



बॉक्स किंवा क्रेटमधील उत्पादनाच्या पूर्वशीतकरणासाठी यंत्रणा. या समोर बॉक्स एकावर एक ठेवून आतमधील पंखे चालू केले जातात. ते बॉक्समधील उष्ण हवा खेचून घेतात. तिथे शीतकझातील थंड हवा भरली जाते.



पाण्याच्या साह्याने उत्पादनातील उष्णता काढून घेतली जाते.

काढणीपश्चात पूर्वशीतकरण प्रक्रियेतील तंत्रज्ञान

यंत्र-तंत्राचा प्रवास लेख १११
डॉ. सचिन नलावडे

भाजीपाला पिकांची काढणी पाहिल्यानंतर आता या काढणीपश्चात पूर्वशीतकरण प्रक्रियेची माहिती घेऊ. या प्रक्रियेमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या यंत्र व तंत्रज्ञानाची माहिती घेणार आहोत.

भाजीपाला पिके ही उष्णतेसाठी अधिक संवेदनशील मानली जातात. त्यामुळे त्यांची काढणी शक्यतो उन्हाच्या पूर्वी सकाळी लवकर किंवा नंतर संध्याकाळी ४ वाजल्यानंतर करावी. काढणी केलेले उत्पादन शक्य तितक्या लवकर सावलीत न्यावे. एकदम शीतगुहातील थंड वातावरणात ठेवण्यापूर्वी उत्पादनातील उष्णता काढून घेणे गरजेचे असते. त्यासाठी पूर्वशीतकरण (प्री-कूलिंग) प्रक्रिया महत्त्वाची असते. शेतातून काढलेले टोमॅटो थेट उन्हात न ठेवता झाडाच्या किंवा शेडच्या सावलीत ठेवावेत. यामुळे शेतातील/अंतर्गत उष्णता (फिल्ड हीट) कमी होते. शेतातून काढणी केल्यानंतर भाज्यामध्ये नैसर्गिक उष्णता असते. ही उष्णता कमी न केल्यास श्वसन प्रक्रिया वेगाने सुरू राहते आणि भाजी लवकर खराब होते.

- गरज**
- भाज्यांचा ताजेपणा आणि घट्टपणा टिकविण्यासाठी.
 - पाण्याचे बाष्पीभवन कमी करून वजन घट्टपणासून रोखण्यासाठी.
 - जिवाणू आणि बुरशीची वाढ रोखण्यासाठी.

पद्धती आणि उपकरणे

- **हवेचा झोत सोडणे** : मोठ्या पंध्यांच्या साह्याने थंड हवा क्रेट्समधून फिरविली जाते. हे तंत्र मोठ्या पॅक हाउसमध्ये वापरले जाते.
- **पाण्याने थंडावा निर्माण करणे** : थंड पाण्याचा फवारा मारून किंवा थंड पाण्यात भाज्या बुडवून तापमान कमी

- करणे.
- **संपूर्ण खोली थंड करणे** : भाजीपाला उष्णतारोधक (इन्सुलेटेड) खोलीत किंवा वातानुकूलित खोलीत (एसी रूममध्ये) काही तास ठेवला जातो.

प्री-कूलिंगसाठी लागणारी उपकरणे

- **पंखे (एअर कूलिंग फॅन्स)** : थंड हवेचा प्रवाह वेगाने फिरविण्यासाठी.
- **प्री-कूलिंगसाठी पंध्यांची निवड कशी करावी ?**
- **इथे क्रेटमधून केवळ हवा फिरवणे हा उद्देश नसतो**, तर ही हवा दाबाने पॅकिंग बॉक्समधील अडथळ्यांमधून व आतील भाजीपाल्यामधून आरपार जाणे महत्त्वाचे असते. तो स्टॅटिक प्रेशर मिळविण्यासाठी साध्या पंध्यापेक्षा कॅन्ट्रोलर (सेंट्रिफ्यूगल) किंवा उच्च दाबाचे अक्षीय (एक्सिअल) पंखे निवडावेत. साधारणपणे १ टन भाजीपाल्यासाठी १ ते २ हजार घनफूट प्रति मिनिट (CFM) हवेच्या प्रवाहाची गरज असते. हे पंखे सतत चालणार असल्यामुळे कमी वीज वापरणारे आणि बदलत्या वेगावर चालणारे (व्हेरिएबल स्पीड ड्राइव्ह -VFD) असलेले असावेत.
- **सर्वोत्तम प्री-कूलिंगसाठी पंध्यांचा वापर कसा करावा ?**
 - सर्वात प्रभावी पद्धत म्हणजे 'फोर्सड एअर कूलिंग'.
 - **हवेची दिशा** : थंड हवा भाजीपाल्याच्या क्रेट्समधून खेचून घेणाऱ्या दिशेने पंखे लावावेत. यामुळे प्रत्येक भाजीपर्यंत थंड हवा पोहोचते.
 - **पॅलेट मांडणी** : भाजीपाल्याचे बॉक्स दोन रांगेत मांडून मधल्या जागेवर ताडपत्री टाकावी. पंध्यांसारखे या मधल्या पोकळीतील हवा बाहेर खेचली, की बाजूच्या बॉक्समधून थंड हवा आत ओढली जाते.
 - **बॉक्सचे डिझाइन** : हवा सहज आरपार जाण्यासाठी बॉक्सला किमान ५ टक्के ते ८ टक्के छिद्रे असावीत.

प्री-कूलिंगसाठी महत्त्वाचे निकष

- **वेळ** : भाजीपाला काढणीनंतर जितक्या लवकर प्री-कूलिंग होईल, तितका त्याचा ताजेपणा टिकतो.
- **तापमान फरक** : बाहेरचे तापमान आणि प्री-कूलिंग चेंबरमधील तापमान यातील फरक योग्य असावा.
- **हवेचा वेग** : हवेचा वेग खूप कमी असल्यास थंड होण्यास वेळ लागेल आणि खूप जास्त असल्यास भाज्या सुकून जातात.

पालेभाजी व फळभाजीच्या प्री-कूलिंगच्या पद्धती

टोमॅटो आणि पालेभाज्यांची शरीरक्रिया पूर्णपणे भिन्न असते. त्यामुळे त्यांच्या प्री-कूलिंगच्या पद्धती आणि निकष वेगवेगळे असतात. त्यातील तांत्रिक फरक समजून घेऊ.

टोमॅटोसाठी प्री-कूलिंग

टोमॅटो हे कमी तापमानाला संवेदनशील असतात. जर ते खूप जास्त थंड केले, तर त्यांना शीत झपा ('चिलिंग इंज्युरी') होऊ शकते.

- **योग्य पद्धत** : टोमॅटोसाठी उच्च दाबाच्या हवेच्या साह्याने थंडावा निर्माण करणे ('फोर्सड एअर कूलिंग') ही सर्वोत्तम पद्धत आहे.
- **तापमान नियंत्रण** : पक्व टोमॅटो (लाल/पिकलेले) ७°C ते १०°C पर्यंत थंड करावे. हिरवे/कच्चे टोमॅटो १२°C ते १५°C च्या खाली थंड करू नयेत, अन्यथा ते नीट पिकत नाहीत.
- **सापेक्ष आर्द्रता** : टोमॅटोची त्वचा ताणलेली आणि टवटवीत राहण्यासाठी सापेक्ष आर्द्रता ९० टक्के ते ९५ टक्के आर्द्रता राखणे आवश्यक असते.
- **पंध्यांचा वापर** : टोमॅटोच्या क्रेट्समधून हवा संघपणे पण सतत वाहती राहिल, इतपत पंध्यांचा वेग नियंत्रित असावा.

पालेभाज्यांसाठी प्री-कूलिंग

पालेभाज्यांमध्ये (उदा. मेथी, पालक, कोथिंबीर) पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ जास्त असल्याने, त्यातून पाणी लवकर बाष्पीभवन होते. त्यामुळे त्या लवकर सुकतात.

- **योग्य पद्धत** : पालेभाज्यांसाठी निवर्त शीतकरण

- **आपण कोणते निकष नियंत्रित करू शकतो ?**
- **हवेचे तापमान** : चेंबरमधील हवा किती थंड असावी, हे आपण ठरवू शकतो. (उदा. पालेभाज्यांसाठी ०°C ते २°C).
- **हवेचा वेग** : पंध्यांचा वेग बदलून आपण हवा भाजीपाल्यातून किती वेगाने जाईल, हे नियंत्रित करू शकतो.
- **सापेक्ष आर्द्रता** : हवेतील ओलावा ८५ टक्के ते ९५ टक्के राखल्यास भाज्या कोमेजत नाहीत.
- **प्रक्रियेचा कालावधी** : भाजीपाला किती वेळ थंड

तुलनात्मक तक्ता		
निकष	टोमॅटो	पालेभाज्या
इच्छित तापमान	१०°C - १२°C	०°C - २°C
कूलिंग पद्धत	फोर्सड एअर कूलिंग	व्हॅक्यूम / हायड्रो / फोर्सड एअर
हवेचा वेग	मध्यम	कमी ते मध्यम
सापेक्ष आर्द्रता	९०% - ९५%	९५% - १००%
घोका	चिलिंग इंज्युरी (खूप थंड झाल्यास)	डोहायड्रेशन (पाने सुकणे)

(व्हॅक्यूम कूलिंग) किंवा पाण्याच्या साह्याने शीतकरण (हायड्रो-कूलिंग) सर्वात प्रभावी उरते. जर तुम्ही पंखे वापरणार असाल, तर 'रूम कूलिंग' किंवा 'फोर्सड एअर कूलिंग' वापरता येईल.

- **तापमान नियंत्रण** : पालेभाज्या शक्य तितक्या लवकर ०°C ते २°C पर्यंत थंड करणे आवश्यक आहे.
- **सापेक्ष आर्द्रता** : ९५ टक्क्यापेक्षा जास्त आर्द्रता असणे अत्यंत गरजेचे आहे.
- **पंध्यांचा वापर** : पालेभाज्यांसाठी पंखे वापरताना हवेचा वेग खूप जास्त नसावा. अतिवेगामुळे पानांमधील ओलावा लवकर उडून जातो.

करायचा. हे त्याच्या प्रकारावर अवलंबून असते.

टीप : एकदा प्री-कूलिंग झाल्यावर भाजीपाला पुन्हा गरम वातावरणात ठेवू नका. शीतसाखळी खंडित होऊ देऊ नये. पंखे आणि चेंबर नियमितपणे निर्जंतुक करावेत. त्यामुळे बुरशीचा प्रादुर्भाव होणार नाही.

- डॉ. सचिन नलावडे ☎ ९४२२३८२०४९, सहयोगी अधिष्ठाता, डॉ. अण्णासाहेब शिंदे कृषी अधिष्ठात्रिकी आणि तंत्रज्ञान महाविद्यालय, महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी