

## दृष्टिक्षेपात अभ्यासघटक

15.1 अन्न प्रक्रिया उद्योगातील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे अनुप्रयोग

15.2 पॅकेजिंग क्षेत्रामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे अनुप्रयोग

नॅनोटेक्नॉलॉजी हे अतीसूक्ष्म कणांचे शास्त्र आहे. त्याचा अन्नप्रक्रिया उद्योगामध्ये फार मोठा प्रभाव आहे. हे नाविन्यपूर्ण व नव्याने सुरू झालेले असे एक अद्वयावत तंत्रज्ञान आहे की ज्याच्यामुळे अन्न पदार्थांचा टिकवण काळ वाढतो व पदार्थ खराब होण्यापासून वाचतात व त्यामुळे अन्न सुरक्षिततेची हमी मिळते. अतीसूक्ष्म कणांचा वापर करून बनविलेले वेष्टन (पॅकेजिंग) हे अडथळा निर्माण करणे, तांत्रिक व सूक्ष्मजीव रोधक अशा प्रकारचे गुणधर्म प्रधान झाल्याने पदार्थांचा चव, रंग, स्वाद, पोत, स्वरूप, व त्याच बरोबर पोषक तत्वांचे देखील संरक्षण करते. अतीसूक्ष्म कणांचा वापर करून बनविलेले, खाता येतील असे बहुपदरी आवेष्टन यांचा अनुप्रयोग ताजी फळे व भाज्या, बेकरी उत्पादने व गोड पदार्थ (मिठाई) मध्ये केला जातो. इथे ते या पदार्थांमधील आर्द्रता निघून जाणे, कोरडे पडणे, तेल निघून जाणे, वायू व स्वाद निघून जाणे यांपासून रक्षण करते. काही वेष्टनांमध्ये सूक्ष्मसंवेदक (नॅनोसेन्सर) बसवलेले असतात जे ग्राहकाला पदार्थ खाण्यासाठी योग्य नाही याबाबतचे संकेत देऊन सावध करतात किंवा पूर्वकल्पना देतात. त्याहीपुढे, बुद्धिमान अन्न आवेष्टन (इंटेलिजंट फुड पॅकेजिंग), तसेच नॅनोसेन्सर बसवलेले आवेष्टन हे ग्राहकाला आवेष्टनबंद (पॅकेजिंग) केलेल्या पदार्थांच्या स्थितीबद्दल माहिती प्रदान करतात.

नॅनोटेक्नॉलॉजी ही अन्न प्रक्रिया उद्योग व पॅकेजिंग क्षेत्रामध्ये अभिनव संशोधन व नाविन्यपूर्ण शोध करण्याची संधी देते, जे की ग्राहक व उद्योग दोघांनाही उपयोगी पडते.

**व्याख्या :** 1 नॅनोमीटर (nm) ते 100 नॅनोमीटर (nm) यामधील आकारांच्या कणांचा व घटकांचा अभ्यास व उपयोग यास नॅनोटेक्नॉलॉजी असे संबोधतात. उदा. 100 नॅनोमीटर आकाराचे किमान 8000 कण एकत्रित केल्यास ते एका केसाच्या जाडीबरोबर असेल.

## तुम्हाला माहित आहे का ?

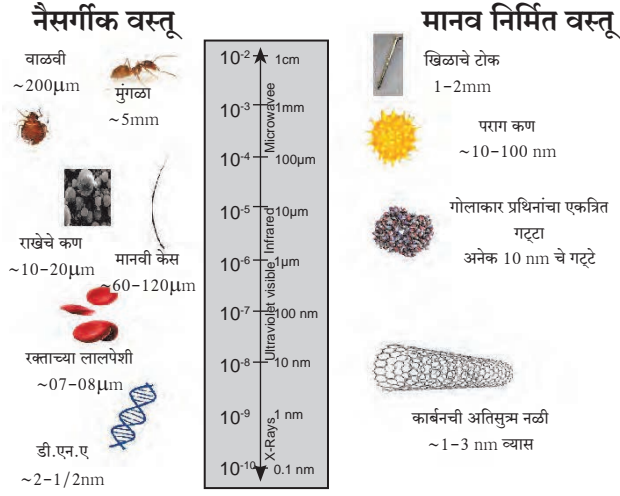
## नॅनोटेक्नॉलॉजी म्हणजे काय ?

“1 नॅनोमीटर (nm) ते 100 नॅनोमीटर (nm) या आकारासाठी आयोजित केलेले विज्ञान, अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञान म्हणजेच नॅनोटेक्नॉलॉजी”.

- अतीसूक्ष्म आकारांच्या घटकांना समजून घेणे व नियंत्रीत ठेवणे.
- नॅनो (NANO) हा शब्द ग्रीक भाषेमधून घेतला आहे, ज्याचा अर्थ बुटका किंवा खुजा असा होतो.
- 1 मीटर चा अब्जावधीचा भाग म्हणजे 1 नॅनोमीटर (1 मीटर चा  $10^{-9}$  वा भाग)

## नॅनोटेक्नॉलॉजीचे जनक : रिचर्ड फेय्नमन.

अनेक संशोधक शतकांपासून अतीसूक्ष्म कणांवरती (नॅनोपार्टिकल) अभ्यास व काम करत आहेत, परंतु त्यांच्या या कामाची परिणामकारकता ही या नॅनोपार्टिकल्स ची संरचना पाहता न आल्यामुळे सांगता आली नाही. विविध वस्तूंची तुलना करून नॅनोमेटेरियल चा आकार उमगण्यासाठी खाली काही उदाहरणे देण्यात आलेली आहेत. सदर सारणीमध्ये / तक्त्यामध्ये उघड्या डोळ्यांनी कशाचाही वापर न करता पाहता येईल अशा वस्तु उदा. मुंगी, सर्वात वरच्या भागात व त्या खालोखाल वस्तूंचा आकार लहान होत जातो. सर्वात खालच्या भागात “ATP” रेणू जे मानवाच्या शरीरात अन्नपदार्थांपासून साठविलेली उर्जा आहे.



**आकृती 15.1 : नॅनो (<100 nm) व मायक्रो (>100 nm) या आकाराच्या श्रेणीमध्ये येणारे नैसर्गिक व मानवनिर्मित वस्तुंचे छायांकित प्रदर्शन.**

अतिसूक्ष्म कणांना पाहता येण्याच्या कलेमुळे, उद्योगधंदे व संशोधन क्षेत्रामध्ये क्रांती घडण्याच्या दृष्टीने नव्या संधी उपलब्ध झालेल्या आहेत. कारण, नॅनोटेक्नॉलॉजी हा तांत्रिक बाबींचा असा मुलभूत संच आहे की जो घटकांच्या गुणधर्मांमध्ये आमुलाग्र बदल करण्याची संधी प्रदान करतो, व त्यांचा अनुप्रयोग करण्याच्या असंख्य वाटा दाखवितो.

### 15.1 अन्न प्रक्रिया उद्योगामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे अनुप्रयोग

संशोधकांनी अन्न प्रक्रियेमधील काही क्षेत्रे निर्दिष्ट केलेली आहेत. ती खालीलप्रमाणे:

#### अन्न सुरक्षा:

शेतातील उत्पादनापासून ते ग्राहकांच्या चमच्यापर्यंत पदार्थ आणण्याच्या प्रक्रिया साखळीच्या प्रत्येक घटकामध्ये नॅनोटेक्नॉलॉजीचा अनुप्रयोग करून अन्न सुरक्षा चांगल्या पद्धतीने साधता येते. या घटकांमध्ये शेतीपूरक कार्य, शेती उत्पादन प्रणाली, कापणीनंतरचे नियोजन, व व्यवस्थापन, अन्न प्रक्रिया, बाजार व शेवटी ग्राहक यांचा समावेश होतो.

#### अन्न खराब होण्यापासूनचे संरक्षण:

अन्न पदार्थांची टिकून राहण्याची क्षमता नॅनोटेक्नॉलॉजी च्या सहाय्याने वाढविता येते व त्यामुळे जंतूंचा संसर्ग होऊन अन्नपदार्थ खराब न होण्यास व कचरा निर्मुलनास मदत होते.

#### नाविन्यपूर्ण पदार्थ निर्मिती:

एनकॅप्सुलेशन, इमल्शन, बायोपॉलिमर घटक, सर्वसाधारण द्रावण व कोलॉइड्स यामध्ये नॅनोटेक्नॉलॉजी चा वापर होतो. पदार्थांची चव, पोत व स्वरूप यांमध्ये सुधारणा करण्याच्या दृष्टीने अनेक अतिसूक्ष्म अन्न घटकांची निर्मिती करण्यात आलेली आहे.

#### अन्न प्रक्रिया:

अन्न प्रक्रियेमध्ये नॅनोटेक्नॉलॉजीचे महत्त्व हे त्याच्या अन्न पदार्थांच्या गुणवत्तेमध्ये झालेल्या सुधारणेवरून, पडताळणी करून ठरविली जाते. यामध्ये पुढील गुणधर्म तपासले जातात. (i) पदार्थाचा पोत व स्वरूप (ii) पदार्थाचे रूप (iii) चव (iv) पोषणमुल्य आणि (v) टिकवणकाळ.

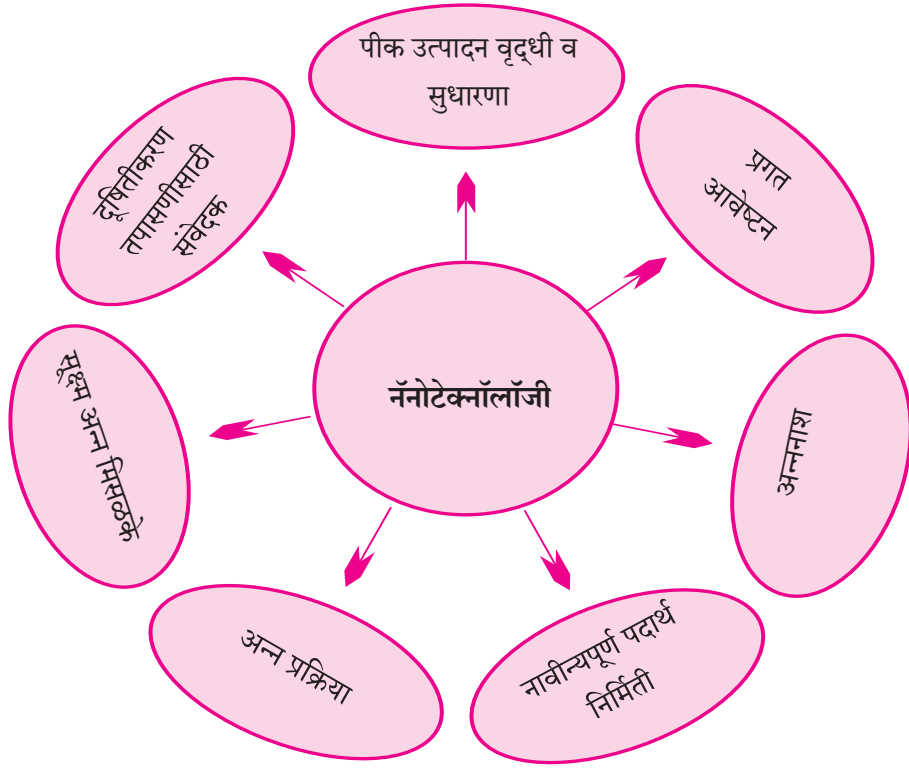
अन्न गुणवत्ता वृद्धीसाठी नॅनोटेक्नॉलॉजी यासारखे अनेक पर्याय पुरविते व पोत, चव व स्वरूप वाढीसाठी सुद्धा मदत करते.

#### अतिसूक्ष्म मिसळके:

नॅनो कणांचा वापर अन्न मिसळके म्हणून केला जातो. यामुळे अन्न जीवांच्या संसर्गापासून व दुषितीकरणापासून दूर ठेवले जाते व त्याचा टिकवणकाळ लांबविला जातो. यामुळे पदार्थाचा टिकवणकाळ, पोत, स्वाद, पोषणमूल्य यांवर प्रभाव पडतो, व अपायकारक सूक्ष्मजीव शोधण्यास व गुणवत्ता दर्शविण्यासाठी कार्यान्वित होतो.

#### दुषितीकरण तपासणीसाठीचे संवेदक :

नॅनोटेक्नॉलॉजीचा वापर अतिसूक्ष्म संवेदक (नॅनोसेन्सर) बनविण्यासाठी केला जातो. याद्वारे कच्चा माल व प्रक्रिया केलेल्या पदार्थांचे निरीक्षण व पृथक्करण अगदी कमी वेळेत करण्यास सुलभ होतो. याचा वापर प्रक्रियेदरम्यान व वाहतुकी दरम्यान केला जातो. यांचा वापर दुषितीकरणासाठी कारणीभूत असणारे घटक (कॅन्टॉमिनंट्स), सूक्ष्मजीवी विषारी घटक (मायकोटॉक्सीन्स) व सूक्ष्मजीव यांची उपस्थिती सिद्ध करण्यासाठी केला जातो. इलेक्ट्रॉनिक नाक (इलेक्ट्रॉनिक नोझ) हे नॅनोटेक्नॉलॉजीवर आधारित असणाऱ्या संवेदकाचे उत्तम उदाहरण आहे.



आकृती 15.2 : नॅनोटेक्नॉलॉजीचे अनुप्रयोग व वापर

#### पीक उत्पादनामध्ये सुधारणा:

नवीन कृषी रसायने, खते व नवीन वितरण यंत्रणा, पीक उत्पादन सुधारणेसाठी व रासायनिक कीटकनाशकांचा वापर कमी करण्यासाठी नॅनोटेक्नॉलॉजी सहाय्य करते.

#### 15.2 पॅकेजिंग क्षेत्रामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे अनुप्रयोग:

नॅनोपॉलिमर हे पारंपरिक आवेष्टन साहित्याची जागा घेत आहेत. एक आदर्श आवेष्टन किंवा पॅकेजिंग होण्यासाठी त्यामध्ये वायू व पाणी यांच्या प्रवाहास विरोध करण्याची क्षमता जास्त असावी, व त्याचबरोबर त्यामध्ये आघात सोसण्याची क्षमता जास्त असावी व ते जैविकदृष्ट्या विघटन होणारे (पर्यावरणपूरक) असावे. बायोडिग्रेडेबल असे असावे. नॅनोटेक्नॉलॉजीवर आधारित “स्मार्ट” “ॲक्टिव” पॅकेजिंग, पारंपारिक पॅकेजिंगच्या तुलनेत अधिक चांगल्या गुणधर्मांनी युक्त आहे. यामध्ये, त्यांच्यात यांत्रिक आघात सोसण्याची क्षमता, रोधक गुणधर्म, सूक्ष्मजीव रोधक गुणधर्म ते रोगजनक जीवाणूंना शोधून ग्राहकाला सतर्क करण्याचे काम करून, पदार्थाच्या गुणवत्तेबद्दल सूचना देणे यांचा समावेश होतो.

पॅकेजिंग व कोटिंग (आवरण) देण्यासाठी “नॅनो काम्पोझीट्स” या कार्यक्षम घटकाचा वापर केला जातो. अतिसूक्ष्म अन्न आवेष्टनाचे (फूड नॅनो पॅकेजिंग) वर्गीकरण व कार्ये आकृती क्र. 15.3 मध्ये दर्शविलेली आहेत.

अन्नपदार्थ आवेष्टन / पॅकेजिंगमधील वापरलेले नॅनोटेक्नॉलॉजीची उदाहरणे:

- नॅनोपार्टिकल्स व ॲन्टीबायोटिक्स यांची जोडणी करून रसायने व अपायकारक जीवजंतू यांना शोधणे.
- जैविकदृष्ट्या विघटन होणारे नॅनोसेन्सरस यांचा वापर तापमान, पाणी (आर्द्रता) व वेळ नियंत्रणासाठी करणे.
- “नॅनोक्ले” आणि “नॅनोफिल्म” यांचा वापर रोधक म्हणून करणे की ज्यामुळे पदार्थ खराब होणे किंवा ऑक्सिजन वायूचे शोषण थांबते.
- इथिलिन गॅस (वायू) तपासण्यासाठीचे “इलेक्ट्रोकेमिकल नॅनोसेन्सरस”
- नॅनोपारटिकल्स चा वापर करून जीवाणूरोधक व बुरशी रोधक थर पृष्ठभागावर देणे.



### आकृती 15.3 : अतिसूक्ष्म अन्न आवेष्टनाचे वर्गीकरण आणि कार्ये

#### तुम्हाला माहित आहे का ?

- छोट्या गोष्टींमध्येच प्रचंड बदल घडवण्याची क्षमता असते.
- नॅनोटेक्नॉलॉजी ही भविष्यासाठीचे प्रगत तंत्रज्ञान आहे.

#### लक्षात ठेवण्याचे मुद्दे

- नॅनोटेक्नॉलॉजीने रूची निर्माण करणारे गुणधर्मयुक्त असे नावीन्यपूर्ण घटक बनविलेले आहेत.
- नॅनोमेटेरियल हे अन्न आवेष्टन बंद करणे व अन्न सुरक्षेसाठी अद्वितीय अनुप्रयोग पुरविते.
- अन्न प्रक्रिया व पॅकेजिंगमध्ये नावीन्यपूर्ण विकासाच्या दृष्टीने नॅनोटेक्नॉलॉजी खूप मोठ्या प्रमाणात संधी उपलब्ध करून देते.
- नॅनोपार्टिकलस् चे काही महत्त्वाचे अनुप्रयोग किंवा वापर म्हणजे अन्न सुरक्षा, अन्न खराब होण्यापासून संरक्षण, नावीन्यपूर्ण पदार्थ बनविणे, अन्न प्रक्रिया, अतिसूक्ष्म अन्नघटक, दूषितीकरण तपासणीसाठीचे संवेदक, पीक उत्पादन वृद्धी व सुधारणा आणि प्रगत अन्न आवेष्टन.

#### कृती :

1. तापमान दर्शवणारे वेष्टन जमा करा आणि वातावरणामध्ये बदल घडवून त्यांच्यामध्ये होणारे बदल तपासा.
2. रंग बदलणारी खेळणी जमा करा व त्यांच्यामध्ये तापमानाच्या बदलामुळे होणारा बदलाची नोंद करा.

**प्र.१ (अ) योग्य पर्यायाची निवड करा:**

- नॅनो पार्टिकल्स चा आकार ..... (nm)  
दरम्यान असतो.  
(1-100nm, 1-100mm, 1-100m)
- नॅनोटेक्नॉलॉजीचे जनक ..... आहेत.  
(निकोलस अपर्ट, रिचार्ड फेयनमन, लुइसपाश्चर)
- अन्नपदार्थाच्या ..... मध्ये  
नॅनोटेक्नॉलॉजीमुळे सुधारणा होते.  
(शेल्फ लाइफ, अन्ननाश, तपकीरीकरण)
- अन्नपदार्थाचे ..... चे जलद पृथक्करण  
करण्यासाठी नॅनोटेक्नॉलॉजीचा वापर करून  
नॅनोसेन्सर तयार केले आहेत.  
(फक्त कच्चे, फक्त प्रक्रियायुक्त, कच्चे आणि  
प्रक्रियायुक्त)

**(ब) जोड्या जुळवा:**

घटक	कार्ये
i. नावीन्यपूर्ण पदार्थ	अ) अन्न मिसळके
ii. अतिसूक्ष्म कण	ब) एनकॅप्सुलेशन
iii. अतिसूक्ष्म संवेदक	क) वेष्टणीकरण
iv. अतिसूक्ष्म पॉलीमर	ड) अन्न तपासणी
	इ) अन्नसुरक्षा

**(ब) खालील विधाने चुक की बरोबर ते लिहा:**

- नॅनोटेक्नॉलॉजी हे अतिसूक्ष्म लघुघटक यांचे शास्त्र आहे, ज्याचा अन्न उद्योगक्षेत्रावर मोठा परिणाम आहे.
- अतिसूक्ष्म कणांचा आकार १०० मीटर इतका असतो.
- यांत्रिक नाक हे नॅनोटेक्नॉलॉजी वर आधारित असणाऱ्या संवेदकाचे खूप उत्तम उदाहरण आहे.

- रोधक क्षमता सुधारण्यासाठी नॅनोमॅटिरिअल साहाय्य करतात.

**प्र.२ थोडक्यात उत्तरे लिहा.**

- अन्नशास्त्र आणि तंत्रज्ञानामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे अनुप्रयोग यांची यादी करा.
- अतिसूक्ष्म मिसळके यांचे वर्णन करा.
- अन्न वेष्टणीकरणामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीची भूमिका स्पष्ट करा.
- अतिसूक्ष्म अन्न वेष्टणाची यादी करा.

**प्र.३ लघुत्तरी प्रश्न.**

- नॅनोटेक्नॉलॉजी म्हणजे काय ?
- अन्न उद्योगातील नॅनोटेक्नॉलॉजीच्या उदाहरणांची यादी करा.

**प्र.४ दीर्घोत्तरी प्रश्न.**

- अन्न प्रक्रिया उद्योगामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे वर्णन करा.
- अन्न वेष्टणीकरणामधील नॅनोटेक्नॉलॉजीचे वर्णन करा.

**❖ प्रकल्प :**

दैनंदिन जीवनातील अन्नपदार्थांमधील नॅनोटेक्नॉलॉजीची भूमिका याबाबत माहिती गोळा करा.

...