिन एवं सेल्यूलोस व हेमीसेल्यूलोस पर कार्यवाही करके उन्हें घुलनशील बनाकर फलों की दृढ़ता को कम करके मुलायम बनाता है। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में पॉलिग्लेक्ट्यूरोनेज एंजाइम की कम सक्रियता उन्हें दृढ़ रखती है एवं फल अधिक दिनों तक टिके रहते हैं[14]।

लिपोक्सीजिनेज एंजाइम की सक्रियता पर प्रभाव : फलों में लिपोऑक्सीजिनेज एंजाइम की सक्रियता जीर्णता हेतु उत्तरदायी मानी जाती है। यदि इस एंजाइम की सक्रियता को नियंत्रित रखा जाए तो फलों की जीर्णता नियंत्रित होगी जो उस फल की निधानी आयु को बढ़ाने में योगदान देगी। इस अध्ययन में पाया गया कि अनुपचारित कीवी के फलों में लिपोक्सीजिनेज एंजाइम की सक्रियता 12वें दिन चरम सीमा पर थी जो बाद में घटना शुरू हुई, जबकि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2 माइक्रो मोल/ली.) से उपचारित फलों में थी। यह सक्रियता की दर 15वें दिन पायी गयी (चित्र 2डी)। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के एंजाइम पर इस तरह के प्रभाव फलों के पक्वन में देरी के कारण हो सकते हैं क्योंकि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन फलों में इथिलीन उत्पादन दर को कम कर उनके पक्वन को प्रभावित करता है[25]। काई ने भी रिपोर्ट किया है कि लोकाट के फलों में शुरू में लिपोक्सीजिनेज एंजाइम की सक्रियता में बढ़ोतरी हुई जो 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन से उपचार से काफी कम हो गई[6]।

गुणवत्ता के कारकों पर प्रभाव

घुलनशील ठोस पदार्थ : कीवीफ्रूट में कुल घुलनशील पदार्थों की मात्रा फलों की तुड़ाई हेतु बहुत अच्छा सूचकांक है और इनकी वृद्धि का सीधा संबंध फलों की स्टार्च का शर्करा में परिवर्तन से होता है। इस अध्ययन में हमने पाया कि अनुपचारित फलों में कुल घुलनशील पदार्थों की मात्रा (13.7 डिग्री ब्रिक्स) 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (2. 0 मा.ली./ली.) उपचारित फलों की अपेक्षा (8.3 डिग्री ब्रिक्स) अधिक थी (सारणी-1)। फलों में कुल घुलनशील ठोस पदार्थों की मात्रा 12वें दिन तक तेजी से बढ़ी और उसके बाद इनमें धीरे-धीरे कमी आई। इसके ठीक विपरीत 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में इन पदार्थों की सांद्रता धीरे-धीरे बढ़ी और 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित अनेक फलों में कुल घुलनशील ठोस पदार्थों की सांद्रता पर प्रभाव के बारे में पहले कई अध्ययन हुए है[25]। शर्मा एवं साथी ने सेब

सारणी 1 — वातावरण की साधारण परिस्थितियों (22°±4° सेल्सियस एवं 65-70% सापेक्ष आर्द्रता) में भण्डारित 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों पर 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के उपचार का कुल घुलनशील ठोस पद्धार्थों एवं अम्लता पर प्रभाव

1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन ($\mu l\ l^{-1}$)	कुल घुलनशील ठोस पद्धार्थ (°ब्रिक्स) भण्डारण अवधि (दिन)						अम्लता (%) भण्डारण अवधि (दिन)					
	3	6	9	12	15	18	3	6	9	12	15	18
0	7.8	12.5	14.0	16.8	15.7	15.1	1.36	1.29	1.15	0.76	0.73	0.71
0.5	6.5	8.1	8.5	9.6	13.3	16.8	1.40	1.3	1.18	1.07	0.94	0.79
1.0	6.2	6.3	6.6	6.9	10.5	15.7	1.47	1.35	1.31	1.23	1.09	0.97
2.0	6.0	6.2	6.3	6.4	9.4	15.3	1.56	1.45	1.4	1.31	1.13	1.11
एल.एस.डी. ($P \leq 0.05$)												
उपचार (टी)			0.04									
भण्डारण अवधि (दिन)			0.06									
टी × द			0.12									

सारणी 2 — वातावरण की साधारण परिस्थितियों (22°±4° सेल्सियस एवं 65-70% सापेक्ष आर्द्रता) में भण्डारित 'एलीसन' कीवीफ्रूट के फलों पर 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन के उपचार का एस्कार्बिक अम्ल पर प्रभाव

1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन (µl l-1)	भण्डारण अवधि (दिन)					
	3	6	9	12	15	18
0	119.3	116.4	114.8	102.8	95.1	83.3
0.5	122.2	119.9	118.2	106.1	96.9	90.4
1.0	124.2	121.3	118.9	109.9	100.8	97.8
2.0	124.9	123.1	121.7	112.9	106.6	105.9
एल.एस.डी. ($P \leq 0.05$)						
उपचार (टी)	1.03					
भण्डारण अवधि (दिन)	0.78					

के भण्डारण के दौरान कुल घुलनशील ठोस पदार्थों की सांद्रता के बारे में कहा कि भण्डारण अवधि बढ़ने के साथ कुल घुलनशील ठोस पदार्थों की सांद्रता में कमी आती है[20]।

अम्लता : कीवीफ्रूट के 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में अम्लता अनुपचारित फलों की अपेक्षा (1.0 प्रतिशत) अधिक पायी गई। फलों में अम्लता भण्डारण अवधि के साथ घटती गई, परन्तु अम्लता के ह्रास की यह दर 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित फलों में काफी धीमी थी (सारणी 1)। अतः अम्लता के घटाव की दर का प्रतिरूप घुलनशील ठोस पदार्थों की दर जैसा ही था। हमारे अध्ययन के परिणाम कोऊकोनारासा एवं स्फाकियोटाकिस के अनुसंधान जैसा है जिसमें उन्होंने 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित 'हेवर्ड' कीवीफ्रूट के फलों में अनुपचारित फलों की अपेक्षा अम्लता कम पायी गई[15]। हालांकि इसके विपरीत ट्रिंकेरो एवं साथी ने पाया कि नाशपाती में 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचार अम्लता को प्रभावित नहीं करता है[24]। 1-एमसीपी से उपचारित फलों की अम्लता के ऐसे विभिन्न प्रभाव, किस्मों में भिन्नता, परिपक्वता की अवस्था मृदा एवं वातावरण की दशाओं के भिन्न-भिन्न कारण हो सकते हैं[18]। भण्डारण अवधि में बढ़ोतरी के साथ अम्लता में ह्रास हेतु कई कारण हो सकते हैं परन्तु फलों के पक्वन के दौरान पाइरूवेट विकार्बोक्सिलकरण क्रिया के दौरान तैयार होने वाले कार्बनिक अम्लों के उपयोग के कारण होता है।

एस्कार्बिक अम्ल के अंश : फलों की प्रतिऑक्सीकारक सक्रियता में एस्कार्बिक अम्ल के अंशों का काफी योगदान होता है। इस अध्ययन से पता चला है कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन उपचारित कीवीफ्रूट के फलों में अनुपचारित फलों (105.3 मिग्रा./100 ग्राम) की अपेक्षा एस्कार्बिक अम्ल के अधिक अंश थे (सारणी 2)। 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन का एस्कार्बिक अम्ल के अंशों पर इस तरह का प्रभाव पक्वन-मंदन एवं जैविक गतिविधियों और जीर्णता को धीमा करने के प्रभावों से हो सकता है[14]। हालांकि कोऊकोनारस एवं स्फोकियोटाकिस ने 'हेवर्ड' कीवीफ्रूट में 1-एमसीपी के उपचार की गुणवत्ता पर अनुकूल प्रभावों की चर्चा की है[15] परन्तु बेन-एरी एवं साथी ने 'हेवर्ड' कीवीफ्रूट में पक्वन के साथ एस्कार्बिक अम्ल के अंशों में कमी पायी थी[4]।

निष्कर्ष

इस अध्ययन से यह पता चलता है कि 1-मिथाइल साइक्लोप्रोपीन / 2.0 माइक्रो.ली./ली. का उपचार 'ऐलीसन' कीवीफ्रूट के फलों में मुलायमपन एवं पक्वन को 6 दिनों तक रोकने में सबसे प्रभावी उपचार है। ऐसे उपचारित फलों में फिनोलिक्स अंश, लॉक्स एवं पॉलीग्लूट्यूरोनेज एंजाइम की सक्रियता में कमी दर्ज की गई जो फलों की साधारण परिस्थितियों में निधानी जीवन को 6 दिन बढ़ाने में प्रभावी रहा।

संदर्भ

1. Abdi N, McGlasson WB, Williams M & Mizrahi Y., Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene, ***Postharvest Biology and Technology,* 14** (1998) 29-39.
2. Apak R, Guclu K, Ozyurek M & Karademir SE, Novel total antioxidants capacity index for dietary polyphenol and vitamins C and E using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuprine: The CUPRAC method, ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, **52** (2004) 7970-7981.
3. Bassetto E, Jacomino AP, Pinheiro AL & Kluge RA, Delay of ripening of 'Pedro Sato'guava with 1-methylcyclopropene, ***Postharvest Biology and Technology***, **35** (2005) 303-308.
4. Ben-Arie R, Gross J & Sonego L, Changes in ripening parameters and pigments of the Chinese gooseberry (kiwi) during ripening

and storage, ***Scientia Horticulturae***, **18** (1982) 65-70.

5. Bouquete E J, Trinchero GD, Fraschina AA, Vidella F & Sozzi GO, Ripening of 'Hayward' kiwifruit treated with, 1-methylcyclopropene after cold storage, ***Postharvest Biology and Technology***, **32** (2004) 57-65.
6. Cai C, Chen K, Xu C & Ferguson IB, Accumulation of lignin in relation to change in activities of lignification enzymes in loquat fruit flesh after harvest, ***Postharvest Biology and Technology***, **40** (2006) 163-169.
7. Chatopadhyay T K, A Textbook on Pomology. Volume IV. Kalyani Publishers, Ludhiana, India, (2008) 234-245.
8. Dong L, Lurie S & Zhou H. 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. ***Postharvest Biology and Technology***, **24** (2008) 135-145.
9. Dong L, Zhou H, Sonego L, Lers A & Lurie S, Ethylene involvement in the cold storage disorder of 'Flavortop' nectarine. ***Postharvest Biology and Technology***, **23** (2001) 105-115.
10. Feys M, Naesens W, Tobback P & Maes E, Lipoxygenase acitivty in apples in relation to storage and physiological disorders, ***Phytochemistry***, **19** (1980) 1009-1011.
11. Gill M I, Aguayo E &Kader A A, Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruit during storage, ***Journal of Agricultural and Food Chemistry,*** **54** (2006) 4284-4296.
12. Jeoong J, Huber D J & Sargent S A, Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (***Persea americana***) fruit, ***Postharvest Biology and Technology***, **25** (2002) 241-256.
13. Jhalegar M d J, Sharma R R, Pal R K, Rana V, Effect of postharvest treatments with polyamines on physiological and biochemical attributes of kiwifruit (***Actinidia deliciosa***). CV. Allison, Fruits, **67** (2012) 13-22.
14. Khan A S and & Z, 1-Methylcyclopropene application and modified atmosphere packaging affect ethylene biosynthesis, fruit softening, and quality of 'Tegan Blue' Japanese plum during cold storage, ***Journal of the American Society for Horticultural Science,*** **133** (2008) 290-299.
15. Koukounaras A & Sfakiotakis E, Effect of 1-MCP pre-storage treatment on ethylene and carbon dioxide production and quality of 'Hayward' kiwifruit during shelf-life after short, medium, and long term storage, ***Postharvest Biology and Technology***, **46** (2007) 174-180.
16. Lazan H, Ali Z M, Liang KS & Yee K L, Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit with tissue depth and heat treatment, ***Physiology Plantarum***, **77** (1989) 93-98.
17. Ranaganna S, Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. 2nd Edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi, India, (1999) 342-351.
18. Schotsmans W C, Ptange R K & Binder B M, 1- Methylcyclopropene: mode of action and relevance in postharvest horticulture research, ***Horticultural Reviews***, **35** (2009) 263-313.
19. Sharma R R, Pal R K, Singh D, Singh J, Dhiman MR & Rana M R, Relationships between storage disorders and fruit calcium contents, lipoxygenase activity, and rates of ethylene evolution and respirationin 'Royal Delicious' apple (Malus x domestica Borkh.), ***Journal of Horticultural Science and Biotechnology,*** **87** (4) (2012) 367-373.
20. Sharma RR, Singh D, Singh R, Singh D B & Saharan V K, Effect of modified atmospheric packing on the quality and shelf-life of apple (***Malus domestica***), ***Indian Journal of Agricultural Sciences*** **80** (3) (2010) 224-226.
21. Singh SP and Pal R K, Response of climacteric-type guava (***Psidium guajava*** L.) to postharvest treatment with 1-MCP, ***Postharvest Biology and Technology***, **47** (2008) 307-314.
22. Singleton V L & Ross J A, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents ***American Journal of Enology and Viticulture,*** **16** (1965) 144-158.
23. Tavarinii S, Deglinnocenti E, Remorini D, Rossano-Massal R & Guidi L, Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of 'Hay ward' kiwifruit, ***Food Chemistry***, **107** (2008) 282-288.
24. Trinchero G D, Sozzi G O, Covatta F & Fraschina A A, Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene extends postharvest life of 'Bartlett' pears, ***Postharvest Biology and Technology***, **32** (2004) 193-204.
25. Watkins C B, The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables, ***Biotechnological Advances***, **24** (2006) 389-409.