लीची फल में कटाई के दौरान भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन

बलवीर सिंह[1], शुभम कुमार कुलश्रेष्ठ[2*] , कुमारी सारिका[3] एवं अमित कुमार सिंह[4]

[1,2]रविन्द्रनाथ टैगोर विश्वविद्यालय, रायसेन

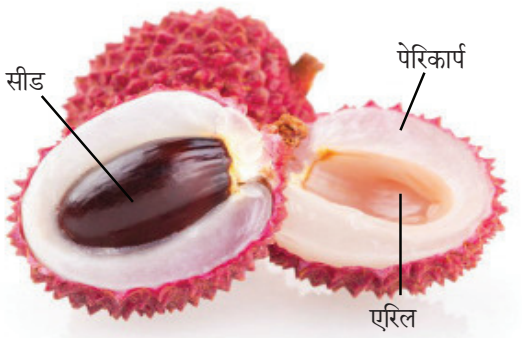
[3]विश्व भारती केन्द्रीय विश्वविद्यालय, वीरभूम

[4]बाँदा कृषि एवं प्रौद्योगिक विश्वविद्यालय, बाँदा

Corresponding Author - shubham.lucky786@gmail.com

परिचय

लीची एक सदाबहार फल वृक्ष है, जो एक विशेष जलवायु (उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्र) में सर्वोत्तम उत्पादन देता है। इस कारणवश इसका फलोत्पादन, विश्व के कुछ विशेष राष्ट्रों में ही सम्भव है। भारत विश्व का द्वितीय प्रमुख लीची उत्पादक देश है, जबकि लीची उत्पादकता की दृष्टि से भारत का विश्व में प्रथम स्थान है। जिसमे बिहार राज्य देश में उत्पादन में प्रथम है,जो कि नेपाल जैसे समीपवर्ती देश को 126.58 मीट्रिक टन लीची फल निर्यात करने में सबसे बड़ा सहयोग देता है। लीची के बागवान किसान अक्सर, फल तुड़ाई बाद हुए भौतिक, रासायनिक परिवर्तन जानकारियों से अछूते रहने के कारण, इसकी फसल तुड़ाई उपरांत प्रबंधन में दिक्कतों का सामना करते हैं और निर्यात में अच्छी गुणवत्ता का उत्पाद आपूर्ति नही कर पाते हैं। अतः सम्बन्धित लेख लीची के इन्ही भौतिक रासायनिक परिवर्तनों की व्याख्या करता है।



फल आकारिकी

फलों के परिपक्व में तीन अलग-अलग परतें होती हैं। बाहरी एपिकार्प में एक निरंतर छल्ली, एक असमान एपिडर्मिस और सबपीडर्मल स्क्लेरेनेमा शामिल होता हैं। मध्य मेसोकार्प पेरेंकाइमेटस है। आंतरिक एंडोकार्प छोटे, पतले-दीवार वाले और असंबद्ध एपिडर्मल कोशिकाओं से बना होता है। परिपक्व लीची पेरिकार्प 1.3 मिमी मोटी होती है और इसमें तीन अलग-अलग परतें होती हैं। सबसे बाहरी एपिकार्प में लगातार छल्ली 1.3 मिमी मोटी, एकल एपिडर्मल परत और उप-एपिडर्मल स्केरेनकाईमा है। मेसोकार्प पैरेन्काइमा से बना होता है तथा इसमें क्लोरोफिल और अधिकांशतः एंथोसायनिन होता हैं। अंतिम भाग एन्डोकार्प झिल्लीदार होता है और इसमें छोटी, पतली-दीवार वाली, असंबद्ध एपिडर्मल कोशिकाएं शामिल होती हैं। लीची फल शंक्वाकार, गोलाकार या दिल के आकार का होता है, जिसमें पतले पेरिकार्प होते हैं। फल के विकास के दौरान पेरिकार्प हरा होता है और परिपक्व होने के बाद, एंथोसायनिन को पेरिकार्प में संश्लेषित किया जाता है। फल परिपक्वता और किस्म के आधार पर पेरिकार्प हरे-लाल से पूरे लाल रंग में परिवर्तित हो जाते हैं। फल का खाने योग्य भाग मांसल, पारभासी-सफेद रंग का होता है।

फलों का रंग

पके लीची फल की कटाई के बाद पेरिकार्प के रंग में तेजी से गिरावट जाती है। लीची फल कटाई के बाद तेजी से अपना लाल रंग खो देती हैं।रंग क्षरण का महत्वपूर्ण कारण ब्लैंचिंग या डिहाइड्रेशन, ब्राउनिंग, सक्रिय पॉलीफेनोल ऑक्सीडेज, पेरोक्सीडेज और पेरिकार्प में मौजूद अन्य एंथोसायनिन संबंधित यौगिकों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। लीची के फल को SO_2 में डुबोने के बाद पतला HCl के साथ धूमिल किया जाता है ताकि SO_2 ब्लीचिंग के बाद लाल रंग ज्यों का त्यों बना रहे। लीची फल पेरिकार्प शुरू में हरे रंग का होता है लेकिन क्लोरोफिल की सांद्रता में कमी होने के कारण और एंथोसायनिन

संश्लेषण बढ़ने के कारण लाल हो जाता है, जो पके फल की लाल त्वचा के लिए जिम्मेदार है। प्रारंभिक ब्राउनिंग खाने की गुणवत्ता को प्रभावित नहीं करता है, लेकिन भूरे रंग के फल लाल रंग की तुलना में कम कीमत के होते हैं। इसलिए तेजी से त्वचा का भूरा रंग होना लीची उद्योग की प्रमुख समस्याओं में से एक है। क्लोरोफिल गिरावट और एंथोसायनिन संश्लेषण ने लाल रंग के विकास को परिपक्वता के लिए प्रेरित किया है। फूल खिलने के 87 दिनों बाद कटे हुए फलों में 16% तक कुल घुलनशील ठोस पदार्थ पाया जाता है, लेकिन फिर भी फलो में पीला-लाल रंग बना रहता है और कमरे के तापमान पर पांच दिनों तक संग्रहीत करने पर कुछ भूरे रंग का विकास हो जाता है।

फलों का वजन

लीची की खेती में अन्य लीची फलों की तुलना में मुजफ्फरपुर और रोज सेंटेड किस्म के फल का औसत वजन 14.15 से 21.00 ग्राम के बीच होता है। लीची के फल का वजन 8.27 से 21.1 ग्राम, परन्तु कुछ फलो का वजन लगभग 22 ग्राम से 30 ग्राम तक हो सकता है, जबकि खाद्य भाग(गूदा) का वजन 37.30 से 73.6%, पील का वजन 11.73 से 28.7% और बीज का वजन 3.2 से 22.9% तक होता है।

शर्करा

लीची में पकने के दौरान कुल घुलनशील ठोस पदार्थ (टी स स) बढ़ जाते हैं, जो कटाई के समय 13-20% तक पहुंच जाता हैं।परिपक्वता के समय शुष्क वजन के आधार पर एरिल टिशू में कुल शर्करा 55.9-61.4% हो सकती है और एरिल में रिड्यु सिंग शक्कर कुल शक्कर के 70% से अधिक होती है। भंडारण के दौरान कुल घुलनशील ठोस पदार्थ बढ़ जाता है क्योकि फलों से पानी का अधिक नुकसान जाता है। लीची फल की कुल शर्करा अलग-अलग प्रकार की किस्मों के बीच भिन्न- भिन्न और आनुवंशिक कारकों पर निर्भर करती है। रोज सेंटेड किस्म जब भंडारण के 6 वें दिन तक संग्रहीत किया जाय तो लीची फल की कुल घुलनशील ठोस पदार्थ शुरू में बढ़ जाती है और फिर भंडारण के अंतिम दिन तक कम हो जाती है। जब लीची परिपक्व हो जाती है, तो गुदा का पी.एच., कुल घुलनशील ठोस पदार्थ और कुल घुलनशील ठोस अम्ल के अनुपात में वृद्धि हो जाती है।

अम्ल

परिपक्वता के समय, मैलिक एसिड में 80% एसिड होता है,जबकि साइट्रिक, सुसिनिक एसिड, लेवुलिनिक एसिड, ग्लूटरिक एसिड, मैलिक और लैक्टिक एसिड अपेक्षाकृत मामूली घटक है। फलों के विकास और पकने के दौरान टाइट्रे टेबल अम्लता और कुल कार्बनिक अम्ल कम हो जाते हैं परन्तु गुदा की अम्लता अलग- अलग स्थान पर बदलती रहती है, पंजाब में 0.26से 0.5%, उत्तर प्रदेश में 0.21 से 1.01%, पश्चिम बंगाल में 0.39से 1.24% और बिहार में 0.60 से 0.6% होती है। भंडारण के समय श्वसन में कार्बनिक अम्ल के उपयोग के कारण अम्लता में कमी हो सकती है। फलों के विकास के दौरान टाइट्रे टेबल एसिडिटी (टी ऐ) कम और पी. एच. बढ़ जातें है। लीची फलों को शीत-संग्रहित (25 डिग्री सेल्सियस) में रखने के बाद अम्लता तीव्रता से 6 घंटे में ही कम हो जाती है।

विटामिन

एस्कॉर्बिक एसिड प्रकाश, ऑक्सीजन और गर्मी के प्रति संवेदनशील होने के कारण, एंजाइम और गैर-एंजाइमी प्रतिक्रियाओं द्वारा ऑक्सीजन की उपस्थिति में आसानी से ऑक्सीकरण हो जाती है। लीची फलो को व्यापक तापमान पर भंडारण करने

के बाद तीन दिनों में एस्कॉर्बिक एसिड में 52% तक हानि हो जाती है। लीची में विटामिन सी 27.8 मिलीग्राम / 100 ग्राम फलो का वजन पर हो सकता हैं। एस्कॉर्बिक एसिड की मात्रा 17.2 से 32.4 मिलीग्राम / 100 ग्राम ताजा गूदे तक होती है।लीची के फलों में विटामिन सी की मात्रा पेड़ के ऊपरी आधे हिस्से में स्थित फलों में अधिक पाई गई। 25 डिग्री सेल्सियस तापमान तथा कम पर भंडारण अवधि के दौरान एस्कॉर्बिक एसिड की मात्रा कम हो जाती है। लीची फल को 30 दिनों के लिए संग्रहीत संग्रहित किया जा सकता है।

विभिन्न एंटीऑक्सिडेंट यौगिकों जैसेकि फेनोलिक एसिड, फ्लेवोनोइड और प्रोएन्थोसाइनिडिन्स को अलग-अलग लीची की किस्मो में पायी जाती है। इसके उच्च आकर्षक रंग, पोषक तत्व, मीठे स्वाद, विटामिन सी और फेनोलिक यौगिकों की प्रचुरता प्रचुर मात्रा की उपस्थिति के कारण, लीची को विभिन विभिन्न देशों में आयत और निर्यात के लिए महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त है।

एंथोसायनिन

एंथोसायनिन पिगमेंट पहली बार पूर्ण रूप से फूल खिलने के 40 दिनों के बाद पाया गया है और फलो की तुड़ाई तक अधिक मात्रा में बढ़ जाता है। क्लोरोफिल के धारण करने से कीनेटिन की उपस्थिति के कारण एंथोसायनिन के स्तर को कमकर देता है परन्तु कुल फेनोलिक्स में वृद्धि हो जाती है। विशेष रूप से पूरी तरह से पके फल के पेरिकार्प का लाल रंग एंथोसायनिन के कारण होता है, लेकिन भंडारण के दौरान एंथोसायनिन और फेनोलिक्स के स्तर में कमी आ जाती है।

एंथोसायनिन ऊपरी मे सोकार्प टिशू के रिक्त स्थानों में और एपिडर्मिस में कुछ हद तक स्थित होते हैं और इसे क्लोरोफिल क्षरण के साथ जोड़ा जाता है। परिपक्व फल में एंथोसायनिन की मात्रा बढ़ती है और पेरिकार्प में क्लोरोफिल की सांद्रता कम हो जाती है। साइनाइडिन 3-रुटीनोसाइड, साइनाइडिन 3-ग्लूकोसाइड, साइनाइडिन 3-गैलेक्टोसाइड, माल्विडिन 3-एसिटाइलग्लुकोसाइड, पेलार्गोनिडिन 3-ग्लाइकोसाइड और पेलार्गोनिडिन 3, 5-डाइक्लोकोसाइड पेरिकार्प से अलग किया गया है। उच्च-प्रदर्शन वाले तरल क्रो मैटोग्राफी (एचपीएलसी) का उपयोग करके महत्वपूर्ण रंगीन एंथोसायनिन की पहचान साइनाइडिन-3-रुटिंसाइड, साइनाइडिन-3-ग्लूकोसाइड, क्वेरसेटिन-3- रुटिनोइड और क्वरसेटिन -3-ग्लूकोसाइड के रूप में की है। इसमें से प्रमुख एंथोसायनिन साइनेइंडिन 3-रूटिनसाइड है। एंथोसायनिन में वृद्धि प्रारंभिक भंडारण के दौरान हो सकती है। भंडारण के दौरान साइनाइडिन-3-ग्लूकोसाइड (प्रमुख एंथोसायनिन, कुल एंथोसायनिन का 91.9%) में गिरावट के दौरान भूरापन में बहुत अधिक मात्रा में गिरावट हो जाती है।

ब्राउनिंग

लीची फल जल्दी ही खराब हो जाता है और व्यापक तापमान पर 1-2 दिनों के भीतर तेजी से अपने चमक ले लाल रंग को खो देता है। पेरिकार्प ब्राउनिंग लीची फल की सबसे महत्वपूर्ण समस्याओं में से एक है। ब्राउनिंग का मुख्य कारण जैसे कि फलों की परिपक्वता से पहले की जलवायु की स्थिति, डेसिकेशन, चिलिंग, बीमारी, गर्मी तनाव और सेनेसेंस ये सभी कारक होते हैं, जिससे क्लोरोप्लास्ट में स्थित पॉलीफेनॉल ऑक्सीडेज (पीपीओ) और अन्य प्लास्टिड, जो कि फेनोल में स्थित फेनोलिक सब्सट्रेट के साथ प्रतिक्रिया करते हैं और भूरे रंग के पॉलिमर बनाते हैं। फलों पर चोट लगने के कारण भी भूरापन आ जाता है। जबकि लाल पिगमेंटस का गायब होना ब्राउनिंग के समान होता है। लीची के पेरिकार्प में कई फिनोल होते हैं, और ये पोलिफेनोल ऑक्सीडेज (पीपीओ) के लिए एंथोसायनिन से बेहतर सब्सट्रेट हैं।हालांकि, जब ऑर्थो-डिपेनोलिक यौगिकों को ऑर्थो-क्विनोन के साथ ऑक्सीकरण किया जाता है, तो ये क्विनोन एंथोसायनिन को गैर-एंजाइमिक प्रतिक्रिया में ऑक्सीकरण करने में सक्षम होते हैं। लीची से निकाला गया पीपीओ पेरिकार्प से एंथोसायनिन के अर्क का ऑक्सीकरण नहीं कर सकता है, जब तक कि कुछ फिनोल मौजूद न हों। इसलिए, ब्राउनिंग को रंगहीन फिनोलिक्स पर पीपीओ के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है, जो लाल एंथोसायनिन के युग्मित ऑक्सीकरण के साथ जुड़ा है। हालांकि, यह माना जाता है कि पॉलीफेनोल ऑक्सीडेज द्वारा लाल रंग का तेजी से क्षरण होता है, जिससे यह भूरे रंग को प्रोत्साहित करता हैं।

पानी की कमी / निर्जलीकरण

लीची पेरिकार्प से पानी का नुकसान 60% और 20 डिग्री सेल्सियस पर 3 दिनों के भंडारण के बाद 50% से अधिक होता है। इसलिए पेरिकार्प के चयनात्मक निर्जलीकरण में पानी और पेरिकार्प के बीच थोड़ा सा प्रतिक्रिया होती है । आखिरकार, अरिल भी पानी खो देता है और फल की ऊपरी परत धुंधली हो जाती है। फल से खोये पानी का अनुपात सापेक्षित आर्द्रता के रूप में 20 डिग्री पर भंडारण में 60% से 95% तक गिर जता

जाता है। लीची फल के वजन में शारीरिक नुकसान में कमी, लीची फल में वाष्पीकरण और वाष्पोत्सर्जन प्रक्रियाओं के कारण हो सकता है।

फलो का फटना

फलों में तुड़ाई के 12 घंटे बाद घनत्व में वृद्धि होने के साथ फल फटना प्रांरभ हो जाता है। ये फलो का फटना संभावित रूप से ऑक्सीकरण प्रक्रियाओं को बढ़ता हैं, जिसके परिणामस्वरूप पेरिकार्प ब्राउनिंग होता है। देर से फलों के विकास के कारण और शुष्क अवधि का उतार-चढ़ाव भी फलों के टूटने को बढ़ा सकता है। फलों के टूटने और अंतर्जात हार्मोन या खनिज पोषण (जैसे- कैल्शियम, मैग्नीशियम और बोरॉन) के बीच संबंध के कारण होता है। फलों के फटने को रोकने लिए प्रारंभिक फलों के विकास के दौरान कैल्शियम की उपलब्धता सबसे महत्वपूर्ण है।

फलो का सड़ना / क्षय

लीची बैक्टीरिया, खमीर और कवक के कारण कटाई के बाद खराब हो जाती है। इसको नियंत्रित करने के लिए कवकनाशी, विकिरण, गर्मी, नियंत्रित वायुमंडल और जैविक एजेंटों का उपयोग करना चाहिए तथा प्रशीतन भण्डारण द्वारा इन्हें (खराब होने की प्रक्रिया) मंद किया जा सकता है।

भंडारण

भंडारण के दौरान तेजी से पेरिकार्प ब्राउनिंग और लीची फलों का खराब होना मुख्य समस्याएं हैं, जिसके फलस्वरूप इसका बाजार मूल्य बहुत ही कम हो होता है। 20 से 30% नुकसान कटे हुए फल से होता है, यहां तक कि खपत से पहले 50% तक, मुख्य रूप से सूक्ष्म जीवों जैसे कि पेरोनोफिथोरालिथी, पेनिसिलियम प्रजाति, कोलेलेट्रिचम प्रजाति के संक्रमण के कारण होने वाले नुकसान से खाद्य पदार्थो के खराब होने की एक प्रमुख समस्या है, जो लीची के फलों के वाणिज्यिक मूल्य को कम करती है। अन्य कवक, जैसे एस्परगिलस, पेनिसिलियम और राइजोपस, लीची के फलों के खराब होने का कारण बन सकती है, जो फलों की त्वचा की चोट के दौरान और बाद में फसल की कटाई के दौरान होती है जबकि कोलेटोट्रिचम, एन्थ्रेक्नोज और बोट्रोडिप्लिपस फंगस या तो फसल में या कटाई के दौरान फलफट (घाव) हो जाता हैं, तो इन फंगस का प्रभाव बहुत तेजी से होता हैं।फलों के विकास के दौरान कभी-कभी फलों के ऊपर सूक्ष्म-दरारें पड जाती है, जो खाद्य संरक्षण रख रखाव के दौरान ख़राब रोगजनकों के लिए प्रवेश का एक द्वार प्रदान कर सकते हैं, जो फलों की सतह को उपनिवेशित करते हैं।

(i) कम तापमान पर भंडारण

लीची की 'बोम्बई' किस्म को 0°C की तुलना में 4°C पर बेहतर रखा जा सकता है। 3-5°C से लेकर 25°C के तापमान में वृद्धि से लाइपेज, फॉस्फोलि पेज़डी (पीएलडी) और लिपोक्सिलेज (एलओएक्स) की बहुत अधिक मात्रा में वृद्धि हो जाती हैं। 1°C भंडारण से फलो को 40 दिनों के लिए अच्छे से रखा जा सकता है। इस उच्च भंडारण तापमान के कारण बेहतर रंग धारण करने की शक्ति बढ़ जाती है, लेकिन रोग का अधिक प्रकोप होता हैं। कम तापमान होने के कारण एन्थोसायनिन में कमी, पॉलीफिनॉल ऑक्सीडेज और झिल्ली रिसाव में वृद्धि, रंग और खाने की गुणवत्ता में परिवर्तन, और फल के आंशिक रूप से खराब होने को रोक देता हैं। प्रशीतित भंडारण के दौरान 15 दिनों के भंडारण के बाद फसल में एंथोसायनिन का स्तर 1.68 मिली ग्रा. से 2.06 मिली ग्रा. बढ़ जाता हैं और फिर धीरे-धीरे घटकर 0.73 मिली ग्रा. हो जाता हैं।

(ii) पैकेजिंग

सही पैकेजिंग सामग्री और पैकिंग विधि का चयन समान रूप से महत्वपूर्ण है। पैकेजिंग ऐसी होनी चाहिए जो फलों को सुरक्षा प्रदान करती हो, संभालना आसान हो, आकर्षक और किफायती हो। लीची जीवन काल को बढ़ाने के लिए फल विभिन्न प्रकार की पैकेजिंग को प्रयोग में लाया गया है। संशोधित वातावरण पैकेजिंग (एमएपी) में वाणिज्यिक स्तर पर कमलागत पर अधिक लाभ प्राप्त किया जा सकता है। यद्यपि MAP को लीची के फल की पोस्ट हार्टक्वालिटी को लम्बा करने के लिए प्रयोग में लाया गया हैं।

संशोधित वातावरण पैकेजिंग तीन फायदे प्रदान करता है:

- यह ब्राउनिंग को कम करने में मदद करता है।
- यह खादय संरक्षण को रोगों से नियंत्रित करता है और सील प्लास्टिक फिल्म के अंदर फल के लिए एक उच्च आर्द्रता वातावरण बनाए रखता है।
- परिवहन और भंडारण के दौरान क्रॉस-संदूषण को रोकता है।

प्लास्टिक की थैलियों और बंद पात्र में संशोधित वायुमंडल भंडारण को लीची में पेरिकार्प ब्राउनिंग को कम करने के लिए

प्रयोग में लाया जाता है, हालाँकि सूक्ष्म-छिद्रित पॉलीथीन बैग में पैक लीची के अलावा गैर-छिद्रित बैग की तुलना में कम नुकसान होता है, लेकिन स्वाद खराब हो जाता हैं।

पॉलीविनाइलक्लोराइडत थापॉलीएथिलीन (पीवीसी / पीई) फिल्म रैपिंग का उपयोग करके संशोधित वातावरण पैकेजिंग वजन कम करने और फलों के लाल रंग को बनाए रखने के साथ अधिक दिनों तक प्रभावी होता है। पैकेजिंग विधि के द्वारा फलों से पानी के नुकसान को काफी हद तक कम करके फल के रंग में 40 दिन तक की वृद्धि बढ़ाई जा सकती हैं। पॉलीफेनोलऑक्सीडेज (पीपीओ) फलों के छिलके में अधिक होती है, जो अच्छे रंग प्रतिधारण के साथ भूरे रंग में बदल जाती हैं।

छिद्रित पॉलीइथाइलीन और कैसिया फिस्टुला पत्तियों के साथ कुशनिंग फाइबर बोर्ड में पैक किए गए फल, जैसेकि कुशिंग सामग्री फल की गुणवत्ता को बनाए रखने में बेहतर है। कारूगेटिड फाइबर बोर्ड (सीएफबी) बॉक्स में पैक किए गए फल,लकड़ी के बॉक्स में पैक किए गए फलों की तुलना में पांच दिन बाद तक संग्रहित किए जा सकते हैं। यह एंथोसायनिन को बढ़ाने, श्वसन दर को कम करने और एथिलीन के विकास में भी सहायक होता है।

निष्कर्ष

लीची फलों को प्रशीतन भंडारण 0^{o} सेल्सियस तापमान पर रखा जाये तो अधिक दिनो तक संग्रहित किया जा सकता है। इसके अलावा अलग अलग तरह की पैकिंग करने से भी फलों को अधिक दिनो तक संग्रहित कर सकते है। इसमें प्लास्टिक की थैलियों (सूक्ष्म-छिद्रित पॉलीथीन बैग या गैर-छिद्रित पॉलीथीन बैग), पॉलीविनाइल क्लोराइड तथा पॉलीएथिलीन और कारुगेटिव फाइवर बोर्ड, संशोधित वायुमंडलीय पैकेजिंग तथा फलों की पत्तियों में रखने से फलो के रंगों के साथ साथ लंबे दिनो तक सुरक्षित रखा जा सकता है। इससे फलो को अधिक नुकसान नहीं होता और शरीर के लिए हानिकारक भी नहीं होता, क्योकि इसमें हम किसी भी रसायनों का प्रयोग नहीं करते है। यदि यह प्रक्रिया सभी किसान लोग अपनाते है तो इससे किसानो को अधिक फायदा होगा यह सामग्री अधिक खर्चीली नहीं होती है तथा आसानी से उपलब्ध करायी जा सकता है।

❖❖