



प्रक्रियेतील नवे तंत्र

भाग ५६



डॉ. विष्णू कड डॉ. गणेश शेळके डॉ. सुदामा काकडे

फळे आणि भाजीपाला वाहतुकीमध्ये इथिलीन व्यवस्थापन हा एक अत्यंत महत्वाचा, पण अनेकदा दुर्लक्षित केलेला, जैविक घटक आहे. इथिलीन वायू हा फळे आणि भाजीपाला लवकर पिकविण्यासाठी आणि खराब करण्यासाठी जबाबदार असतो. त्याचे वाहतुकीमध्ये व्यवस्थापन अत्यंत काळजीपूर्वक करावे लागते.

फळांच्या पक्वतेच्या दरम्यान त्यात होणारे इथिलीन हे एक नैसर्गिक हार्मोन (ripening hormone) आहे. त्यामुळे फळांची पक्वतेची प्रक्रिया होत असते. काही फळे उच्च इथिलीन उत्पादक असतात (उदा. केळी, आंबा, पपई, अंबोकादो इ.) तर काही फळे वा इथिलीनसाठी संवेदनशील असतात. (उदा. पालेभाज्या, काकडी, फुलकोबी) उच्च इथिलीन उत्पादन फळे इथिलीन संवेदनशील भाज्यांसारखे ठेवली गेली तर त्या लवकर खराब होऊन त्यामुळे वाहतुकीत असलेल्या उत्पादने एकत्र ठेवणे जाणवत नाही, याकडे लक्ष दिले पाहिजे. त्याच प्रमाणे इथिलीन शोषक घटकांचा वापर करणे आवश्यक असते. उदा. पॅन्टॅग्रेन परमॅनेंट मॅगनेश वापर. यामुळे अनात्मक विकसने आणि खराब होणे टाळता येते.

इथिलीन वायूची ओळख आणि कार्य

इथिलीन हा एक नैसर्गिक वायू तयार होणारा संश्लेषक वायू आहे.

- **पक्वता प्रक्रिया :** इथिलीन फळे आणि भाजीपाल्यामध्ये नैसर्गिक पक्वता प्रक्रिया सुरू करतो. तो गतिमान करते.
- **डोमिंग होणे :** या वायूमुळे पाने, फुले आणि काही भाज्या लवकर डोमिंग होऊन किंवा डोमिंग होऊन जातात.
- **रंग बदलणे :** यामुळे उत्पादनाचा रंग बदलतो (उदा. शिबो केळी पिवळी होणे).
- **मऊ होणे :** इथिलीनमुळे उत्पादनाचा पोत मऊ होतो.

इथिलीन प्रमाणानुसार उत्पादन प्रकार

- **इथिलीन उत्पादक :** स्वतः मोठ्या प्रमाणात इथिलीन तयार करणारी उत्पादने. (उदा. केळी, आंबा, टोमॅटो, सफरचंद, पपई).
- **इथिलीन संवेदनशील :** कमी प्रमाणात असलेल्या इथिलीनसाठी लवकर प्रतिकार देणारी उत्पादने. (उदा. पालेभाज्या, फुलकोबी, ब्रोकोली, काकडी, गाजर).

वाहतुकीमध्ये इथिलीन व्यवस्थापनाची गरज

उत्पादनातून बाहेर पडणारा इथिलीन वायू हा नाशवंत मानल्या जाणाऱ्या वाहतुकीसाठी एक मोठा धोका आहे. विशेषतः केळी इथिलीन उत्पादक आणि इथिलीन संवेदनशील उत्पादने एकत्र वाहतूक केली जाताना त्या केळी त्याचा अधिक परिणाम होतो.

- **परस्पर परिणाम (क्रॉस-पक्वता) :** वाहतूक कंटेनर

वाहतुकीतील इथिलीन व्यवस्थापन



वाहतुकीमध्ये तापमान आणि आर्द्रतेच्या नियंत्रणासोबतच इथिलीन वायूचे व्यवस्थापन महत्वाचे असते.

किंवा शीतगुहात, इथिलीन उत्पादक फळांनी (उदा. सफरचंद) बाहेर टाकलेला वायू, इथिलीन संवेदनशील भाज्यांना (उदा. काकडी) लवकर पक्व किंवा खराब करू शकतो.

- आयुष्यमान कमी होणे : वाहतुकीदरम्यान इथिलीनचे प्रमाण वाढल्यास, मनुष्य माल्याचे आयुष्यमान (विक्रीसाठी उपलब्ध कालावधी) कमी होतो.
- आर्थिक नुकसान : वेळेपूर्वी पक्व झाल्यामुळे आणि खराब झाल्यामुळे माल्याची गुणवत्ता घसरते. शेतकऱ्यांचे मोठे आर्थिक नुकसान होते.

इथिलीन व्यवस्थापनाचे प्रमुख उपाय

इथिलीन वायूच्या नकारात्मक प्रभावावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी प्रामुख्याने इथिलीन वायू काढून टाकणे किंवा इथिलीनचा परिणाम थांबवणे या दोन प्रमुख पद्धती वापरल्या जातात.

इथिलीन शोषक/काढून टाकणे

- **इथिलीन स्कॅव्हेजर्स**
- **पोर्टिशियम परमॅनेट :** हे सर्वात सामान्यपणे वापरले जाणारे रसायन आहे. हे लहान संश्लेषक किंवा फिल्टरमध्ये वापरले जाते. पोर्टिशियम परमॅनेट हे इथिलीन वायूचे ऑक्सीडेशन करते. त्याचे रूपांतर कार्बन डायऑक्साइड आणि पाणी या मध्ये केले जाते. परिणामी इथिलीन वायू निष्क्रिय होतो.
- **कार्बन फिल्टर :** सक्रिय कार्बन फिल्टरचा वापर करून इथिलीन शोषला जातो.
- **उच्च वायुवीजन :** वाहनातील हवा वारंवार बदलल्याने तयार होणारा इथिलीन वायू कंटेनरमधून बाहेर काढला जातो. अर्थात, यामुळे तापमान नियंत्रित ठेवण्यासाठी ऊर्जेची खर्चात वाढ होऊ शकते.

इथिलीनचा परिणाम थांबवणे

मिथाइलसायक्लोप्रोपेन (1-Methylcyclopropene) 1-MCP हा वायू इथिलीन वायूचा सर्वात प्रभावी अवरोधक आहे. तो फळे आणि भाजीपाल्याच्या पेशीमध्ये असलेल्या इथिलीन रिसेप्टर्सशी बांधला जातो. यामुळे

नैसर्गिक इथिलीन वायू रिसेप्टर्सवर पोहोचू शकत नाही आणि पक्वता प्रक्रिया थांबते. मात्र त्याचा वापर हा प्रामुख्याने पक्वता प्रक्रिया सुरू होण्यापूर्वी (काढणीपूर्वी किंवा काढणीनंतर लगेच) करणे आवश्यक असते. अनेक निर्यात आधारीत उत्पादनांसाठी याचा वापर केला जातो.

फायदे

- इथिलीन संवेदनशील उत्पादने (उदा. पालेभाज्या) पिवळी पडणे किंवा कोमलेपणे थांबते.
- इथिलीन उत्पादक आणि संवेदनशील उत्पादने एकाच वाहतूक कंटेनरमध्ये पाठवणे सुविधा होते.
- बाजारपेठेमध्ये ग्राहकांपर्यंत इच्छित पक्वता अवस्थेत उत्पादने पोहोचवता येतात.

वाहतुकीसाठी पॅकिंगचे तंत्र

वाहतुकीमधील उत्पादनाचे पॅकिंग हा एक महत्वाचा घटक आहे. त्यामुळे उत्पादनाचे भौतिकदृष्ट्या संरक्षण होते. उत्पादनाभोवतीच्या सूक्ष्म वातावरणाचे नियंत्रण करणे शक्य होते. परिणामी वाहतुकीदरम्यान होणारे नुकसान पॅकिंगमुळे कमी होते.

उत्पादनाच्या पॅकिंगदरम्यान प्रामुख्याने पुढील बाबींवर विशेष लक्ष दिले जाते.

- धक्के कमी करणारी रचना
- वायुप्रवाहास योग्य जागा
- भाराचे समान वितरण
- उत्पादनाचे नैसर्गिक संरक्षण राखणे
- बुरशी प्रतिरोधक साहित्याचा वापर

पॅकिंगसाठी कर्टन्स, ज्युट बॅग, क्रेट्स, एचडोपाई बॉक्स, कार्डबोर्ड बॉक्स, फोम लाइनर्स, बुरान मॅटेरिअल्स, विभाजन वाया विचारपूर्वक वापर केला जातो. उत्पादनाचा एकमेकांवर येणारा भार पॅकिंगमुळे टाळला जातो. उत्पादने दाबली जाऊन विरडणे, मऊ पडणे, किंवा रंग बदलणे टाळते.

वैज्ञानिक पॅकिंगची उद्दिष्टे

पारंपरिक पॅकिंग (उदा. पोते, जुन्या लाकडी पेठ्या) केवळ वाहतुकीसाठी वापरले जात असत. मात्र

वाहतुकीसोबतच आधुनिक पॅकिंग आणखीही काही उद्देश होण्यासाठी ठेवले.

- वाहतुकीदरम्यान होणारे धक्के, कापणे आणि दाब यांसारखे घटक संरक्षण करणे.
- पॅकिंगच्या आत तापमान, आर्द्रता आणि वायूचे प्रमाण नियंत्रित ठेवणे.
- मालाला घट, माली आणि मूळमाल्यांसारखे टा ठेवणे.
- पॅकिंगमुळे लोड करणे, उतरवणे आणि शीटगुहात व्यवस्थित रचून ठेवणे सोपे होते.
- उत्पादनाची माहिती (उदा. प्रतारी, ब्रँड, काढणीची तारीख इ.) प्रदर्शित करणे.

पॅकेजिंग सामग्रीची निवड

वैज्ञानिक पॅकिंगमध्ये साहित्याची निवड उत्पादनाचे पॅकिंगचे वैज्ञानिक तंत्र

- **वायू नियंत्रण पॅकिंग :** प्लॅस्टिक फिल्म किंवा पॅकिंग मॅटेरिअलची निवड काताना तो विशिष्ट वायूला (उदा. ऑक्सीजन आणि कार्बन डायऑक्साइड) हटवून आत-बाहेर जाऊ देते. यामुळे पॅकिंगच्या आत ऑक्सीजन कमी होऊन कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण वाढते. यामुळे उत्पादनाचा स्वामोचकता दर कमी होतो. ते अधिक काळ ताजे राहते.
- **हार्डर (शॉक) शोषक सामग्री :** वाहतुकीदरम्यान धक्के आणि कंपनामुळे होणारे नुकसान टाळण्यासाठी क्रेट्समध्ये आत धक्के शोषून घ्यायच्या साहित्याचा (cushioning material) वापर केला जातो. उदा. फोमबे नेट (उदा. सफरचंदसाठी), मोल्ड केलेला कागद किंवा विशिष्ट रबर पॅड.
- **वायुविजन व्यवस्थापन :** पॅकिंगमध्ये वायुवीजनासाठी छिद्रे ठेवलेली असतात.

हवा खेळती ठेवण्याचे उद्देश

- **पूर्वशीतकरण :** पूर्वशीतकरण दरम्यान थंड हवा मालापर्यंत पोहोचविण्यासाठी.
- **गर्म हवा व वायू बाहेर काढणे :** उत्पादनातून बाहेर पडणारी उष्णता, कार्बन डायऑक्साइड बाहेर काढण्यासाठी.
- **स्टॅकिंगची व्यवस्था :** हे वायुविजन छिद्रे एकमेकांवर रचलेल्या क्रेट्समध्ये अडथळा न आणता, हवा खेळती ठेवतील अशा पद्धतीने डिझाइन केलेले असतात.

पॅकेजिंगमधील अन्य नियंत्रण गुणधर्म

- **तापमान :** पॅकिंग बॉक्समधील हवा खेळती राखल्यास तापमान नियंत्रणास मदत होते.
- **इथिलीन व्यवस्थापन :** इथिलीन शोषक संश्लेषक पॅकिंगमध्ये ठेवता येतात.
- **आर्द्रता :** विशिष्ट पॅकिंग लाइनर वापरून पॅकिंगच्या आत आवश्यक तो आर्द्रता पातळी कायम राखता येते. **फायदे**
- उत्पादनाचे उत्कृष्ट संरक्षण
- सूक्ष्म वातावरण नियंत्रण आणि आयुष्यमान वाढवणे
- वैज्ञानिक पॅकिंगमुळे लॉजिस्टिक्स खर्च कमी होतो आणि नफा वाढतो.
- वैज्ञानिक पॅकिंग उत्पादनाची गुणवत्ता आणि ब्रँडिंग सुधारते.
- आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठांमध्ये वाहतुकीसाठी विशिष्ट पॅकिंग मानकांचे पालन करणे आवश्यक असते. आधुनिक पॅकिंगवर QR कोड, बारकोड आणि लेबलांसाठी पुरेशी जागा ठेवलेली असते. त्यामुळे ग्राहकांना त्या उत्पादनाच्या प्रवासाचा आगदी शेत व त्याच्या व्यवस्थापन काळापर्यंत मागोवा घेणे शक्य होते.

- डॉ. विष्णू कड 09460224990

कृषी प्रक्रिया अभियांत्रिकी विभाग, महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी

पॅकिंगचे स्वरूप हे उत्पादन व वाहतुकीचे अंतर यावर अवलंबून असते.		
पॅकिंग साहित्य	वैशिष्ट्ये आणि वापर	फायदा
पुट्याचे बॉक्स	बहुतांश भाज्या आणि मध्यम वजनाची फळे.	हलके, स्वच्छ, स्वस्त, पुनर्वापर करणे सोपे. टिप : ओलावा शोषून घेतल्यास कमकुवत होतात.
पुन्हा वापरता येण्याजोगे प्लॅस्टिक क्रेट्स	टोमॅटो, द्राक्षे, काकडी, नारंगपाती.	मजबूत, टिकाऊ, ओलावा-प्रतिरोधक, अनेक वेळा वापरता येतात.
लाकडी क्रेट्स	सफरचंद, आंबे (विशेषतः निर्यात).	मजबूत, स्टॅकिंगसाठी उत्कृष्ट. टिप: वजनाने जड, किंमत जास्त आणि स्वच्छ ठेवणे कठीण.
प्लॅस्टिक फिल्म/रिप	विशेषतः सुधारित वातावरण पॅकिंगसाठी.	वायू आणि आर्द्रता नियंत्रित ठेवण्यासाठी प्रभावी.



प्रक्रियेतील नवे तंत्र

भाग ५९



डॉ. विक्रम कड डॉ. गणेश शेळके डॉ. सुदामा काकडे

वाहतुकीतील इथिलीन व्यवस्थापन



वाहतुकीमध्ये तापमान आणि आर्द्रतेच्या नियंत्रणासोबतच इथिलीन वायूचे व्यवस्थापन महत्वाचे असते.

फळे आणि भाजीपाला वाहतुकीमध्ये इथिलीन व्यवस्थापन हा एक अत्यंत महत्वाचा, पण अनेकदा दुर्लक्षित केलेला, जैविक घटक आहे. इथिलीन वायू हा फळे आणि भाजीपाला लवकर पिकविण्यासाठी आणि खराब करण्यासाठी जबाबदार असतो. त्याचे वाहतुकीमध्ये व्यवस्थापन अत्यंत काळजीपूर्वक करावे लागते.

फळांच्या पक्वतेच्या दरम्यान तयार होणारे इथिलीन हे एक नैसर्गिक वनस्पती संश्लेषक (ripening hormone) आहे. त्यामुळे फळांची पक्वतेची प्रक्रिया होत असते. काही फळे उच्च इथिलीन उत्पादक असतात. (उदा. केळी, आंबा, पपई, अवोकाडो इ.) तर काही भाज्या या इथिलीनसाठी संवेदनशील असतात. (उदा. पालेभाज्या, काकडी, फुलकोबी) उच्च इथिलीन उत्पादन फळे इथिलीन-संवेदनशील भाज्यांसोबत ठेवली गेली तर त्या लवकर खराब होतात. त्यामुळे वाहतुकीत अशी उत्पादने एकत्र ठेवली जाणार नाहीत, याकडे लक्ष दिले पाहिजे. त्याच प्रमाणे इथिलीन शोषक घटकांचा वापर करणे आवश्यक असते. उदा. पोटॅशियम परमॅंगेट सॅरेचा वापर. यामुळे अनावश्यक पिकणे आणि खराब होणे टाळता येते.

इथिलीन वायूची ओळख आणि कार्य

इथिलीन हा एक नैसर्गिकरीत्या तयार होणारा संश्लेषक वायू आहे.

- **पक्वता प्रक्रिया :** इथिलीन फळे आणि भाजीपाल्यामध्ये नैसर्गिक पक्वता प्रक्रिया सुरू करतो. ती गतिमान करतो.
- **जीर्ण होणे :** या वायूमुळे पाने, फुले आणि काही भाज्या लवकर कोमजतात किंवा जीर्ण होतात.
- **रंग बदलणे :** यामुळे उत्पादनाचा रंग बदलतो (उदा. हिरवी केळी पिवळी होणे).
- **मऊ होणे :** इथिलीनमुळे उत्पादनाचा पोत मऊ होतो.

इथिलीन प्रमाणानुसार उत्पादन प्रकार

- **इथिलीन उत्पादक :** स्वतः मोठ्या प्रमाणात इथिलीन तयार करणारी उत्पादने. (उदा. केळी, आंबा, टोमॅटो, सफरचंद, पपई).
- **इथिलीन संवेदनशील :** कमी प्रमाणात असलेल्या इथिलीनलाही त्वरित प्रतिसाद देणारी उत्पादने. (उदा. पालेभाज्या, फुलकोबी, ब्रोकोली, काकडी, गाजर).

वाहतुकीमध्ये इथिलीन व्यवस्थापनाची गरज

उत्पादनातून बाहेर पडणारा इथिलीन वायू हा नाशवंत मालाच्या वाहतुकीसाठी एक मोठा धोका आहे. विशेषतः जेव्हा इथिलीन उत्पादक आणि इथिलीन संवेदनशील उत्पादने एकत्र वाहतूक केली जातात. त्या वेळी त्याचा अधिक परिणाम होतो.

- परस्पर परिपक्वता (क्रॉस-पक्वता) : वाहतूक केंटर

किंवा शीतगृहात, इथिलीन उत्पादक फळांनी (उदा. सफरचंद) बाहेर टाकलेला वायू, इथिलीन संवेदनशील भाज्यांना (उदा. काकडी) लवकर पक्व किंवा खराब करू शकतो.

- आयुष्यमान कमी होणे : वाहतुकीदरम्यान इथिलीनचे प्रमाण वाढल्यास, संपूर्ण मालाचे आयुष्यमान (विक्रीसाठी उपलब्ध कालावधी) कमी होते.
- आर्थिक नुकसान : वेळेपूर्वी पक्व झाल्यामुळे आणि खराब झाल्यामुळे मालाची गुणवत्ता घसरते. शेतकऱ्यांचे मोठे आर्थिक नुकसान होते.

इथिलीन व्यवस्थापनाचे प्रमुख उपाय

इथिलीन वायूच्या नकारात्मक प्रभावावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी प्रामुख्याने इथिलीन वायू काढून टाकणे किंवा इथिलीनचा परिणाम थांबवणे या दोन प्रमुख पद्धती वापरल्या जातात.

- **इथिलीन शोषक/काढून टाकणे**
- **इथिलीन स्कॅव्हेंजर्स**
- **पोटॅशियम परमॅंगेट :** हे सर्वात सामान्यपणे वापरले जाणारे रसायन आहे. हे लहान सॅरेमध्ये किंवा फिल्टरमध्ये वापरले जाते. पोटॅशियम परमॅंगेट हे इथिलीन वायूचे ऑक्सिडेशन करते. त्याचे रूपांतर कार्बन डायऑक्साइड आणि पाणी या मध्ये केले जाते. परिणामी इथिलीन वायू निष्क्रिय होतो.
- **कार्बन फिल्टर :** सक्रिय कार्बन फिल्टरचा वापर करून इथिलीन शोषला जातो.
- **उच्च वायुवीजन :** वाहनातील हवा वारंवार बदलल्याने तयार होणारा इथिलीन वायू कंटेनरमधून बाहेर काढला जातो. अर्थात, यामुळे तापमान नियंत्रित ठेवण्यासाठी ऊर्जेवरील खर्चात वाढ होऊ शकते.

इथिलीनचा परिणाम थांबवणे

मिथाइलसायक्लोप्रोपेन (1-Methylcyclopropene) 1-MCP हा वायू इथिलीन वायूचा सर्वात प्रभावी अवरोधक आहे. तो फळे आणि भाजीपाल्याच्या पेशीमध्ये असलेल्या इथिलीन रिसेप्टर्सशी बांधला जातो. यामुळे

नैसर्गिक इथिलीन वायू रिसेप्टर्सपर्यंत पोहोचू शकत नाही आणि पक्वता प्रक्रिया थांबते. मात्र त्याचा वापर हा प्रामुख्याने पक्वता प्रक्रिया सुरू होण्यापूर्वी (काढणीपूर्वी किंवा काढणीनंतर लगेच) करणे आवश्यक असते. अनेक निर्यातआधारित उत्पादनांसाठी याचा वापर केला जातो.

- **फायदे**
- इथिलीन संवेदनशील उत्पादने (उदा. पालेभाज्या) पिवळी पडणे किंवा कोमजणे थांबते.
- इथिलीन उत्पादक आणि संवेदनशील उत्पादने एकाच वाहतूक कंटेनरमध्ये पाठवणे सुविधा होते.
- बाजारपेठेमध्ये प्राहकांपर्यंत इच्छित पक्वता अवस्थेत उत्पादने पोहोचवता येतात.

वाहतुकीसाठी पॅकिंगचे तंत्र

वाहतुकीमधील उत्पादनाचे पॅकिंग हा एक महत्वाचा घटक आहे. त्यामुळे उत्पादनाचे भौतिकदृष्ट्या संरक्षण होते. उत्पादनाभोवतीच्या सूक्ष्म वातावरणाचे नियंत्रण करणे शक्य होते. परिणामी वाहतुकीदरम्यान होणारे नुकसान पॅकिंगमुळे कमी होते.

उत्पादनाच्या पॅकिंगदरम्यान प्रामुख्याने पुढील बाबींवर विशेष लक्ष दिले जाते.

- धक्के कमी करणारी रचना
 - वायुप्रवाहास योग्य जागा
 - भाराचे समान वितरण
 - उत्पादनाचे नैसर्गिक संरक्षण राखणे
 - बुरशी प्रतिरोधक साहित्याचा वापर
- पॅकिंगसाठी कर्टन्स, ज्युट बॅग, क्रेट्स, एचडीपीडी बॉक्स, कार्डबोर्ड बॉक्स, फोम लाइनर्स, कुशन मॅटेरिअल्स, विभाजन पटल यांचा विचारपूर्वक वापर केला जातो. उत्पादनाचा एकमेकांवर येणारा भार पॅकिंगमुळे टाळला जातो. उत्पादने दाबली जाऊन चिरडणे, मऊ पडणे, किंवा रंग बदलणे टाळते.

वैज्ञानिक पॅकिंगची उद्दिष्टे

पारंपरिक पॅकिंग (उदा. पोते, जुन्या लाकडी पेठ्या) केवळ वाहतुकीसाठी वापरले जात असत. मात्र

वाहतुकीसोबतच आधुनिक पॅकिंग आणखीही काही उद्देश होण्यामागीर ठेवते.

- वाहतुकीदरम्यान होणारे धक्के, कंपने आणि दाब योग्यातून मालाचे संरक्षण करणे.
- पॅकिंगच्या आत तापमान, आर्द्रता आणि वायूचे प्रमाण नियंत्रित ठेवणे.
- मालाच्या गूट, माती आणि सूक्ष्मजीवांपासून दूर ठेवणे.
- पॅकिंगमुळे लोड करणे, उतरवणे आणि शीतगृहात व्यवस्थित रचून ठेवणे सोपे होते.
- उत्पादनाची माहिती (उदा. प्रत्यूारी, वजन, काढणीची तारीख इ.) प्रदर्शित करणे.

पॅकेजिंग सामग्रीची निवड

वैज्ञानिक पॅकिंगमध्ये माहितीच्या निवड उत्पादनाचे पॅकिंगचे वैज्ञानिक तंत्र

- **वायू नियंत्रण पॅकेजिंग :** जॅमिस्टिक फ्लिम किंवा पॅकिंग मॅटेरिअलची निवड करताना ती विशिष्ट वायूच्या (उदा. ऑक्सिजन आणि कार्बन डायऑक्साइड) हळूहळू आत-बाहेर जाऊ देते. यामुळे पॅकेजच्या आत ऑक्सिजन कमी होऊन कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण वाढते. यामुळे उत्पादनाचा श्वासोच्छ्वास दर कमी होतो. ते अधिक काळ ताजे राहते.
- **हादरे (शॉक) शोषक सामग्री :** वाहतुकीदरम्यान धक्के आणि कंपनामुळे होणारे नुकसान टाळण्यासाठी क्रेट्समध्ये आत धक्के शोषून घेणाऱ्या माहितीच्या (cushioning material) वापर केला जातो. उदा. फोमबे नेट (उदा. सफरचंदासाठी), मोल्ड केलेला कागद किंवा विशिष्ट रबर पॅड.
- **वायुविजन व्यवस्थापन :** पॅकिंगमध्ये वायुविजनासाठी छिद्रे ठेवलेली असतात.

हवा खेळती ठेवण्याचे उद्देश

- **पूर्वशीतकरण :** पूर्वशीतकरण दरम्यान थंड हवा मालापर्यंत पोहोचविण्यासाठी.
- **गरम हवा व वायू बाहेर काढणे :** उत्पादनातून बाहेर पडणारी उष्णता, कार्बन डायऑक्साइड बाहेर काढण्यासाठी.
- **स्टॅकिंगची व्यवस्था :** हे वायुविजन छिद्रे एकमेकांवर रचलेल्या क्रेट्समध्ये अडथळा न आणता, हवा खेळती ठेवतील अशा पद्धतीने डिझाइन केलेले असतात.

पॅकेजिंगमधील अन्य नियंत्रण गुणधर्म

- **तापमान :** पॅकिंग बॉक्समधील हवा खेळती राखल्यास तापमान नियंत्रण सधन होते.
- **इथिलीन व्यवस्थापन :** इथिलीन शोषक सॅरे पॅकेजिंगमध्ये ठेवता येतात.
- **आर्द्रता :** विशिष्ट पॅकेजिंग लाइनर वापरून पॅकेजच्या आत आवश्यक ती आर्द्रता पातळी कायम राखता येते. **फायदे**
- उत्पादनाचे उत्कृष्ट संरक्षण
- सूक्ष्म-वातावरण नियंत्रण आणि आयुष्यमान वाढवणे
- वैज्ञानिक पॅकिंगमुळे लॉजिस्टिक्स खर्च कमी होतो आणि नफा वाढतो.
- वैज्ञानिक पॅकिंग उत्पादनाची गुणवत्ता आणि ब्रँडिंग सुधारते.
- आंतरराष्ट्रीय बाजारपेठांमध्ये वाहतुकीसाठी विशिष्ट पॅकेजिंग मानकांचे पालन करणे आवश्यक असते. आधुनिक पॅकिंगवर QR कोड, बारकोड आणि लेबलिंगसाठी पुरेशी जागा ठेवलेली असते. त्यामुळे प्राहकांना त्या उत्पादनाच्या प्रवासाचा अगदी शेत व त्याच्या व्यवस्थापन काळापर्यंत मागोवा घेणे शक्य होते.

- डॉ. विक्रम कड ०७५८८०२४६९७

कृषी प्रक्रिया अभियांत्रिकी विभाग, महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी

पॅकिंगचे स्वरूप हे उत्पादन व वाहतुकीचे अंतर यावर अवलंबून असते.		
पॅकिंग साहित्य	वैशिष्ट्ये आणि वापर	फायदा
पुट्ट्याचे बॉक्स	बहुतांश भाज्या आणि मध्यम वजनाची फळे.	हलके, स्वच्छ, स्वस्त, पुनर्वापर करणे सोपे. टिप : ओलावा शोषून घेतल्यास कमकुवत होतात.
पुन्हा वापरता येण्याजोगे प्लॅस्टिक क्रेट्स	टोमॅटो, द्राक्षे, काकडी, नाशपाती.	मजबूत, टिकाऊ, ओलावा-प्रतिरोधक, अनेक वेळा वापरता येतात.
लाकडी क्रेट्स	सफरचंद, आंबे (विशेषतः निर्यात).	मजबूत, स्टॅकिंगसाठी उत्कृष्ट. टिप: वजनाचे जड, किंमत जास्त आणि स्वच्छ ठेवणे कठीण.
प्लॅस्टिक फ्लिम/रॅप	विशेषतः सुधारित वातावरण पॅकिंगसाठी.	वायू आणि आर्द्रता नियंत्रित ठेवण्यासाठी प्रभावी.