२. रेशीम
नैसर्गिक प्रथिनजन्य तंतू

सांगा पाहू?

- *भारतामध्ये पारंपरिक वस्त्रांच्या निर्मितीसाठी कोणत्या तंतूचा वापर सर्वात जास्त केला जातो?*
- *रेशीम तंतूंचे प्राप्तीस्थान कोणते?*
- *रेशीम वस्त्र तुम्ही कधी परिधान केले आहे का? सुती वस्त्रांच्या तुलनेत कोणत्या बाबतीत ते वेगळे वाटते?*
- *रेशीम तंतूच्या शोधाशी निगडीत चायनीज कथा तुम्ही वाचली आहे का?*

या प्रकरणामध्ये आपण रेशीम तंतूविषयी सखोल माहिती घेऊया.

२.१ प्रस्तावना

रेशीम हा नैसर्गिक प्रथिनजन्य तंतू आहे. विशिष्ट अळीने स्रवलेल्या प्रथिनयुक्त लाळेपासून हा तलम व लांब (फिलॅमेंट) तंतू तयार होतो. अनेक शतकांपासून रेशीम तंतू हा त्याच्या अंगी असणाऱ्या गुणधर्मामुळे प्रसिद्ध आहे. म्हणूनच या वस्त्र तंतूला **'वस्त्रतंतूची सम्राज्ञी'** (Queen of fabrics) असे म्हणतात.

अळीच्या कोषावरून मिळणाऱ्या या तंतूचे कापडात रूपांतर करता येण्याचा शोध इ.स.पू. २६०० काळात चीनमध्ये लागला. कोषापासून तंतू मिळवून धागा निर्माण करण्याचे तंत्र चीनच्या सम्राटांनी अवगत केले व चीनमध्ये रेशीम उद्योग विकसित केला. जवळ जवळ २००० वर्षापर्यंत चीनने हे तंत्रज्ञान गुप्त ठेवले. यानंतर इ.स.पू. ३००० वर्षांपासून हळूहळू पर्शिया, दक्षिण पूर्व युरोप, स्पेन, इटली, फ्रान्स इ. ठिकाणी रेशीमनिर्मिती होऊ लागली.

भारतातही पुराणकालापासून रेशीम वापरात असल्याचे उल्लेख मनुस्मृती, रामायण, महाभारत, ऋग्वेद इ. ग्रंथात आढळतात. पाश्चिमात्य इतिहासकारांच्या मते ख्रि.पू. १४० वर्षांपासून भारतात रेशीम उद्योग विकसित झाला. जपानमध्ये मोठ्या प्रमाणावर रेशीम निर्मिती होऊ लागली.

इंटरनेट माझा मित्र!

प्राचीन काळी होऊन गेलेला चीन देशाचा सम्राट हयाँग-टी (Huang-ti) व सम्राज्ञी स्लींग-ची (Siling-chi) या दोघांशी निगडीत असलेली रेशीम तंतूच्या शोधाची रोचक कथा शोधा व तुमच्या वर्गात त्यावर चर्चा करा.

चित्र क्र. २.१ चीन देशातील प्राचीन कालीन रेशीम उत्पादन

- **रेशीम उत्पादक प्रदेश**

रेशीम उत्पादनात जगात जपान हा देश पहिल्या क्रमांकावर आहे. याशिवाय

पुढील देशांमध्ये प्रामुख्याने रेशमाचे उत्पादन केले जाते. चीन, कोरिया, भारत, ब्रम्हदेश, इराण, रशिया, लेबेनॉन, सिरिया, ग्रीस, रुमानिया, बल्गेरिया, हंगेरी, युगोस्लाव्हीया, स्पेन, इटली, पोलंड, ब्राझिल, पेरू, इंडोनेशिया, थायलंड इत्यादी.

रेशीम तंतू बनवणाऱ्या पाळीव जंगली पतंगकुलीय कीटकांच्या अनेक जाती पौर्वात्य प्रदेशात आढळतात. भारतात रेशीम उद्योगात वापरल्या जाणाऱ्या सर्व महत्त्वाच्या जाती आढळतात.

भारतात कर्नाटक, आंध्र प्रदेश, तामिळनाडू, पश्चिम बंगाल, आसाम, मणिपूर या राज्यात रेशमाचे उत्पादन प्रामुख्याने होते. याशिवाय काश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तर प्रदेश, नागालँड इ. ठिकाणीही होते.

इतिहासात डोकावून बघताना!

प्राचीन काळी चीन व पश्चिमेकडील देशांना व्यापारासाठी जोडणारा मार्ग होता. हा मार्ग **'सिल्क रूट'** (Silk Route) ह्या नावाने ओळखला जात असे. जगातील चीन व रोमन या दोन प्राचीन संस्कृतींना जोडणारा हा उपयुक्त मार्ग होता. यामुळे या दोन्ही संस्कृतींमध्ये विविध संकल्पना व वस्तू यांचे आदान प्रदान होत असे. चीनमधून रेशीम पश्चिमेकडील देशात निर्यात केले जाई तर लोकर, सोने, चांदी इ. मौल्यवान वस्तू पश्चिम देशातून पूर्वेला निर्यात केल्या जात असत.

'सिल्करूट'चा मार्ग

चीन→भारत→मेसोपोटामिया→इजिप्त→
आफ्रिका खंड→ग्रीस→रोम (इटली)→इंग्लंड.

भारतामधून जाणारा प्राचीन सिल्करूट हा तिबेटची राजधानी ल्हासा, सिक्कीम, नथुला खिंडी (Nathula Pass) मधून जात असे.

२.२ रेशीम तंतूची उत्पादन प्रक्रिया

- **पाळीव रेशीम (Cultivated Silk)**

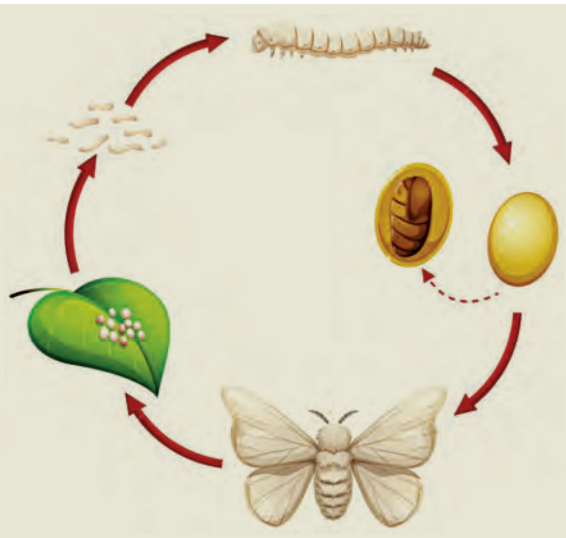
रेशीम तंतू मिळवण्यासाठी मुद्दाम कीटक पाळून कोषांची निर्मिती केली जाते. याला **सेरीकल्चर** असे म्हणतात. **बॉम्बिक्स मोरी** जातीच्या रेशीम कीटकापासून पाळीव रेशीम उत्पादित करतात. याला तुती रेशीम असेही म्हणतात. कारण या कीटकांना अन्न म्हणून केवळ तुतीची पाने वापरली जातात.

चित्र क्र. २.२ – तुतीची (Mulberry) लागवड

तक्ता क्र. २.१
रेशीम तंतूपासून धागा उत्पादन प्रक्रियेतील पायऱ्या

१. किटकांचे संगोपन (Sericulture)
↓
२. कोषापासून धागा निर्मिती (Filature)
↓
३. निर्गोंदीकरण (Degumming)
↓
४. वजन वाढविणे Weighting

१. कीटकांचे संगोपन (रेशमी कीटकांचे जीवनचक्र) (Sericulture): रेशमी कीटक अल्पायुषी असून त्यांचे आयुष्य दोन महिने असते. या कालावधीत जीवनचक्राच्या अंडी→अळी→कोष→पतंग या चार अवस्थांमधून जातो. रेशीम उत्पादनात या चारही अवस्था महत्त्वाच्या असतात. रेशमाचे कीटक वाढवणे अत्यंत काळजीपूर्वक शास्त्रीय पद्धतीने व जागरूकतेने करणे आवश्यक असते.



चित्र क्र. २.3 रेशमी किटकाचे जीवनचक्र

- **अंडी :** संयोगित मादी संयोगानंतर काही तासातच अंडी घालण्याच्या विशिष्ट कार्डांवर अंडी घालू लागते. ही अंडी एकाच थरात, एकमेकांना चिटकून घातली जातात. मादी एकावेळी ३५० ते ४०० अंडी घालते. ही अंडी खसखशीप्रमाणे लहान असून लंबगोलाकार असतात.

चित्र क्र. २.4 कार्डावरील रेशमी किड्याची अंडी

- **अळी :** १० ते १२ दिवसांनी अंडी फुटून मुंगीच्या आकाराएवढ्या लहान, केसाळ आळ्या बाहेर पडतात. ही नवजात अळी खादाड असून जन्मानंतर लगेच तुतीची पाने खायला सुरुवात करते. आळीचा वाढीचा वेगही अधिक असतो. याकाळात तिला रोज पाच वेळा तुतीची पाने दिली जातात. एकूण चार वेळा कात टाकल्यानंतर तिची वाढ पूर्ण होते. यावेळी अळी साडेतीन इंच लांब असते. तिची त्वचा पारदर्शक होते. यासाठी २० ते ३० दिवस लागतात.

चित्र क्र. २.५ रेशमी कीटकांची अळी

- **कोष :** कोष बनवण्यास तयार झाल्यानंतर अळी कोषासाठी योग्य आधार किंवा जागा शोधते. तिच्या जिभेसारख्या मुखाकडील अवयवाच्या सूक्ष्म छिद्रातून (स्पिनरेट) द्रव रेशीम बाहेर पडते. हे तारेच्या स्वरूपात असून हवेशी संयोग होताच

त्याचे चकचकीत मऊ रेशमात रूपांतर होते. हे रेशीम दुहेरी असून त्याला फायब्राईन म्हणतात. चिकट गोंदाने हे एकत्र धरले जाते. या गोंदाला सेरीसीन म्हणतात. कोषबांधणीसाठी अळी इंग्रजी आठ आकड्याच्या आकारात डोक्याची सतत हालचाल करते व अखंड रेशीम तंतूपासून कोष तयार करते. कोष तीन ते चार दिवसात पूर्ण होतो. याचा आकार भूईमुगाच्या शेंगेएवढा असतो. अळी पाचवी कात टाकून कोषकीटकावस्थेत (प्यूपा) जाते. या कोषा आतील कीटकाला 'कोषस्थ किटक' असे म्हणतात. कोषावस्थेतच याचे पतंगात रूपांतर होते.

चित्र क्र. २.६ कोष

चित्र क्र. २.७ कोषस्थ अळी

- **पतंग :** कोषस्थ कीटकाची पूर्ण वाढ होऊन पतंग बाहेर पडतो. पतंग लाळेच्या सहाय्याने कोषाला भोक पाडतो. लाळेमुळे तेथील रेशीमतंतू कमकुवत होतात. यातून नर किंवा मादी पतंग बाहेर पडतात. काही तासात त्यांचा संयोग होतो व लगेच मादी अंडी घालण्यास सुरुवात करते. यानंतर साधारणतः ७ ते ८ दिवसांनी मादी, तर ३ ते ४ दिवसांनी नर मरतात व रेशीम कीटकांची जीवनावस्था संपते.

चित्र क्र. २.८ पतंग

- **स्टोव्हिंग (Stoving) :** चांगल्या दर्जाचे रेशीम कापड तयार करण्यास अखंड न तुटता रेशीम मिळणे आवश्यक असते. जर कोशातील कीटक पक्व कोश फोडून बाहेर पडला तर कोशावरून अखंड रेशीम मिळणे शक्य होत नाही. यासाठी कोशावस्थेत कीटकाची पूर्ण वाढ होऊ दिली जात नाही. गरम पाणी किंवा वाफ वापरून कोशातील किटक मारला जातो. त्यामुळे कोश चांगल्या स्थितीत राहतो याला स्टोव्हिंग असे म्हणतात. काही चांगले कोश निवडून त्यांची पूर्ण वाढ होऊ दिली जाते. यामुळे पुढील जीवनचक्र सुरू रहाते.

२. **कोषापासून धागा निर्मिती फिलेचर (Filature) :** पक्व व पूर्ण वाढीच्या रेशीम कोषांपासून रेशमी तंतू सोडवून धागा बनवला जातो. यासाठी प्रथम कोषाची प्रतवारी करावी लागते. कोषाचा रंग, पोत, आकार, वजन यांचा प्रतवारी करताना विचार करतात.

कोषावरील तंतू गोंदासारख्या चिकट पदार्थामुळे एकमेकांना चिकटलेले असतात. या चिकट पदार्थास सिरिसिन किंवा चिकटा असे म्हणतात. तंतू उलगडता येण्यास हा चिकटा मऊ होणे आवश्यक असते. यासाठी कोष पाण्यात उकळवतात. यामुळे चिकटा मऊ होतो व तंतू सुटे होतात.

यानंतर कोषांवरील तंतू सोडवून गुंडाळण्याची प्रक्रिया या पायरीत केली जाते. प्रत्येक कोषावरील तंतू अतिशय तलम व नाजूक असल्यामुळे त्यापासून वस्त्र विणता येते नाही. त्यासाठी तीन ते दहा कोषांवरील तंतू एकत्रितपणे सोडवले जातात. ह्या प्रक्रियेला गुंडाळणे (Reeling) असे संबोधतात. रेशमाचे

धाग्यात रूपांतर करण्यासाठी पीळ देण्याची प्रक्रिया केली जाते. अशाप्रकारे अनेक अखंड रेशमी तंतूना एकत्रित पीळ देऊन जो एकेरी धागा बनतो त्याला 'थ्रोन सिल्क' असे म्हणतात व या पीळ देण्याच्या प्रक्रियेला थ्रोविंग असे म्हणतात.

चित्र क्र. २.९ कोषापासून धागा निर्मिती

३. **निर्गोंदीकरण (Degumming) :** तयार झालेल्या रेशमी धाग्यात चिकटा किंवा गोंद असतो. त्यामुळे रेशमाची नैसर्गिक चमक व मऊपणा जाणवत नाही. यासाठी रेशमातील गोंद काढून टाकतात. याला निर्गोंदीकरण म्हणतात. यामुळे धागे चमकदार दिसतात व त्यांना मऊपणा प्राप्त होतो. ही प्रक्रिया पाण्याच्या व अल्कलीयुक्त घटकांच्या सहाय्याने करतात. काही वेळा पाण्यात डिटर्जंट मिसळतात. त्यामुळे प्रक्रियेचा दर्जा सुधारतो. रेशमाच्या वजनात या प्रक्रियेनंतर जवळ जवळ २५% घट होते. त्याचा रंग मूळ रंगापेक्षा फिका होतो. निर्गोंदीकरण रेशमी धागे तसेच कापडांवरही करता येते. धाग्यांना रंगविण्यापूर्वी निर्गोंदीकरण करतात. कापडावर निर्गोंदीकरण करताना इतर कोणतेही संस्करण करण्यापूर्वी ही प्रक्रिया करतात.

चित्र क्र. २.१० निर्गोंदीकरण

४. **वजन वाढविणे (Weighting) :** रेशमाच्या व्यापारात वजनानुसार रेशमाची किंमत निश्चित केली जाते. निर्गोंदीकरण प्रक्रियेमध्ये घटलेल्या वजनामुळे रेशमाची किंमत वाढते. हा तोटा भरून काढण्यासाठी रेशमी वस्त्रांसाठी काही धातुज पदार्थांची (मेटॅलिक सॉल्ट) प्रक्रिया केली जाते. वजन वाढविण्याची प्रक्रिया रंगविण्याच्या पायरीत करतात. त्यामुळे रेशमाचे वजन वाढते व किंमत कमी होते. परंतु भारत, जपान यासारख्या देशांत ही पद्धत गैर समजली जाते. भारतात फक्त कमी प्रतीच्या उदा. कोरा सिल्कसाठी वजन वाढविण्याची प्रक्रिया करतात.

तक्ता २.२
निर्गोंदीकरण व वजन वाढवणे यातील फरक

	निर्गोंदीकरण		वजन वाढवणे
१.	रेशीम धागे किंवा कापड यातील 'सेरिसीन' हा चिकट पदार्थ काढून टाकण्याची प्रक्रिया	१.	सेरिसीन काढून टाकल्यानंतर कमी झालेले वजन भरून काढण्यासाठी केलेली प्रक्रिया
२.	रेशमाचे वजन सर्वसाधारणपणे २५% ने घटते	२.	निर्गोंदीकरणात कमी झालेले वजन वाढते.
३.	रेशमाला नैसर्गिक चमक व गुळगुळीतपणा प्राप्त होतो	३.	कापड थोडेसे चुरचुरीत होऊन आच्छादनक्षमता (ड्रेपिंग क्वालिटी) सुधारते.
४.	पाणी व डिटर्जंट वापरून ही क्रिया करतात.	४.	रेशमावर धातूजक्षरांची क्रिया करतात.
५.	रंगवण्याच्या प्रक्रियेपूर्वी ही क्रिया करतात	५.	रंगवण्याच्या प्रक्रियेबरोबरच एकत्रितपणे किंवा रंगवण्याच्या प्रक्रियेनंतर करतात.

२.३ रेशमी तंतूचे गुणधर्म

- **सूक्ष्मदर्शकीय गुणधर्म (Microscopic Properties) :**

सूक्ष्मदर्शकाखाली हे तंतू तलम, पारदर्शक व गुळगुळीत दिसतात. तंतू बहुतांशपणे नियमित, एकसारख्या जाडीचे असतात. जर निर्गोंदीकरण संपूर्णतः केले गेले नाही तर तंतूच्या पृष्ठभागावर गोंदाचे ठिबके आढळतात.

(सूक्ष्मदर्शकीय रचनेसाठी प्रात्यक्षिक क्र. ६ पहा.)

रेशमाची सूक्ष्मदर्शकीय वैशिष्ट्ये
- गुळगुळीत दंडाकृती तंतू
- उत्कृष्ट चमक
- अत्यंत तलम तंतू
- काही वेळा गोंदाचे ठिपके.

भौतिक गुणधर्म :

- **लांबी :** रेशमी तंतू हा अतिशय तलम व लांब असतो. सर्वसाधारणपणे तंतूंची लांबी ही सुमारे ९०० ते १२०० मीटर पर्यंत असते, पण काही तंतू हे सुमारे २८०० मीटर इतके लांब असू शकतात.
- **चमक :** निर्गोंदीकरण केलेला रेशमी तंतू हा अतिशय चमकदार असतो, म्हणून त्यास 'वस्त्रसाम्राज्ञी' म्हणतात. जंगली रेशीम हे कमी चमकदार असते.
- **मजबूती :** रेशमी तंतू हा इतर सर्व नैसर्गिक तंतूपेक्षा जास्त मजबूत आहे. पण ओल्या तंतूंची मजबूती ही कोरड्या तंतूपेक्षा सुमारे १५% ते २५% कमी होते, त्यामुळे धुलाई करताना तंतूंची विशेष काळजी घेणे आवश्यक आहे.
- **स्थितीस्थापकता व तन्यता :** रेशमी तंतू हा चांगला स्थितीस्थापक आहे. पण लोकरी तंतूंच्या तुलनेत याची स्थितीस्थापकता व तन्यता थोडी कमी आहे. ओल्या रेशमी तंतूंची तन्यता ही कोरड्या तंतूपेक्षा जास्त आहे.
- **चूणीविरोधकता :** लोकरी तंतू खालोखाल रेशमी तंतूंची चूणीविरोधकता आहे. सर्वसाधारणपणे या तंतूंची चूणीविरोधकता चांगली आहे. त्यामुळे या तंतूंपासून बनलेल्या कापडांना कमी चुण्या पडतात.
- **घनता :** या तंतूंची घनता १.२५- १.३४ ग्रॅम्स / घ.सें.मी. आहे, हा तंतू वजनाला सुती तंतूपेक्षा हलका लागतो.
- **आर्द्रताशोषकता :** हा तंतू चांगला आर्द्रताशोषक आहे. या गुणधर्मामुळे तंतूंचे रंगवणे व संस्करण सुलभ होते.

औष्णिक गुणधर्म :

- **उष्णतेचा परिणाम :** लोकरी तंतूप्रमाणेच हा तंतू ज्योतीमध्ये धरले असता सावकाश जळतो व जळणाऱ्या तंतूचा वास जळक्या केसाप्रमाणे असतो. तंतू जळल्यावर चुरगळता येणारी लहानगोळी तयार होते. ह्या तंतूवर उच्च तपमानाचा हानिकारक परिणाम होतो. म्हणून खूप उच्च तपमानाला कपड्यांना इस्त्री करू नये.
- **उष्णतावाहकता :** लोकरी तंतूप्रमाणेच या तंतूचीही उष्णतावाहकता कमी आहे, म्हणून ही हिवाळ्यात वापरण्यास योग्य असतात.

सांगा पाहू ?
आपण सणासमारंभासाठी बहुतेकवेळा रेशमी कपडे वापरणे पसंत करतो असे का ?
रेशमी कपड्यांची धुलाई करताना विशेष खबरदारी घेणे का आवश्यक आहे ?
तुमच्या हे लक्षात आले आहे का की रेशमी कपड्यांना वारंवार इस्त्री लागत नाही असे का ?
तुमची आजी किंवा आई रेशमी कपड्याची निगा राखण्यासाठी ते तलम सुती कापडात डांबराच्या गोळ्या घालून ठेवते हे तुम्ही पाहिले असेल. याचे कारण काय असू शकेल ?
रेशमी कपड्यांना इस्त्री करताना कमी तपमान का ठेवले जाते याचा विचार तुम्ही केला आहे का ?
• **या सर्व प्रश्नांची उत्तरे तंतूंच्या गुणधर्मात लपली आहेत.**

जैविक गुणधर्म :

१. **बुरशीचा परिणाम :** नैसर्गिक तंतूंच्या तुलनेत हा तंतू बुरशीचा उत्तम प्रतिकार करतो परंतु तंतू बराच काळ आले राहिले तर त्यावर बुरशी येण्याचा धोका असतो.

२. **कीटकांचा परिणाम :** स्वच्छ रेशमी कपड्यांवर कीटकांचा सहसा हानीकारक परिणाम होत नाही. परंतु गालिचा खाणाऱ्या कीटकांपासून हानी पोहोचते. हा तंतू प्रथिनजन्य गटातील असल्यामुळे सर्वसाधारणपणे कीटकांचा हानिकारक परिणाम होतो म्हणून कपड्याची दीर्घकालीन साठवण करताना योग्य काळजी घेणे आवश्यक आहे.

२.४ जंगली रेशीम (Wild Silk)

पाळीव तुती रेशीम कीटकाव्यतिरिक्त अन्य अनेक जातीच्या जंगली कीटकांच्या अळ्या रेशमी तंतू बनवतात. त्यापैकी पुढील जाती रेशीम उत्पादनासाठी वापरात असलेल्या आढळतात.

अँथरिया मायलिटा – टसर रेशीम

अँथेरिया आसामेन्सिस – मुगा रेशीम

फिलोसामियां रिसिनी – एरी रेशीम

हे कीटक तुतीच्या पानांऐवजी ओक, एरंडी, सोम सोअलूच्या पानांवर वाढतात. जंगली रेशमाचे तंतू जाड व अनियमित जाडीचे असतात. मिळणाऱ्या अन्नानुसार त्यांचा रंग वेगवेगळा असतो. बहुतेकदा हे रेशीम गडद छटांचे असते. यावर विरंजन व रंगविणे या क्रिया करणे अवघड असते. त्यामुळे अनेकदा नैसर्गिक रंगांचे धागे वापरून वस्त्र तयार करतात. यांना पाळीव रेशमापेक्षा कमी प्रमाणात चमक असते. कारण निर्गोंदीकरण प्रक्रियेत कमी प्रमाणात गोंद काढला जातो. ही कापडे दीर्घकाळ टिकणारी असून धुता येतात. तसेच यांची किंमत पाळीव रेशमापेक्षा कमी असते.

चित्र क्र. २.११ जंगली रेशमाचे धागे

चित्र क्र. २.१२ एरी रेशीम

चित्र क्र. २.१३ टसर रेशीम

तक्ता २.३
पाळीव रेशीम व जंगली रेशीम यातील फरक

	उत्पादित / पाळीव / संवर्धित रेशीम		जंगली / असंवर्धित रेशीम
१.	बॉम्बॅक्स मोरी या जातीच्या रेशीम कीटकापासून हे रेशीम मिळते.	१.	रेशीम कीटकांच्या अन्य प्रकारच्या जंगली जातीपासून हे रेशीम मिळते.
२.	हे रेशीम कीटक तुतीच्या पानांवर वाढतात.	२.	जंगली रेशीम कीटक ओक, एरंडी अशा झाडांच्या पानांवर वाढतात.
३.	अत्यंत नाजूक, गुळगुळीत, तलम व चमकदार तंतू.	३.	जाड, कमी गुळगुळीत, कमी चमकदार तंतू.
४.	फिकट पिवळसर पांढरा रंग.	४.	गडद छटा

२.५ कातीव रेशीम (Spun Silk)

धागानिर्मितीमध्ये वाया गेलेल्या तंतूंपासून उपलब्ध होणाऱ्या कमी प्रतीच्या आखूड रेशमी तंतूंपासून पिंजणे, विंचरणे, पेळू बनवणे इत्यादी प्रक्रिया करून जो रेशमी धागा बनवतात त्याला 'स्पन सिल्क' असे म्हणतात. पुढील वेगवेगळ्या कारणांमुळे आखूड तंतू मिळतात.

१. पतंग कोष फोडून पडल्यास अशा कोषांवरून.

२. दोन रेशीम अळ्यांनी एकच संयुक्त किंवा जुळा कोष विणल्यास.

३. कोषावरून तंतू सोडविण्यास सुरुवात करताना ब्रशने बाजूला केलेले जाड, ओबडधोबड तंतू तसेच शेवटचे तंतू.

४. गुंडाळणे, पिळणे या यांत्रिक प्रक्रियांमध्ये गुंतलेले, तुटलेले तंतू.

स्पन सिल्क हे गुंडाळलेल्या रेशमापेक्षा (reeled silk) कमी चमकदार, कमी मजबूत व कमी स्थितीस्थापक असते. याची किंमत कमी असते. यापासून बनवलेल्या कापडावर काही प्रमाणात लव दिसते व ते सुती कापडाप्रमाणे भासते. यांचा उपयोग जास्त प्रमाणात शांटुंग व पाईल कापडे बनवण्यासाठी होतो. यापासून मुख्यत्वे पोशाख सुशोभित करणाऱ्या फिती (Trimmings) वेलवेटची कापडे, विद्युतरोधक वस्त्रांसाठी करतात.

तक्ता २.४
संवर्धित रेशीम व कातीव रेशीम यातील फरक

	संवर्धित रेशीम (पाळीव रेशीम)		कातीव रेशीम (स्पन सिल्क)
१.	चांगल्या दर्जाच्या, न फुलेल्या कोशांपासून मिळते.	१.	फुटलेल्या, खराब झालेल्या कोशांपासून मिळते.
२.	कोशावरून सलग अखंड लांबीचे फिलमेंट मिळते.	२.	कोशावरून तुटलेल्या, कमी लांबीच्या, आखूड तंतूपासून बनते.
३.	अत्यंत गुळगुळीत, चमकदार व मजबूत तंतू.	३.	कमी गुळगुळीत, कमी चमकदार व कमी मजबूत तंतू.
४.	कापडाची किंमत जास्त	४.	कापडाची किंमत कमी
५.	खास समारंभाच्या वस्त्रांसाठी उपयोग.	५.	अस्तराची कापडे व संमिश्र कापडांमध्ये उपयोग.

२.६ रेशमी तंतूचे उपयोग

रेशीम तंतू हा बहुगुणी तंतू आहे. तो चमकदार, मजबूत, लवचिक व उत्तम आर्द्रताशोषक व चुणीविरोधक आहे. याचबरोबर तो स्पर्शाला मऊ व ऊबदारही वाटतो. या तंतूंच्या अंगी असलेल्या अष्टपैलू गुणांमुळे शतकानुशतके या तंतूंचा 'वस्त्रतंतूंची सम्राज्ञी' असा उल्लेख केला जातो.

रेशमी तंतूंच्या उत्तम आर्द्रता शोषकतेमुळे ते उन्हाळ्यात वापरण्यास सुखावह वाटतात. तसेच या तंतूंच्या कमी उष्णतावाहकतेमुळे थंडीत वापरण्याससुद्धा सोयीचे वाटतात.

पेहेरावासाठी उपयोग :

रेशमी तंतू हे अतिशय महाग असल्याने त्यांचा मुखत्वे पेहेरासाठी उपयोग केला जातो. या तंतूंच्या चमकदारपणामुळे या तंतूंपासून बनवलेले कपडे हे रुबाबदार दिसतात व खास समारंभासाठी उपयुक्त ठरतात. रेशमीतंतूपासून वधू पोषाख, जाकीट, पुरुषांचे, मुलांचे गुरुकुडते, टाय, डोक्याला बांधायचे रुमाल, साड्या इ. गोष्टी बनविल्या जातात. अत्याधुनिक फॅशनच्या पोशाखासाठी या तंतूंना जास्त मागणी आहे. कारण या तंतूंपासून अत्यंत तलम क्रेप कापडापासून जाड वजनाची भरजरी वस्त्रसुद्धा (ब्रोकेड) वस्त्रे बनविली जातात.

चित्र क्र. २.१४ पेहरावासाठी उपयोग

गृहसजावटीसाठी उपयोग :

या तंतूंचा काही प्रमाणात गृहसजावटीसाठीसुद्धा उपयोग करतात. उंची पडदे व सोफ्याच्या कापडामध्ये रेशमी संमिश्र कापडे वापरली जातात. तसेच काही वेळा उंची रेशमी रग्ज बनवण्यासाठी सुद्धा याचा उपयोग होतो.

चित्र क्र. २.१५ रेशमाचे गृहोपयोग

अवांतर उपयोग :

रेशमी तंतूचे अनेक अवांतर उपयोग आहेत. जसे राख्या बनवतानाचे धागे, भरतकामाचे धागे सजावटीच्या वस्तूसाठी, चमकदार रिबीनी, पर्स किंवा हँडबॅग्ज, केसाचे हेअरबॅन्डस्, बो इ. साठी.

चित्र क्र. २.१६ (अ) अवांतर उपयोग

चित्र क्र. २.१६ (ब) अवांतर उपयोग

तक्ता क्र. २.५
नैसर्गिक प्रथिनजन्य तंतूची समान वैशिष्ट्ये

	गुणधर्म	व्यवहारातील उपयोग
१.	चांगली चुणीविरोधकता	कमी चुरगळणारे वस्त्र
२.	चांगली आर्द्रताशोषकता व कमी उष्णता वाहकता	थंड दमट हवामानाच्या ठिकाणी वापरण्यास योग्य
३.	कमी ओली मजबूती	धुलाई व डाग काढणे यासाठी योग्य ती खबरदारी आवश्यक
४.	कमी घनता	हलक्या वजनाचे कपडे
५.	अल्काचा हानिकारक परिणाम	उदासीन साबण किंवा सौम्य अल्काचा धुलाईसाठी वापर
६.	कीटकांचा हानिकारक परिणाम	साठवण करताना कपड्यांची विशेष खबरदारी आवश्यक

तुमची बौद्धिक क्षमता वापरा :

१. ‘सिल्क रूट’चा मार्ग जगाच्या नकाशावर दाखवा.

२. खालील तक्ता पूर्ण करा.

सेरीकल्चर	→		→	
	→	वजन वाढविणे		

३. रेशमी कीटकाच्या जीवनचक्रांच्या पायऱ्यांचा योग्य क्रम तुम्हाला लावता येईल का ?

१) कोष २) अंडी ३) किटक
४) स्टोव्हिंग ५) अळी

४. खालील गुणधर्मांचा तक्ता मोजके शब्द वापरून पूर्ण करा.

रेशीम तंतूचे गुणधर्म

गुणधर्म	रेशीम तंतू
सुक्ष्मदर्शकीय	
	लांब तंतू
चमक	
मजबूती	
स्थितीस्थापकता	
चुणीविरोधकता	
गुणधर्म	रेशीम तंतू
आर्द्रताशोषकता	
	वजनाला हलके कपडे
बुरशीचा परिणाम	
कीटकांचा परिणाम	
	तापमानाचा हानिकारक परिणाम
उष्णता वाहकता	

स्वाध्याय

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

जोड्या जुळवा.

I.

'अ' गट		'ब' गट	
अ)	सेरीकल्चर	१.	आखूड तंतू
ब)	कोषापासून धागानिर्मिती	२.	बॉम्बॅक्स मोरी
क)	जंगली रेशीम	३.	थ्रोविंग
ड)	कातीव रेशीम	४.	मुगा रेशीम
		५.	कृत्रिम रेशीम

'अ' गट		'ब' गट	
अ)	निर्गोंदीकरण	१.	कोषांना वाफ देणे
ब)	स्टोव्हिंग	२.	पीळ देणे
क)	वजन वाढविणे	३.	उलगडणे
ड)	थ्रोविंग	४.	धातुज पदार्थ
		5.	सेरीसीन दूर काढणे

II. खालील विधाने चूक किंवा बरोबर ते लिहा :

१. रेशीम हा सर्वात मजबूत प्राणिज तंतू आहे.

२. रेशीम तंतूची चमक कमी असते.

३. रेशमाची उष्णता वाहकता कमी आहे.

४. पाळीव रेशीमाच्या तुलनेत जंगली रेशीम गडद रंगाचे असते.

५. रेशीम तंतूवरील गोंदाला फायब्राईन म्हणतात.

६. पाळीव रेशीम बॉम्बॅक्स मोरी जातीच्या कीटकापासून मिळते.

७. रेशीम हा एकमेव नैसर्गिक फिलामेंट तंतू आहे.

८. रेशीम तंतूची आर्द्रताशोषकता मध्यम आहे.

९. रेशमाचे कपडे हलके असतात.

१०. रेशमावर कीटकाचा हानिकारक परिणाम होतो.

III. सुयोग्य पर्याय निवडून वाक्य पूर्ण करा.

१. नैसर्गिक फिलामेंट तंतू _________
अ) सुती ब) रेशीम क) लोकर

२. जळणाऱ्या रेशमी तंतूचा वास जळणाऱ्या __________
अ) केसाप्रमाणे ब) कागदाप्रमाणे
क) प्लॅस्टिकप्रमाणे

३. रेशमी धाग्याच्या उत्पादनात सेरीकल्चर नंतर येणारी उत्पादन प्रक्रिया _________
अ) वजन वाढविणे ब) निर्गोंदीकरण
क) फिलेचर

४. रेशमी धाग्यावरील सेरीसीन काढून टाकणे या प्रक्रियेचे नाव ___________
अ) गुंडाळणे ब) थ्रोविंग
क) निर्गोंदीकरण

५. रेशमी तंतूची चमक __________
अ) जास्त असते ब) कमी असते
क) मध्यम असते

६. या प्रक्रियेमुळे रेशमी धाग्यांना पीळ दिला जातो. __________
अ) गुंडाळणे ब) थ्रोविंग क) सेरीकल्चर

७. रेशमी तंतूची आर्द्रताशोषकता _______
अ) मध्यम आहे ब) कमी आहे
क) चांगली आहे.

८. रेशमी तंतूचे प्राप्तिस्थान _________
अ) खडक ब) अळी क) झाड

९. रेशमी तंतूची सुक्ष्मदर्शकीय रचना ______
अ) काचदांड्या प्रमाणे ब) खवलेदार
क) पीळदार

१०. रेशमी तंतूंची घनता __________

अ) उच्च आहे ब) कमी आहे

क) मध्यम आहे.

११. रेशीम तंतूला हानिकारक परिणाम पोहोचवणारा घटक ________

अ) हवा ब) किटक क) बुरशी

१२. रेशीम तंतूंचा प्रमुख उपयोग ________

अ) वैद्यकीय उपयोगासाठी

ब) औद्योगिक उपयोगासाठी

क) पेहेरावासाठी

१३. रेशमी तंतूच्या प्रथिनाचे नाव ________

अ) फायब्राईन ब) टॅनिन क) पेंक्टीन

१४. रेशमी तंतूच्या गोंदाचे नाव ________

अ) मेण ब) सेरीसीन क) फायब्राईन

१५. 'वस्त्रतंतूची सम्राज्ञी' या नावाने संबोधला जाणारा तंतू ____________

अ) सूती ब) लोकर क) रेशीम

१६. बॉम्बॅक्स मोरी या जातीच्या कीटकाचे अन्न ___________

अ) तुतीची पाने ब) एरंडाची पाने

क) आंब्याची पाने

लघुत्तरी प्रश्न

- **खालील विधाने चूक का बरोबर ते लिहा व कारण स्पष्ट करा.**

१. रेशीम हा नैसर्गिक सेल्युलोजजन्य तंतू आहे.

२. रेशीम तंतूंची ओली मजबूती कमी आहे.

३. सुक्ष्मदर्शक यंत्राखाली पाहिले असता तंतू पीळदार दिसतो.

४. रेशीम तंतूवर बुरशीचा हानिकारक परिणाम होतो.

५. रेशमी तंतूंचा उपयोग समारंभातील वस्त्रांसाठी करतात.

- **रेशमी धाग्याच्या उत्पादनातील प्रक्रियांची नावे क्रमवार लिहा.**

- **विजोड शब्दांभोवती गोल आकार काढावा :**

१. अ) निर्गोंदीकरण ब) कुजविणे
   क) वजन वाढविणे ड) स्टोव्हिंग

२. अ) मुगा रेशीम ब) एरी रेशीम
   क) पाळीव रेशीम ड) टसर रेशीम

३. अ) अळी ब) कोष क) झाड ड) किटक

४. अ) टसर रेशीम ब) लोकर क) सूती
   ड) मुगा रेशीम

- **नावे लिहा :**

१. रेशीम तंतूवरील गोंद

२. रेशीम तंतूच्या प्रथिनाचे नाव

३. पाळीव रेशीम निर्मिती करणाऱ्या कीटकाची जात

४. बॉम्बॅक्स मोरी जातीच्या रेशमी कीटकाचे अन्न

५. रेशमी कीटकाला वाफ देऊन मारण्याची क्रिया

६. रेशमी धाग्यावरून गोंद काढण्याची प्रक्रिया

७. फुटलेल्या कोषांपासून मिळणारे रेशीम तंतू

८. रेशमी तंतूला पीळ देण्याची प्रक्रिया

९. या प्रक्रियेमध्ये मध्ये धातुज प्रदार्थांचा वापर होतो.

१०. कोषामधील किटक

११. रेशमी कीटकांनी स्वतःभोवती तंतू गुंडाळून तयार होणारी अवस्था

१२. कोषांवरून रेशीम तंतू उलगडण्याची प्रक्रिया

- **फरक स्पष्ट करा :**

१. पाळीव रेशीम व कातीव / स्पन रेशीम

२. पाळीव रेशीम व जंगली रेशीम

३. निर्गोंदीकरण व वजन वाढविणे

- **कारणे लिहा :**

१. रेशमी तंतूला वस्त्रतंतूची साम्राज्ञी असे संबोधतात.

२. रेशमी तंतूची दीर्घकालीन साठवणूक करताना विशेष खबरदारी आवश्यक असते.

३. खूप उच्च तपमान वापरून रेशमी कापडांना इस्त्री करू नये.

४. रेशमी तंतूंना निर्गोंदीकरण प्रक्रिया करतात.

५. रेशमी तंतूना वजन वाढविणे प्रक्रिया करतात.

६. रेशमी कपड्यांच्या धुलाईत विशेष काळजी घेतली जाते.

७. पाळीव रेशीम उत्पादनात स्टोव्हिंग प्रक्रिया करतात.

- **थोडक्यात उत्तरे लिहा :**

१. सेरीकल्चर म्हणजे काय ?

२. रेशमी उत्पादक देशांची नावे लिहा.

३. जंगली रेशीम म्हणजे काय ?

४. कातीव / स्पन रेशीम म्हणजे काय ?

५. पाळीव रेशीम म्हणजे काय ?

६. वजन वाढविणे म्हणजे काय ?

७. निर्गोंदीकरण म्हणजे काय ?

८. रेशमी तंतूंचे औष्णिक गुणधर्म लिहा.

९. रेशमी तंतूचे जैविक गुणधर्म लिहा.

१०. रेशमी तंतूंचे सुक्ष्मदर्शकीय गुणधर्म लिहा.

११. रेशमी तंतूची आर्द्रता शोषकता स्पष्ट करा.

१२. रेशमी तंतूची घनता व लांबी स्पष्ट करा.

१३. रेशमी तंतूची चमक व लवचिकता स्पष्ट करा.

१४. रेशमी तंतूची सुक्ष्मदर्शकीय रचना आकृतीसह स्पष्ट करा.

- **टिपा लिहा :**

१. सेरीकल्चर

२. जंगली रेशीम

३. कातीव रेशीम

४. रेशमी तंतूचे उपयोग

दिर्घोत्तरी प्रश्न

१. रेशमी कीटकाचे जीवनचक्र स्पष्ट करा.

स्वयं अध्ययन / क्षेत्रभेट / प्रकल्प

- सेरीकल्चर केंद्राला भेट द्या व या भेटीचा सविस्तर अहवाल लिहा.
- पाळीव रेशीम व जंगली रेशीम यांचे नमुने गोळा करा. त्यांच्या गुणधर्मांची तुलना करा व वर्गामध्ये त्यावर चर्चा करा.