प्रक्रियेतील नवे तंत्र | भाग ११

उत्पादनाचा पृष्ठभाग कोरडा राखण्याचे महत्त्व आणि तंत्र



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

उत्पादनाचा पृष्ठभाग कोरडा राखणे (ड्री-वॉटरिंग) हा ओल्या प्रक्रियेला आणि कोरड्या पॅकेजिंगला जोडणारा अत्यंत महत्त्वाचा शास्त्रीय पूल आहे. फळांच्या पेशींमधील अंतर्गत रस सुरक्षित ठेवून केवळ बाहेरील अतिरिक्त पाणी अचूकपणे काढून टाकण्याचे कौशल्य साधावे लागते. त्याचे महत्त्व आणि तंत्रज्ञान जाणून घेऊ.

फळे व भाजीपाला उत्पादनाचा पृष्ठभाग कोरडा राखण्याची तीन तंत्रे



सेंट्रीफ्यूगल पद्धतीने सुकवणे एअर नाईफ तंत्रज्ञान व्हायब्रेटरी शेकर

कापलेली ताजी फळे आणि भाज्या अधिक काळ टिकविण्यासाठी केवळ रासायनिक द्रावणांचा वापर करून चालत नाही. दर्जेदार उत्पादनासाठी संपूर्ण प्रक्रियेदरम्यान खालील चार गोष्टी काटेकोरपणे पाळणे सक्तीचे आहे.

पाण्याची निर्जंतुकीकरण पातळी

पाण्याचा वापर वारंवार केला असता त्यात जंतू वाढण्याची शक्यता असते, त्यामुळे पाण्याची शुद्धता राखणे हा पहिला महत्त्वाचा टप्पा आहे. त्याच्या निर्जंतुकीकरणासाठी पाण्यात १००-१५० पीपीएम 'क्लोरीन' किंवा त्याहून प्रगत असे 'पेरासिटिक ॲसिड' (PAA - ८० पीपीएम) वापरणे बंधनकारक आहे. पेरासिटिक ॲसिड (PAA) हे क्लोरीनपेक्षा अधिक उत्तम मानले जाते. कारण ते फळांवर कोणताही रासायनिक वास किंवा आरोग्याला घातक ठरणारे घटक सोडत नाही. ते पर्यावरणपूरक असून फळांचा नैसर्गिक ताजेपणा टिकवून ठेवते. ही रसायने प्रभावीपणे काम करण्यासाठी पाण्याचा सामू (pH पातळी) योग्य राखणे गरजेचे असते.

ब्लेडची अति-तीक्ष्ण धार गरजेची

फळे कापण्याची पद्धत त्यांच्या टिकण्याच्या कालावधीवर थेट परिणाम करते. बोथट चाकू फळ कापत नाही, तर ते 'ठेचतो'. ठेचल्यामुळे फळांच्या ३ पट जास्त पेशी फाटतात आणि ३ पट जास्त विकरे बाहेर आल्यामुळे फळ लवकर खराब होते. त्यामुळे शस्त्रक्रियेच्या ब्लेडसारखे अत्यंत सूक्ष्म आणि अचूक काप देणारी यंत्रे वापरली पाहिजेत. अचूक कापामुळे पेशींना कमीत कमी इजा होते आणि फळे काळी पडण्याची प्रक्रिया मंदावते. ब्लेड्सची नियमित स्वच्छता आणि ती सतत धारदार राहतील, याची खात्री सातत्याने केली पाहिजे.

शीत-साखळीचे 'क्यू-१०' नियम

तापमान नियंत्रण हा या संपूर्ण प्रक्रियेतील सर्वात कळीचा मुद्दा आहे. तापमानातील प्रत्येक १० अंश सेल्सिअस वाढीसोबत माल खराब होण्याचा वेग दुप्पट होतो. फळ कापताना खोलीचे तापमान १० ते १२ अंश सेल्सिअस आणि पाण्याचे/शीतगृहाचे तापमान १ ते ४ अंश सेल्सिअस असणे अनिवार्य आहे. या तापमानामुळे फळांचा श्वासोच्छ्वास ९० टक्क्यांनी मंदावतो. फळे खराब होण्याची प्रक्रिया मंदावते. फळे शेतातून तोडून कारखान्यात आणल्यापासून ते कापून थेट ग्राहकांपर्यंत पोहोचेपर्यंत ही शीत-साखळी कुठेही तुटता कामा नये. साखळी तुटल्यास जिवाणूंची वाढ वेगाने होते.

पृष्ठभागावरील पाणी काढून टाकण्याचे महत्त्व

कापलेली ताजी फळे आणि भाज्यांचा टिकण्याचा कालावधी (शेल्फ-लाइफ) वाढविणे हा कोणताही चमत्कार नसून, ते रसायनशास्त्र आणि काटेकोर नियंत्रणाचे विज्ञान आहे. अत्यंत धारदार ब्लेड, अचूक पेरासिटिक ॲसिड वॉश, ४ अंश सेल्सिअसची अखंड शीत-साखळी, योग्य 'ॲसिड+कॅल्शिअम लॅक्टेट' प्रक्रिया आणि १०० टक्के पृष्ठभाग सुकवणे या सूत्रांचा अवलंब केल्यास, कोणत्याही फळाची टिकवणक्षमता खात्रीशीरपणे ५ ते १० दिवसांपर्यंत वाढवणे शक्य होते.

फ्रेश-कट (कापलेली ताजी) फळे आणि भाज्यांच्या प्रक्रियेमध्ये कच्चा माल धुणे, निर्जंतुक करणे आणि रासायनिक प्रक्रिया करणे हे सर्व टप्पे पाण्यात पूर्ण होतात. परंतु या ओल्या प्रक्रियेनंतर उत्पादनावरील अतिरिक्त पाणी पूर्णपणे काढून टाकणे हा सर्वांत कळीचा टप्पा आहे. जर हा ओलावा तसाच राहिला, तर पॅकिंगच्या आत पाण्याचे थेंब साचून अवघ्या काही तासांत माल सडू लागतो. अनेक नव-उद्योजक केवळ धुण्याच्या आणि रसायनांच्या प्रक्रियेवर लक्ष केंद्रित करतात आणि शेवटच्या, परंतु सर्वात महत्त्वाच्या टप्प्याकडे म्हणजेच सुकवण्याकडे दुर्लक्ष करतात.

'पाणी हे जिवाणूंचे जीवन आहे' हे वाक्य प्रत्येक अन्न प्रक्रिया उद्योजकाने कायमस्वरूपी लक्षात ठेवले पाहिजे. उत्पादनाच्या पृष्ठभागावरील मुक्त पाणी १०० टक्के सुकवले जात नाही, तोपर्यंत कोणतीही महागडी रासायनिक प्रक्रिया किंवा पॅकिंग यशस्वी होऊ शकत नाही. या प्रक्रियेला 'ड्री-वॉटरिंग' म्हणतात. फळे आणि भाज्यांचे 'शेल्फ-लाइफ' वाढविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या 'ड्री-वॉटरिंग' आणि 'सेंट्रीफ्यूज' तंत्रज्ञानाचे सखोल विज्ञान आणि प्रक्रियेचे टप्पे खालीलप्रमाणे.

अन्न विज्ञानामध्ये पाण्याचे प्रामुख्याने दोन प्रकार मानले जातात.

- **बद्ध पाणी (Bound Water) :** हे पाणी फळांच्या व भाज्यांच्या पेशींच्या 'आत' नैसर्गिकरीत्या साठलेले असते. फळांचा कुरकुरीतपणा, ताजेपणा आणि रसदारपणा टिकवून ठेवण्यासाठी हे पाणी अत्यंत आवश्यक असते.
- **मुक्त पाणी (Free Surface Water) :** फळे धुतल्यानंतर किंवा कापल्यानंतर त्यांच्या बाह्य पृष्ठभागावर जे पाणी चिकटून राहते, त्याला मुक्त पाणी म्हणतात. हेच पाणी उत्पादनाच्या नासाडीसाठी कारणीभूत ठरते.

जल क्रियाशीलतेचे विज्ञान

जेव्हा पृष्ठभागावर मुक्त पाणी असलेला माल 'मॉडिफाइड ॲटमॉस्फिअर पॅकिंग' किंवा सीलबंद पिशवीत पॅक केला जातो, तेव्हा पाकिटाच्या आतील पाण्याची क्रियाशीलता कमालीची वाढते. यामुळे पाकिटातील हवेत १०० टक्के आर्द्रता निर्माण होते. असे दमट वातावरण 'बुरशी' आणि 'सुडोमोनास'सारख्या कुजवणाऱ्या जिवाणूंच्या वाढीसाठी अत्यंत अनुकूल असते.

परिणाम

- वाढलेल्या आर्द्रतेमुळे फळांचे तुकडे मऊ पडतात.
- पेशींची रचना कोसळते.
- पाकिटातून आंबूस-टवटवीत वास येतो.
- उत्पादन ग्राहकांपर्यंत पोहोचण्यापूर्वीच खराब होते.

पृष्ठभागावरील पाणी सुकवण तंत्र

सेंट्रीफ्यूज तंत्रज्ञान (कडक फळे व भाज्यांसाठी)

औद्योगिक स्तरावर पृष्ठभागावरील पाणी काढण्यासाठी गोल फिरवून पाणी काढण्याचे (सेंट्रीफ्यूज) तंत्र सर्वांत प्रभावी, जलद आणि किफायतशीर मानले जाते. सेंट्रिफ्यूज यंत्र घरगुती वॉशिंग मशिनच्या 'ड्रायर' तत्त्वावर काम करते. कापलेला माल स्टेनलेस स्टीलच्या एका छिद्रयुक्त ड्रममध्ये ठेवला जातो. हा ड्रम स्वतःच्या अक्षावर वेगाने फिरवला जातो, या वेगवान गतीमुळे निर्माण होणाऱ्या 'केंद्रोपसारक बलामुळे' (Centrifugal Force) फळांच्या पृष्ठभागावरील पाण्याचे थेंब छिद्रांमधून बाहेर फेकले जाते. फळ पूर्णपणे कोरडे होते.

या मशिनमध्ये गती नियंत्रणासाठी व्ही.एफ.डी. (Variable Frequency Drive) यंत्रणा असणे सक्तीचे आहे, कारण प्रत्येक पिकाची रचना वेगळी असते. मशिनचा वेग फळांच्या नाजुकपणानुसार ठरवावा. .

- **कडक भाज्या (उदा. गाजर, बटाटा, बीटरूट) :** या भाज्यांची रचना कठीण असल्याने त्यांना जास्त वेगाने (साधारणपणे ६०० ते ८०० फेरे प्रति मिनिट) फिरवून सुकवले जाते.
- **नाजूक किंवा रसदार माल (उदा. कांदा, टोमॅटो) :** यांचा वेग खूप कमी ठेवावा लागतो. वेग जास्त असल्यास तुकडे ड्रमच्या भिंतीवर आदळून त्यांचा लगदा होऊ शकतो.
- **वेळेचे अचूक गणित :** सेंट्रीफ्यूज फिरवण्याचा कालावधी साधारणपणे १ ते २ मिनिटे इतकाच असावा. यापेक्षा जास्त वेळ यंत्र चालवल्यास फळांच्या आतील आवश्यक 'बद्ध पाणी' देखील खेचून घेतले जाते त्यामुळे उत्पादन सुकलेले, कोमेजलेले आणि निर्जलीकरण झाल्यासारखे दिसते.

एअर नाईफ तंत्रज्ञान (पालेभाज्यांसाठी वरदान)

पालक, मेथी, कोथिंबीर, लेट्युस यांसारख्या अत्यंत नाजूक पालेभाज्या किंवा पिकलेली मऊ फळे (उदा. पपई, आंबा) सेंट्रीफ्यूज मशीनमध्ये टाकल्यास केंद्रोपसारक दाबाने त्याची पाने चुरगळली जातात, फाटतात आणि रस बाहेर येतो. अशा उत्पादनांसाठी 'एअर नाईफ' तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.

कार्यपद्धती : यामध्ये एक जाळीदार कन्व्हेअर बेल्ट असतो. त्यावरून कापलेली भाजी पुढे सरकते. या बेल्टच्या वरच्या बाजूला एक अत्यंत बारीक आणि अति-शक्तिशाली हवेचा झोत एखाद्या धारदार चाकू सारखा खाली मारला जातो. या हवेच्या प्रचंड दाबामुळे पालेभाज्यांच्या पानांना किंवा फळांच्या तुकड्यांना कोणतीही इजा न करता त्यांच्या पृष्ठभागावरील पाण्याचे सूक्ष्म थेंब वेगाने उडवून लावले जातात. एअर नाइफमधून मारली जाणारी हवा ही ४ ते ५अंश सेल्सिअस इतकी थंड असणे अनिवार्य आहे. जर यंत्रातून निघणारी हवा सामान्य किंवा गरम असेल, तर भाजी तत्काळ कोमेजते आणि तिचे ऑक्सिडेशन होऊन ती काळी पडते. थंड हवेमुळे भाजी कोरडी तर होतेच, शिवाय तिचे तापमान देखील नियंत्रित राहते.

व्हायब्रेटरी शेकर (डायसिंग उत्पादनांसाठी)

गाजराचे किंवा पपईचे चौकोनी तुकडे, कॉर्न (मका) किंवा मटारचे दाणे यांसारख्या लहान आकाराच्या उत्पादनांना सुकविण्यासाठी या मशिनचा वापर केला जातो. यामध्ये एक विशेष प्रकारचा चाळणीसारखा बेल्ट असतो, जो एका विशिष्ट गतीने सतत थरथरतो. या कंपन गतीमुळे फळांचे तुकडे एकमेकांवर आदळत नाहीत किंवा त्यांच्या पेशींना इजा होत नाही. मात्र त्यांच्या पृष्ठभागावरील पाण्याचे थेंब चाळणीतून खाली गळून पडतात. या बेल्टच्या खाली किंवा वर शक्तिशाली ब्लोअर्स बसवून उरलेले पाणी उडवले जाते. हे तंत्रज्ञान स्वयंचलित निरंतर उत्पादन लाइनमध्ये अत्यंत यशस्वी ठरते.

ड्री-वॉटरिंग नियमावली

ड्री-वॉटरिंग हा प्रक्रियेचा अगदी शेवटचा टप्पा असून, यानंतर उत्पादन थेट पॅकेजिंगसाठी जाते. त्यामुळे या टप्प्यावर सूक्ष्मजीवांचा पुन्हा शिरकाव रोखणे अत्यंत आवश्यक असते.

- **ड्रम आणि बास्केटची स्वच्छता :** सेंट्रीफ्यूजचे ड्रम किंवा बास्केट्स दर २ ते ३ तासांनी मशिनमधून बाहेर काढून २०० पीपीएम क्लोरीनच्या पाण्याने स्वच्छ धुणे बंधनकारक आहे. ड्रमच्या बारीक छिद्रांमध्ये अडकलेला भाजीचा किंवा फळाचा एखादा सूक्ष्म तुकडा सडून संपूर्ण पुढची बॅच दूषित करू शकतो.
- **कक्षाचे तापमान :** ज्या खोलीत ड्री-वॉटरिंग आणि पॅकिंगची प्रक्रिया चालते. (ज्याला फूड फॅक्टरीत 'हाय-हायजीन किंवा ग्रीन झोन' म्हणतात), त्या खोलीचे तापमान १० अंश सेल्सिअसच्या खालीच राखले पाहिजे. यामुळे सुकवण्याच्या प्रक्रियेदरम्यान मालाचे तापमान वाढत नाही.

- डॉ. विक्रम कड ०७५८८०२४६९७
कृषी प्रक्रिया अभियांत्रिकी विभाग
महात्मा फुले कृषी विद्यापीठ, राहुरी