

प्रक्रियेतील नवे तंत्र

भाग १९



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

जैवविघटनशील पॅकेजिंग



प्लॅस्टिक आधारित पॅकेजिंगच्या वाढत्या प्रमाणामुळे माती, पाणी आणि सूक्ष्म कणांमध्ये रूपांतरित होऊन हवाही प्रदूषित करते. त्याचे अंश पशू आणि मानवांच्या आरोग्यासाठीही धोकादायक ठरू लागले आहेत. अशा स्थितीमध्ये नैसर्गिकरीत्या वेगाने विघटन होऊ शकतील, अशा जैवविघटनशील पॅकेजिंगवर भर देण्याची आवश्यकता वाढत आहे.

वेगवेगळ्या उत्पादनाच्या पॅकेजिंगसाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्लॅस्टिक व अन्य घटकांमुळे कचऱ्याचे प्रमाण प्रचंड आहे. हे प्लॅस्टिक अनेक दशके पर्यावरणात टिकून राहते. अन्न उत्पादन क्षेत्रात, विशेषतः फळे आणि भाज्यांच्या पॅकेजिंगमध्ये प्लॅस्टिकचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. त्याचे विघटनही होत नसल्याने तो कचऱ्याचे ढोंगर वाढत चालले आहे. बहुतांश कचरा डेपोमध्ये प्लॅस्टिक आणि घटकांची विल्हेवाट करा लावायची, हा मोठा प्रश्न जगभरातील सर्व नागरी प्रशासनासमोर आहे. अशा स्थितीमध्ये सध्याच्या पॅकेजिंगचे सर्व गुणधर्म असलेले पण वेगाने विघटन होणाऱ्या पॅकेजिंगच्या संशोधनावर जगभरामध्ये काम चालू आहे. त्यातून पुढे येत असलेल्या पॅकेजिंगमध्ये जैवविघटनशील पॅकेजिंग हे महत्त्वाचे ठरत आहे.

जैवविघटनशील पॅकेजिंग म्हणजे काय?

पॅकेजिंगमध्ये वापरलेले सर्व साहित्य हे सूक्ष्मजीवांमार्फत नैसर्गिकरीत्या वेगाने विघटित होऊ शकतात. त्यांचे रूपांतर पाणी, कार्बन डायऑक्साइड आणि सेंद्रिय पदार्थांमध्ये (बायोमास) होऊ शकते. हे साहित्य पारंपरिक प्लॅस्टिकच्या

एक टिकाऊ आणि पर्यावरणासह्य पर्याय पुरवू शकते. त्यामुळे शेतकरी, उद्योजक आणि ग्राहक यांनी अधिक जबाबदारीने बाजारात उतरण्याची आवश्यकता आहे. पर्यावरणाला हानिकारक अशा प्लॅस्टिकचा वापर कमी करत शून्यावर नेण्याची गरज आहे. या लेखात प्रामुख्याने आपण फळे आणि भाज्यांसारख्या नाशिवंत उत्पादनांसाठी जैवविघटनशील पॅकेजिंगच्या वापराबाबत माहिती घेऊ. अशा पॅकेजिंग उत्पादने केवळ पर्यावरणाची काळजी घेत नाहीत, तर उत्पादनाचे आयुष्यमान वाढवणे, गुणवत्ता टिकवून ठेवणे यातही मदत करू शकतात.

गरज आणि महत्त्व

पारंपरिक प्लॅस्टिक पॅकेजिंगमुळे होणारे गंभीर पर्यावरणीय आणि आरोग्यविषयक दुष्परिणाम जैवविघटनशील पॅकेजिंग साहित्याची गरज आणि महत्त्व अधोरेखित करतात.

- पर्यावरण संरक्षण : प्लॅस्टिक कचरा जमिनीत आणि पाण्यात जमा होऊन मोठ्या प्रमाणात प्रदूषण करत आहेत. असे ढोंग विविध पाणी स्रोतांसोबतच सागरामध्येही वाढत असून, जलचर प्राण्यांना धोका निर्माण होत आहे. त्यांचे सूक्ष्म कण अन्नसाळीमध्ये समाविष्ट होत असून, नैसर्गिक परिसंस्थेचे संतुलन बिघडविण्यास कारणीभूत ठरू शकते. त्यामुळे

जैवविघटनशील पॅकेजिंग या समस्या कमी करण्यास मदत करेल.

- कचरा व्यवस्थापनावरील ताण कमी : प्लॅस्टिक कचरा विघटित होत नसल्याने कचरा डेपोवरील ताण वाढत आहे. जैवविघटनशील पॅकेजिंगचे कंपोस्टिंग शक्य असून, त्याद्वारे मातीमध्ये मिसळून जातील. कचरा व्यवस्थापनावरील खर्च आणि ताण कमी होतो.
- नैसर्गिक संसाधनांचे जतन : पारंपरिक प्लॅस्टिक पेट्रोलियम (petroleum) घटकांवर आधारित आहेत. त्यामुळे नैसर्गिक संसाधनांचा न्हास होतो. जैवविघटनशील साहित्यामध्ये वनस्पती आधारित घटकांचा (उदा. स्टार्च, सेल्युलोज) समावेश असल्याने त्यांचे विघटन व पुनर्वापर शक्य आहे. ते नवीकरणीय (renewable) संसाधनांवर आधारित असते.
- मातीची गुणवत्ता सुधारणे : कंपोस्टिंग केलेल्या जैवविघटनशील साहित्याचा वापर मातीची सुपीकता आणि पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढवतो.
- जागरूक ग्राहक : ग्राहकांनीही जागरूकतेने पर्यावरणपूरक उत्पादनांना अधिक महत्त्व देण्याची आवश्यकता आहे. ही मानसिकता हळूहळू वाढत असून, मागणी वाढत आहे. परिणामी जैवविघटनशील पॅकेजिंग वापरून शेतकरी आणि उद्योजक या संघीचा

फायदा घेऊ शकतात.

- सरकारी नियम आणि प्रोत्साहन : अनेक देशांतील शासन व्यवस्था या पर्यावरणाला हानिकारक घटकांच्या (प्लॅस्टिकच्या) वापराला प्रतिबंध आणत आहे. त्याच वेळी जैवविघटनशील पॅकेजिंग उत्पादनाला प्रोत्साहन देण्यासाठी नियम आणि योजना लागू करत आहेत.

जैवविघटनशील पॅकेजिंग साहित्याची निर्मिती व गुणधर्म

फळे आणि भाज्यांसाठी विविध प्रकारचे जैवविघटनशील पॅकेजिंग साहित्य उपलब्ध आहे. त्याचे प्रत्येकाचे स्वतःचे विशिष्ट गुणधर्म असून, त्यानुसार त्यांचा वापर करणे शक्य आहे.

स्टार्च आधारित प्लॅस्टिक

- उत्पादन : मका, बटाटा आणि साबुदाणा (टॅपिओका) यांसारख्या वनस्पतींच्या स्टार्चपासून हे प्लॅस्टिक तयार केले जाते. स्टार्चला थर्मोप्लॅस्टिक (thermoplastic) बनविण्यासाठी त्यात काही घटक (अडिटिव्हज) मिसळले जातात.
- गुणधर्म : हे साहित्य स्वस्त, परंपूर प्रमाणात उपलब्ध आहे. त्याचे अंतिमतः उत्तम खत बनू शकते. त्याची वायू अवरोधक क्षमता मध्यम असते. मात्र ते काही प्रमाणात ओलावा संवेदनशील असू शकते.
- उपयोग : फळे आणि भाज्यांसाठी फिल्मस, ट्रे, लूज-फिल पॅकिंग आणि कंपोस्टेबल बॅस बनविण्यासाठी याचा वापर होतो. ओलावा संवेदनशीलतेमुळे थेट ओल्या उत्पादनांसाठी किंवा जास्त आर्द्रतेच्या वातावरणासाठी हे तितके योग्य नाही.

पॉलिलेक्टिक ऑसिड

- उत्पादन : कॉर्न स्टार्च किंवा उसाच्या साखरेपासून किण्वन प्रक्रियेद्वारे लॅक्टिक ऑसिड तयार केले जाते. त्याचे पॉलिमरायझेशन केल्यानंतर पॉलिलेक्टिक ऑसिड मिळते.
- गुणधर्म : पॉलिलेक्टिक ऑसिडमध्ये चांगली पारदर्शकता, चांगली ताकद आणि मध्यम वायू अवरोधक क्षमता असते. हे कंपोस्टेबल आहे. परंतु औद्योगिक कंपोस्टिंग सुविधेची आवश्यकता असते. उच्च तापमानाला ते नरम होऊ शकते.
- उपयोग : फळे आणि भाज्यांसाठी कॅन्डल कंटेनर / पनेट, कप, बॉक्सेस आणि फिल्मस बनविण्यासाठी याचा वापर होतो. कमी आयुष्यमान असलेल्या आणि जास्त उष्णता नसलेल्या वातावरणातील उत्पादनांसाठी ते योग्य आहे.

सेल्युलोज आधारित साहित्य

- उत्पादन : वनस्पतींच्या सेल्युलोजपासून (उदा. लाकूड लगदा, कापूस) सेल्युलोज ऑसिड, सेल्युलोजचे अतिसूक्ष्म स्फटिक (नॅनोक्रिस्टल्स) आणि पुनर्निर्मित सेल्युलोज (उदा. सेलेफान) तयार केले जातात.
- गुणधर्म : सेल्युलोज आधारित साहित्यामध्ये चांगली ताकद, पारदर्शकता आणि वायू अवरोधक क्षमता असते. त्यांची विघटन क्षमता (कंपोस्टेबिलिटी) बदलते. सेल्युलोज नॅनोक्रिस्टल्समध्ये उच्च ताकद आणि उत्तम अवरोधक गुणधर्म असतात.
- उपयोग : फळे आणि भाज्यांसाठी फिल्मस, बॅस आणि आवरणे (कोटिंग्स) बनविण्यासाठी याचा वापर होतो. असे वेष्टन चांगले ओलावा अवरोधक नसले तरी, वेगळ्या आवरणाद्वारे (लॅमिनेशन) गुणधर्म सुधारता येतात.

प्रमुख जैवविघटनशील पॅकेजिंगचे तुलनात्मक गुणधर्म

साहित्य	कच्चा माल	जैवविघटनशीलता	वायू अवरोधकता	ओलावा संवेदनशीलता	ताकद	पारदर्शकता	संभाव्य उपयोग
स्टार्च आधारित प्लॅस्टिक	मका, बटाटा, साबुदाणा स्टार्च	कंपोस्टेबल	मध्यम	उच्च	मध्यम	मध्यम	फिल्मस, ट्रे, लूज-फिल पॅकिंग, कंपोस्टेबल बॅस
पॉलिलेक्टिक ऑसिड (PLA)	कॉर्न स्टार्च, उसाची साखर	औद्योगिक कंपोस्टेबल	मध्यम	मध्यम	चांगली	चांगली	कंटेनर, कप, बॉक्सेस, फिल्मस
सेल्युलोज आधारित साहित्य	लाकूड लगदा, कापूस	बदलते	चांगली	बदलते	चांगली	चांगली	फिल्मस, बॅस, कोटिंग्स
विटोसन	शेलॅफॅन कवच	बायोडिग्रेडेबल	चांगली	मध्यम	मध्यम	पारदर्शक	थेट कोटिंग, (ऑटोमाइक्रोबियल गुणधर्मांमुळे विशेष उपयुक्त)
लिमिन साहित्य	लाकूड आणि वनस्पती बायोमास	बायोडिग्रेडेबल	चांगली	कमी	चांगली	अपारदर्शक/काळसर	भविष्यात टिकाऊ आणि संरक्षक पॅकेजिंगसाठी संभाव्य
बायो-पॉलिस्टर (PHA, PBS)	सूक्ष्मजीवांमार्फत किण्वन	पूर्णपणे बायोडिग्रेडेबल	चांगली	चांगली	चांगली	बदलते	फिल्मस, कंटेनर, ट्रे
कमी कचरा आधारित साहित्य	गव्हाचा कोंडा, उसाचा चोया, धान्याचा कोंडा	बायोडिग्रेडेबल	बदलते	बदलते	बदलते	अपारदर्शक	ट्रे, बॉक्सेस, काही प्रमाणात फिल्मस



सकाळ अंग्रोवन

शनिवार, १८ ऑक्टोबर २०२५

जैवविघटनशील पॅकेजिंग

पान ११ वरून

कायटोसेन (Chitosan)

- **उत्पादन** : शेलफिशच्या कवचातील कायटीन (chitin) या नैसर्गिक पॉलिमरपासून कायटोसेन मिळते.
- **गुणधर्म** : कायटोसेनमध्ये सूक्ष्मजिवविरोधी (ॲंटीमाइक्रोबिअल) आणि बुरशीविरोधी (ॲंटीफंगल) गुणधर्म असतात. त्यामुळे फळे आणि भाज्यांवरील बुरशी आणि जिवार्णूंची वाढ रोखण्यास मदत करते. हे जैवविघटनशील आणि जैवसुसंगत (बायोकोम्पॅटिबल) आहे.
- **उपयोग** : फळे आणि भाज्यांवर थेट कोटिंग म्हणून किंवा पॅकेजिंग फिल्ममध्ये वापरले जाते. त्यामुळे उत्पादनाचे आयुष्यमान वाढते. नासाडी कमी होते.

लिग्निन आधारित साहित्य

- **उत्पादन** : लाकूड आणि इतर वनस्पतींच्या बायोमासमधील लिग्निन हा एक नैसर्गिक पॉलिमर आहे. त्याच्यापासून जैवविघटनशील प्लॅस्टिक आणि

फिल्म्स विकसित करण्याचे संशोधन चालू आहे.

- **गुणधर्म** : लिग्निनमध्ये ॲंटीऑक्सिडंट आणि ॲंटीमायक्रोबिअल गुणधर्म असतात. ते पाणी प्रतिरोधक आणि अतिनील किरण अवरोधक (UV-blocking) असू शकते.
- **उपयोग** : सध्या संशोधनाच्या अवस्थेत असले तरी, भविष्यात फळे आणि भाज्यांसाठी टिकाऊ आणि संरक्षक पॅकेजिंग साहित्य म्हणून याची क्षमता प्रायोगिक पातळीवर सिद्ध होत आहे.

बायो-पॉलिस्टर

- **उत्पादन** : सूक्ष्मजिवांमार्फत किण्वन प्रक्रियेद्वारे हे पॉलिस्टर तयार केले जातात. पॉलिहाइड्रॉक्सिअल्कानोएट्स (PHA) आणि पॉलिब्युटिलीन सक्सिनेट (PBS) हे त्याचे प्रमुख प्रकार आहेत.
- **गुणधर्म** : हे पूर्णपणे जैवविघटनशील असून, संपूर्णपणे खत बनण्यायोग्य (कंपोस्टेबल) आहेत. त्यांची यांत्रिक ताकद आणि औष्णिक गुणधर्म पारंपरिक प्लॅस्टिकसारखे आहेत.

- **उपयोग** : फळे आणि भाज्यांसाठी फिल्म्स, कंटेनर आणि ट्रे बनविण्यासाठी यांचा वापर वाढत आहे.

पीक अवशेषापासून पॅकेजिंग

- **उत्पादन** : गव्हाचा कोंडा, उसाचा चोथा, धान्याचा कोंडा आणि इतर कृषी अवशेषांमधील सेल्युलोज आणि लिग्निनचा वापर करून बायोडिग्रेडेबल पॅकेजिंग साहित्य विकसित केले जात आहे.
- **गुणधर्म** : हे साहित्य स्वस्त आणि टिकाऊ असते. या टिकाऊ घटक वापरले जात असल्याने पर्यावरणासाठी फायदेशीर आहे. त्याचे गुणधर्म वापरलेल्या कृषी अवशेषाच्या प्रकारानुसार बदलू शकतात.
- **उपयोग** : फळे आणि भाज्यांसाठी ट्रे, बॉक्सेस आणि काही प्रमाणात फिल्म्स बनविण्यासाठी याचा वापर होऊ शकतो.

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