# फ्रेश कट भाज्या, फळे स्वच्छतेसाठी विविध पर्याय

**प्रक्रियेतील नवे तंत्र** भाग ८८



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

मागील भागापासून आपण फ्रेश कट भाज्या व फळांच्या स्वच्छतेसाठी क्लोरीन व ओझोन तंत्रज्ञानाची माहिती घेतली. या लेखामध्ये स्वच्छतेसाठी विविध पर्यायांची माहिती घेऊ.




फळे व भाज्यांच्या स्वच्छतेसाठी पेरोक्सिॲसिटिक ॲसिडचा वापर वाढत आहे.

ताज्या कापलेल्या भाज्या किंवा फळे ही कच्चीच कोशिंबीर (सॅलड) स्वरूपामध्ये खाल्ली जातात. त्यामुळे त्यांच्या स्वच्छतेसाठी शक्यतो नैसर्गिक आणि कोणताही गंध, वास किंवा अंश शिल्लक राहणाऱ्या रसायनांचा वापर केला जातो.

## पेरोक्सिॲसिटिक ॲसिड

मोठ्या आकारमानांच्या फ्रेश-कट कारखान्यामध्ये प्रती दिन ५ टन किंवा त्याहूनही अधिक मालावर प्रक्रिया केली जाते. अलीकडे त्यासाठी पेरॉक्सिॲसिटिक ॲसिड (PAA - Peroxyacetic Acid) या रसायनाची वापर केला जातो.

## या रसायनाचा वापर वाढण्यामागील तांत्रिक कारणे पुढील प्रमाणे

- फ्रेश-कट उद्योगाच्या नियमांनुसार फळे आणि भाज्यांचे आयुष्य वाढवण्यासाठी त्यांना 'अति-थंड' (४°C) पाण्यात धुणे सक्तीचे असते. अशा कडक थंडीत क्लोरीनची जिवाणू मारण्याची ताकद खूप कमी होणे, ही बाब तांत्रिक अडचण म्हणून पुढे येते. अशा स्थितीमध्ये 'पीएए' हे रसायन ४°C तापमानातही (चिलिंग वॉटरमध्ये) पूर्ण क्षमतेने आणि अत्यंत वेगाने काम करते.
- 'पीएए' हे मुळात ॲसिटिक ॲसिड (व्हिनेगरचा मूळ घटक) आणि हायड्रोजन पेरॉक्साईड यांचे सुरक्षित मिश्रण असते. त्यामुळे ओझोन वायूप्रमाणेच हे रसायनदेखील फळांवर कोणताही रासायनिक अंश किंवा उग्र वास सोडत नाही. त्याचे नैसर्गिकरीत्या पाण्यात व ऑक्सिजनमध्ये विघटन होते.
- हे रसायन पर्यावरणासाठीही सुरक्षित आहे. क्लोरिनच्या वापरामध्ये काही हानिकारक घटक तयार होऊ शकतात, त्या प्रमाणे यातून कोणतेही हानिकारक घटक तयार होत नाहीत.
- **फायदे आणि वापर :** सफरचंद, बटाटे, गाजर आणि कडक भाज्यांच्या निर्जंतुकीकरणासाठी पाण्यात पीएएचे प्रमाण साधारण ८० पीपीएम प्रमाणात वापरले जाते.

## अल्ट्रासॉनिक वॉशिंग

पालक, मेथी, कोबी किंवा कोथिंबीर यांसारख्या नाजूक पालेभाज्यांची स्वच्छता ही बाब सर्वाधिक कठीण मानली जाते. कारण या पानांच्या पृष्ठभागावर असलेली सूक्ष्म रंध्रे (छिद्रे) आणि खाचांमध्ये मातीचे कण आणि हानिकारक जिवाणू अगदी आतपर्यंत शिरकाव करू शकतात. अशा ठिकाणी ओझोन वायू किंवा क्लोरीनचे साधे पाणी सहज पोहोचू शकत नाही. अशा पालेभाज्यांच्या संपूर्ण स्वच्छतेसाठी 'अल्ट्रासॉनिक' (अति-ध्वनी लहरींचे) तंत्रज्ञान वापरले जाते.

## काय आहे हे तंत्रज्ञान?

या आधुनिक 'अल्ट्रासॉनिक वॉशर' मशीनमध्ये पाण्याच्या टाकीत 'अति-ध्वनी लहरीं'चा वापर केला जातो. या लहरींच्या प्रचंड वेगामुळे आणि पाण्याच्या बदलणाऱ्या दाबामुळे पाण्यात एकाच सेकंदात लाखो 'अतिसूक्ष्म बुडबुडे' तयार होतात आणि वेगाने फुटतात. हे सूक्ष्म बुडबुडे पालेभाज्यांच्या पानांवर येऊन आदळतात आणि फुटतात. त्या जागी अतिशय सूक्ष्म पण अत्यंत शक्तिशाली ऊर्जा निर्माण होते. ही ऊर्जा पानांच्या अगदी आतल्या खाचांमधून आणि रंध्रांमधून लपलेली जाड माती, कीटकनाशकांचे अंश आणि जिवाणू अक्षरशः खेचून आणि ओढून बाहेर काढते. हे बुडबुडे अत्यंत सूक्ष्म असल्याने पानांना कोणताही मार लागत नाही किंवा ती फाटत नाहीत. त्यामुळे पालेभाज्यांचे आणि सॅलडचे आयुष्य वाढविण्यासाठी 'फ्रेश-कट' उद्योगात या तंत्रज्ञानाचा वापर वेगाने वाढत आहे.

## 'ओआरपी' - पाण्याची शुद्धता मोजण्याचे जागतिक एकक

धुण्याचे पाणी खरोखरच निर्जंतुकीकरण करत आहे की नाही (म्हणजेच त्यातील जिवाणू खरंच मरत आहेत की नाही), हे ओळखण्यासाठी जागतिक अन्न सुरक्षा मानकांमध्ये 'ओआरपी' (ऑक्सिडेशन-रिडक्शन पोटेन्शियल) या तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो. याच नावाचे विशेष मीटरही उपलब्ध आहे.

या तंत्रज्ञानामध्ये कारखान्यातील फळे आणि भाज्या धुण्याच्या पाण्याच्या मुख्य टाकीमध्ये एक खास संवेदक (सेन्सर) लावला जातो. हा सेन्सर पाण्याचे 'ओआरपी' मूल्य सतत मोजत असतो. विज्ञानानुसार, जर पाण्याचा ओआरपी ६५० मिलिव्होल्ट्स पेक्षा जास्त असेल, तर आणि तरच त्या पाण्यात पडणारा 'ई-कोलाय' किंवा 'सॅल्मोनेला' सारखे जीवघेणे जिवाणू केवळ ३ सेकंदात पूर्णपणे मरू शकतात.

- **स्वयंचलित नियंत्रण (ऑटोमेशन):** फळे व भाज्या धुण्याच्या प्रक्रियेमध्ये त्यावरील माती किंवा सेंद्रिय कचऱ्यामुळे पाण्याचा ओआरपी ६५० च्या खाली आल्यास (म्हणजेच पाण्याची जिवाणू मारण्याची ताकद कमी झाल्यास) हा सेन्सर यंत्र लगेच ओळखतो. त्यानंतर हे यंत्र 'आपोआप' त्या पाण्यात स्वच्छतेसाठीचे रसायन योग्य प्रमाणात सोडले जाते.

या स्वयंचलित तंत्रज्ञानामुळे पाण्याची शुद्धता आणि जिवाणू मारण्याची ताकद प्रक्रियेच्या शेवटपर्यंत अगदी अचूक आणि १०० टक्के टिकून राहते. यामुळे मानवी चुकीला कोणताही वाव राहत नाही. उत्पादनाची सुरक्षितता सर्वोच्च पातळीवर राहते.

## स्वच्छतेच्या प्रक्रियेतील महत्त्वाच्या बाबी...

- ताज्या कापलेल्या फळे व भाज्यांच्या (फ्रेश-कट) उद्योगात धुलाईची प्रक्रिया म्हणजे केवळ मालावरील 'माती काढणे' नसून, ती घातक जिवाणूंविरुद्ध केलेली एक निर्णायक आणि अचूक कारवाई आहे.
- 'ओझोन' वायू तंत्रज्ञानाचा शास्त्रशुद्ध वापर आणि पाण्याचा 'सामू' (pH) योग्य पातळीवर नियंत्रित ठेवणे, या दोन प्रमुख तांत्रिक बाबींवर जर तुम्ही पूर्णपणे प्रभुत्व मिळवले, तर उत्पादन ग्राहकांच्या आरोग्यासाठी शंभर टक्के सुरक्षित बनेल.
- हीच सुरक्षितता उत्पादनाच्या गुणवत्तेची ओळख म्हणून जागतिक पातळीवरही व्यवसायासाठी वापरता येते. अन्न सुरक्षेचे सर्वोच्च निकष पाळले गेल्यामुळे पंचतारांकित हॉटेल्स किंवा मोठ्या सुपर मार्केट्समधून उत्पादने नाकारली जाण्याचा धोका शून्यावर येतो.

## फळे काळी पडण्यापासून रोखण्यासाठी तंत्रज्ञान

ताज्या कापलेल्या आणि थेट खाण्यायोग्य (रेडी-टू-ईट) फळे व भाज्यांच्या उद्योगात नव्याने पाऊल ठेवणाऱ्या प्रत्येक उद्योजकासमोरील सर्वांत मोठी अडचण कोणती असेल, तर ते उत्पादन काळी पडणे किंवा चिकट झालेली दिसणे. रात्री अत्यंत ताजे आणि पांढरे शुभ्र दिसणारे कापलेले सफरचंद, केळी किंवा बटाटे दुसऱ्या दिवशी सकाळी पाकीट उघडल्यावर काळे आणि चिकट झालेले दिसते. अशा उत्पादनापासून ग्राहक दूर पळतात. म्हणजेच आपण लक्षावधी रुपयांची आधुनिक यंत्रे वापरूनही केवळ कापलेली उत्पादने काळी पडण्यापासून कशी वाचवायची, याचे विज्ञान किंवा तंत्र माहीत नसल्याने अडचण निर्माण होऊ शकते.

## फळे 'काळी' का पडतात?

कापलेली फळे काळी पडण्याच्या प्रक्रियेला विज्ञानाच्या भाषेत 'एन्झिमॅटिक ब्राऊनिंग' असे म्हणतात. ही एक गुंतागुंतीची रासायनिक प्रक्रिया आहे.

- **पेशींची रचना (स्वतंत्र विभागणी) :** फळे आणि भाज्या कोट्यवधी सूक्ष्म पेशींनी बनलेल्या असतात. या पेशींच्या एका भागात 'पॉलीफिनॉल ऑक्सिडेज' (पीपीओ) नावाचे एक 'विकर' (एन्झाईम) असते. त्याच पेशीच्या दुसऱ्या भागात काही 'फिनॉल' नावाची रासायनिक संयुगे असतात. निसर्गतः या दोघांत एक सूक्ष्म पडदा असून, सुरक्षित, स्वतंत्र विभागलेले असते.
- **ऑक्सिजनचा संपर्क :** जेव्हा आपण चाकूने फळ कापतो, तेव्हा त्या कापलेल्या ठिकाणच्या पेशींच्या भिंती फाटतात आणि त्यांचे नुकसान होते. पडदा फाटल्यामुळे 'पीपीओ' विकर आणि 'फिनॉल' संयुगे एकत्र येतात. याच क्षणी, हवेतील ऑक्सिजनशी त्यांचा थेट संपर्क येतो.
- **क्विनोनची निर्मिती :** 'पीपीओ' विकर हवेतील ऑक्सिजनच्या मदतीने फिनॉल संयुगांवर रासायनिक प्रक्रिया करते आणि त्याचे 'क्विनोन' नावाच्या घटकात रूपांतर करते. हे क्विनोन घटक लगेच एकमेकांसोबत जोडले जातात आणि 'मेलॅनिन' नावाचे गडद तपकिरी किंवा काळ्या रंगाचे रसायन तयार होते. या मेलॅनिनमुळेच कापलेला माल काळा पडतो.
- **'पीपीओ' विकराची कमजोरी:** हे काळेपण आणणाऱ्या 'पीपीओ' विकराला काम करण्यासाठी 'तांबे' या खनिजाची आणि 'ऑक्सिजन'ची नितांत गरज असते. हेच या उद्योगाचे सर्वांत मोठे रहस्य आहे. जर आपण प्रक्रियेदरम्यान हे दोन घटक काढून घेतले किंवा त्यांना रोखले, तर फळ काळे पडणे १००% थांबते आणि माल अनेक दिवस पांढराशुभ्र राहतो.

बहुराष्ट्रीय कंपन्या कापलेले सफरचंद, बटाट्याचे काप (फ्रेंच फ्राईज) किंवा सॅलड पाच ते सात दिवस अजिबात काळे न पडता ताजे कसे ठेवतात? हे या उद्योगातील सर्वांत मोठे तांत्रिक रहस्य आहे. त्याची अधिक माहिती पुढील भागात सविस्तर जाणून घेऊ.

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