



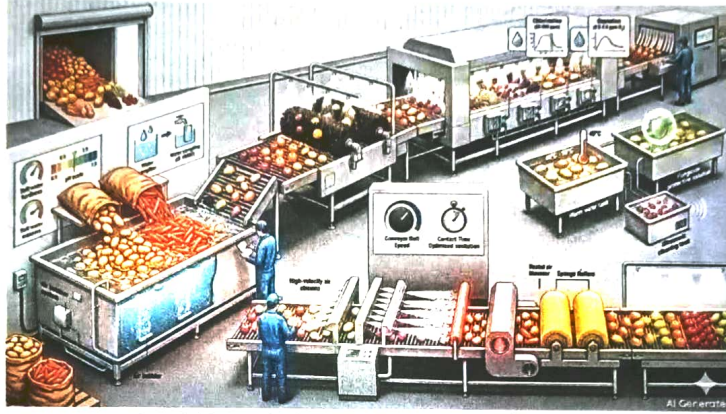
### प्रक्रियेतील नवे तंत्र

भाग ६९



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

# कच्च्या मालाची स्वच्छता, निर्जंतुकीकरण अन् प्रतवारी



स्वच्छता धुलाई आणि निर्जंतुकीकरणाची प्रक्रिया सुरु असताना. (एआय निर्मित)

### फळे व भाजीपाला धुलाई : तांत्रिक प्रायोगिक अभ्यास (केस स्टडी)

शेतमालाचा प्रकार	विशिष्ट प्रक्रिया	वापरले जाणारे तंत्र/रसायने
आंबा	चिकाची स्वच्छता (De-sapping)	०.५ टक्के सोडिअम बायकार्बोनेट (कोमट पाणी)
द्राक्षे	स्वच्छता आणि अवशेष काढणे	कमी दाबाचा स्प्रें + ओझोनेटेड वॉटर
गाजर	माती काढणे	टंबल वॉशिंग + हाय प्रेशर जेट
पालेभाण्या	हायड्रो-कुलिंग सह धुलाई	१०० ppm क्लोरिनचे थंड द्रावण
बटाटा	डी-सॉयलिंग	ब्रश स्क्रबिंग

फळांच्या सूक्ष्म छिद्रांमधील घाण काढली जाते.

### उष्णजल प्रक्रिया आणि रासायनिक प्रक्रिया

- **उष्णजल प्रक्रिया** : काही वेळा शेतमाला धुण्यासाठी कोमट पाण्याचा (४० ते ५० अंश सेल्सिअस) वापर केला जातो. यामुळे फळांवरील छिद्रे मोकळी होऊन त्यावरील बुरशी किंवा कीटकांची अंडी नष्ट होतात.
- **बुरशीनाशकांचे मिश्रण** : धुलाईच्या शेवटच्या टप्प्यात पाण्यात 'कार्बेन्डाझिम' किंवा 'थायबेन्डाझोल' सारखी मान्य बुरशीनाशके मिसळली जातात. हे काढणीपश्चात होणारी सड रोखण्यासाठी 'संरक्षक कर्तव्य' म्हणून काम करते.

### मालावरील पाण्याचे अंश दूर करणे

- धुलाईनंतर फळांच्या पृष्ठभागावर पाण्याचे थेंबे राहिल्यास तिथे बुरशी वाढण्याची शक्यता असते. त्यामुळे डिव्होटरींग आणि ड्रायिंग हा टप्पा अत्यंत कठीण आहे.
- **एअर नाईफ** : कन्व्हेयर बेल्टवरून जाताना फळांवर हवेचा वेगाने मारा करून पाणी काढले जाते.
- **ब्लोअर्स** : स्पंज रोलर्स आणि गरम हवेचे ब्लोअर्स वापरून माल पूर्णपणे कोरडा केला जातो.

### तांत्रिक सल्ला

धुलाई प्रक्रियेत पाण्याचा 'कॉन्टॅक्ट टाइम' (Contact Time) अत्यंत महत्त्वाचा असतो. फळे पाण्यात खूप वेळ राहिल्यास ती पाणी शोषून मऊ पडू शकतात, तर कमी वेळ राहिल्यास निर्जंतुकीकरण होत नाही. म्हणून, कन्व्हेयर बेल्टचा वेग हा उत्पादनानुसार सेट करणे तांत्रिकदृष्ट्या आवश्यक आहे.

### वर्गवारी किंवा निवड करण्याची प्रक्रिया

पॅकहाउसमध्ये वर्गवारी ही प्रक्रिया केवळ 'चांगला' आणि 'वाईट' माल वेगळा करणे इतकीच मर्यादित नाही, तर तो अन्न सुरक्षा आणि बाजारक्षमता (मार्केटेबिलिटी) यांचा पाया आहे. वर्गवारीमुळे पुढील प्रक्रियेचा खर्च वाचतो. निरोगी शेतमालाला संसर्ग होण्याचा धोका टळतो. यामध्ये मालाचे भौतिक, रासायनिक आणि दृश्य दोषांनुसार तांत्रिक वर्गीकरण केले जाते.

### तांत्रिक मानकांचे संदर्भ

वर्गवारी करताना खालील संस्थांची मानके पाळणे कायदेशीर आणि व्यावसायिकदृष्ट्या अनिवार्य आहे.

- **भारतीय मानक ब्युरो (BIS)** (IS १५०३८:२००९) : भारतीय मानक ब्युरोच्या नियमानुसार, किमान गुणवत्ता आवश्यकता पूर्ण करणाराच माल प्रतवारी पट्टीवर (सॉर्टिंग लाइन) पुढे जावा.
- **अँगमार्क (AGMARK)** : अँगमार्कच्या नियमावलीनुसार, सॉर्टिंगनंतरचा माल हा कीड, रोग आणि बाष्प कचऱ्यापासून मुक्त असावा.
- **कृषी आणि प्रक्रिया केलेले अन्न उत्पादन निर्वात विकास प्राधिकरण (APEDA)** : निर्यातीसाठी वर्गवारीमध्ये शुन्य सहनशीलता (झॅरो टॉलरन्स) पालिमी (घोरण) पाळली जाते. विशेषतः विलगीकरण आवश्यक असणारे उपद्रवी कीटक किंवा रोगाच्या (क्वॉरंटाइन पेस्ट्स) बाबत.

### वर्गवारीचे प्रमुख तांत्रिक निकष

अ) **भौतिक आणि दृश्य दोष**  
BIS आणि AGMARK मानकांनुसार खालील दोष असलेला माल 'कल्स' (टाकाक माल) म्हणून त्वरित बाजूला काढला जातो.

- **यांत्रिक इजा** : काढणी किंवा वाहतुकीदरम्यान झालेले ओरखडे, कापलेले पाग किंवा दाबला गेलेला माल.
- **विरूपता (Deformity)** : फळांचा आकार नैसर्गिक नसेल, उदा. वाकडी काकडी किंवा जोडलेली फळे.
- **त्वचेचे दोष** : फळांच्या सालीवर ५ टक्क्यांपेक्षा जास्त डाग किंवा चट्टे असल्यास तो माल नाकारला जातो.
- ब) **कीड आणि रोगांचे निर्मूलन**  
निर्यातीसाठी हा टप्पा अत्यंत संवेदनशील आहे :
  - **क्वॉरंटाइन पेस्ट** : फळ्याशी, स्टोन किंवा मिला बम आढळल्यास संपूर्ण लॉट तपासला जातो.
  - **बुरशीजन्य संसर्ग** : डाऊनी मिल्ड्यू, अँट्रॉनोज किंवा साचा (Mold) लागलेला माल त्वरित नष्ट केला जातो. त्यामुळे चांगल्या मालाला संसर्ग टाळला जातो.
  - **अंतर्गत दोष** : बाहेरून चांगले दिसणारे परंतु आतून पोकट (Spongy tissue) किंवा खराब असलेले फळ ओळखण्यासाठी आधुनिक लाईनवर 'एक्स-रे सॉर्टिंग' किंवा 'अकॉस्टिक सेन्सर्स' वापरले जातात.
  - क) **पक्वता आणि रंगावर आधारित वर्गीकरण**  
फळांच्या पक्वतेनुसार वर्गीकरण करण्यासाठी स्पेक्ट्रोफोटोमेट्री तंत्रज्ञानाचा वापर होतो.
    - **परिपक्वता** : अपरिपक्व आणि अतिपक्व माल वेगळा केला जातो. अतिपक्व माल स्थानिक प्रक्रिया उद्योगासाठी पाठवला जातो.
    - **एकसारखेपणा** : एका बॉक्समध्ये भरल्या जाणाऱ्या सर्व फळांचा रंग एकसारखा असणे (उदा. डाळिंबासाठी ९० टक्के गडद लाल रंग), हे प्रीमियम दरासाठी आवश्यक असते.

### ड) बाष्प पदाब्जाची तपासणी

AGMARK मानकांनुसार, अंतिम उत्पादनात परकीय घटक १ टक्क्यापेक्षा जास्त नसावेत.

- **सॅन्ड्रिच** : झाडाच्या काड्या, पाने, देत.
- **अजैविक** : प्लॅस्टिक, काच किंवा धातूचे तुकडे.
- **स्वच्छता** : माती किंवा चिखल लागलेला माल पुन्हा वॉशिंगसाठी पाठवला जातो.

### तांत्रिक कार्यक्षमता आणि हस्तचलित (मॅन्युएल) विरुद्ध स्वयंचलित (ऑटोमेशन)

अ) **कन्व्हेयर बेल्ट आणि गती व्यवस्थापन बेल्ट स्प्रीड** : मजुरांना किंवा कॅमेऱ्याला प्रत्येक फळ व्यवस्थित तपासता यावे, यासाठी सॉर्टिंग बेल्टचा वेग साधारणपणे ९ ते १५ मीटर प्रति मिनिट असावा.

रोलर कन्व्हेयर : सॉर्टिंगसाठी सपाट बेल्टऐवजी 'रोलर कन्व्हेयर' वापरणे तांत्रिकदृष्ट्या उत्तम असते, कारण रोलर्समुळे फळ स्वतःभोवती फिरते आणि मजुरांना फळाच्या सर्व बाजू (३६० अंशांनु) तपासता येतात.

ब) **प्रकाश व्यवस्था** : (अतिरिक्त तांत्रिक माहिती)  
सॉर्टिंग टेबलवर प्रकाशाची तीव्रता किमान ५०० ते १००० लक्स असावी लागते. कमी प्रकाशात फळांवरील बारीक कीड किंवा डाग डोळ्यांना दिसत नाहीत. विशिष्ट दिवे वापरले जातात, तर फळांचा खरा रंग दाखवतात.

क) **मजुरांची भूमिका आणि स्वच्छता**  
ऑटोमेशन असले तरीही अंतिम तपासणीसाठी कुशल मजूर लागतात. मजुरांनी 'Food Grade' हातमोजे वापरणे अनिवार्य आहे. नखांमुळे फळांना इजा होऊ नये, यासाठी नखे काढलेली व स्वच्छ असावीत.

शेतमालाच्या पॅकहाउसमध्ये आलेल्या कच्च्या शेतमालावर माती, धूळ, कीडनाशकांचे अंश आणि डोळ्यांना न दिसणारे सूक्ष्मजीव असतात. हे घटक काढून टाकण्यासाठी आणि मालाला आकर्षक, चकाकणारे रूप देण्यासाठी 'धुलाई' ही प्रक्रिया केली जाते. पॅकहाउसमध्ये ही केवळ 'साफसफाई' नसून, ती अन्न सुरक्षेची एक 'तांत्रिक निर्जंतुकीकरण प्रक्रिया' आहे.

### पाण्याचे तांत्रिक निकष

स्वच्छतेसाठी वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याचा शेतमालाच्या गुणवत्तेवर थेट परिणाम होतो. त्यामुळे पाण्याचा दर्जा खालीलप्रमाणे असावा लागतो.

- **पिण्यायोग्य दर्जा** : धुलाईसाठी वापरले जाणारे पाणी हे भारतीय मानक IS १०५०० (Potable Water) नुसार असावे.
- **पी-एच (pH) पातळी** : पाण्याचा पीएच ६.५ ते ७.५ च्या दरम्यान असावा. जास्त आम्लयुक्त किंवा अल्कधर्मी पाणी फळांच्या सालीला हानी पोहोचवू शकते.
- **कठोरता** : पाणी 'मृदू' (Soft) असावे. जास्त क्षारांचे पाणी वापरल्यास फळांच्या त्वचेवर पांढरे डाग पडतात, ज्यामुळे मालाचे बाजारमूल्य (मार्केट व्हॅल्यू) कमी होते.

### निर्जंतुकीकरण कार्यपद्धती

फक्त पाण्याने धुतल्यास जिवाणू नष्ट होत नाहीत, म्हणून खालील रसायनांचा किंवा तंत्रज्ञानाचा वापर अनिवार्य आहे.

### अ) क्लोरिनेशन

प्रमाण : FSSAI च्या नियमानुसार, पाण्यात सोडिअम हायपोक्लोराइट किंवा क्लोरिन डायऑक्साइडचा वापर ५० ते २०० पीपीएम या प्रमाणात केला जातो.

कार्य : हे द्रावण फळांच्या पृष्ठभागावरील ई-कोलाय आणि सॅलमोनेलासारखे हानिकारक जिवाणू नष्ट करते.

महत्त्वाचे : क्लोरिनच्या पाण्याने धुतल्यानंतर मालावर त्याचे रासायनिक अंश राहू नयेत म्हणून त्याला पुन्हा स्वच्छ पाण्याने धुणे आवश्यक असते.

### ब) ओझोनेशन तंत्रज्ञान

आधुनिक पॅकहाउसमध्ये क्लोरिनऐवजी ओझोन (O<sub>3</sub>) वापर वाढला आहे. कारण हा वायू क्लोरिनपेक्षा ५ पटीने शक्तिशाली असून, वापरानंतर त्याचे कोणतेही अवशेष मालावर राहत नाहीत.

मानक : पाण्यात ओझोनचे प्रमाण ०.५ ते २.० पीपीएम राखले जाते.

फायदा : ओझोन हा जिवाणू नष्ट करण्यासह फळांवरील कीडनाशकांचे अंश आक्सिडाइज करून नष्ट करते.

### धुलाईच्या यांत्रिक पद्धती

शेतमालाच्या प्रकारानुसार धुलाईची पद्धत बदलते.

- **डीपिंग/ड्रमशॅर** : माल पाण्याच्या मोठ्या टँकमध्ये बुडवला जातो. हे बटाटे, गाजर किंवा रताळे यांसारख्या कंदमुळांवरील माती काढण्यासाठी वापरले जाते.
- **स्प्रें वॉशिंग** : उच्च दाबाचे नोजलस वापरून पाण्याचे फवारे फळांवर मारले जातात. हे नाजूक फळांसाठी (उदा. द्राक्षे, बेरीज) उपयुक्त आहे.
- **ब्रश वॉशिंग आणि पॉलिशिंग** : फिरत्या मऊ ब्रशेसचा वापर करून फळांवरील चिकट माती किंवा नैसर्गिक मेण काढून टाकले जाते. यामुळे फळांना एक वेगळी चकाकी येते. (उदा. सफरचंद, संत्री, आंबा).
- **अल्ट्रासोनिक क्लिनिंग** : हे प्रगत तंत्रज्ञान आहे, जिथे उच्च वारंवारतेच्या लहरी वापरून स्ट्रुबेरीसारख्या