

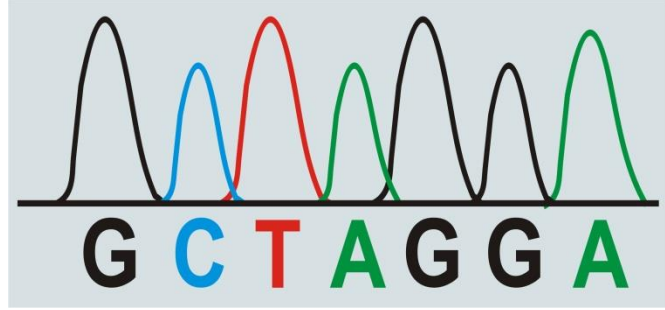
शैक्षणिक संदर्भ अंक १३३ डिसेंबर २०२१ – जानेवारी २०२२

सजीवांचा बारकोड

लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी

सजीवांचा बारकोड

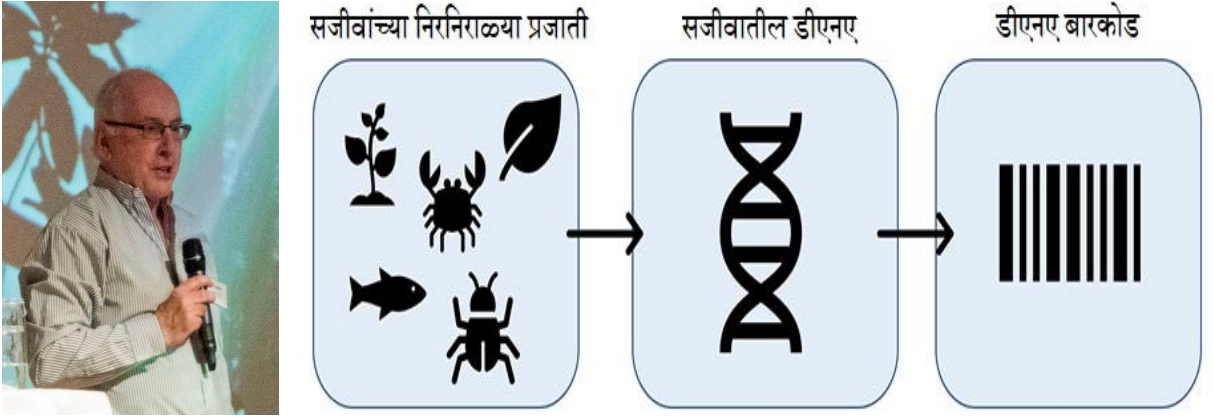
लेखक : डॉ. मुरारी तपस्वी



सुपरमार्केट मधील वस्तूवरील आपल्याला परिचित असलेला बारकोड डावीकडे (चित्र स्रोत : विकीपेडिया) आणि उजवीकडे आहे झूप्लॅक्टन या प्लवकाचा डीएनए बारकोड (चित्र स्रोत: <http://www.cmarz.org/barcode.html>)

सुपरमार्केटमध्ये सामान घेताना पाकिटावरील बारकोड स्कॅन करताना पाहिलंय? ते केल्याबरोबर बिलाच्या यादीत वस्तूचं नांव आणि त्याची किंमत आपोआप टाईप केली जाते. आपल्या डोळ्यांना जरी ती केवळ काळी पट्टेरी चौकट दिसली तरी त्या विशिष्ट वस्तूबाबत त्यात माहिती साठवलेली असते. अशीच बारकोडची चौकट प्रत्येक सजीवासाठी असेल तर किती मजा येईल ना? तशी ती आहेच पण वेगळ्या नैसर्गिक स्वरूपात. प्रत्येक सजीवाच्या डीएनएमध्ये त्याची ओळख करून देणारे विशिष्ट गुण असतात हे २००३ साली कॅनडाच्या पॉल हेबर्टनं दाखवून दिलं. त्या जीवाला विशिष्ट

ओळख देणाऱ्या गुणांच्या या वर्णनाचं त्यानं 'डीएनए बारकोड' असं नामकरण केलं. म्हणजे असं की या डीएनएची रचना सगळ्या वनस्पती आणि प्राण्यांसाठी वेगवेगळी असते आणि त्यावरून त्यांना ओळखता येतं. मायटोकॉन्ड्रीयातील जनुकाचा एक विशिष्ट भाग सर्वसाधारणपणे यासाठी वापरला जातो, अपवाद काही वनस्पतींचा. त्यांच्यासाठी वेगळ्या जनुकाचा बारकोड मान्यता पावला आहे.



सजीवांच्या डीएनएमध्ये त्याची ओळख करून देणारे विशिष्ट गुण असतात हे दाखवून देणारे शास्त्रज्ञ पॉल हेबर्ट आणि सजीवांचा डीएनए बारकोड (चित्र स्रोत : विकिपीडिया)

वनस्पती आणि प्राणी जिवंत अथवा मृत स्थितीत असो किंवा त्यांची कलेवरे कुजलेली असोत त्यांचा डीएनए बारकोड वापरून तो ओळखणं आता सहज शक्य आहे.

जीवसृष्टीचे वर्गीकरण

जीवसृष्टीच्या वर्गीकरणासाठी डीएनए बारकोडचा सर्वप्रथम उपयोग करण्यात आला. सृष्टीतील सजीवांचं वर्गीकरण करताना त्यांचे सर्वसाधारणपणे संघ, संघाचे अथवा विभागाचे अनेक वर्ग, वर्गांचे गण आणि गणांची कुले अशी उतरंड लावली जाते. याशिवाय उपकुले, उपविभाग, उपवर्ग, गोत्रे, श्रेणी असे लहान भागही पाडले जातात. पोटजाती (genus) आणि प्रजाती (species) हे या साखळीतले शेवटचे एकक. सृष्टी

कोट्यवधी जाती-प्रजातींनी नटलेली आहे. केवळ फुलपाखरांच्याच तीन लाखांवर प्रजाती <http://www.gbif.org/> या संकेतस्थळावर नोंदवलेल्या आहेत यावरून जीवसृष्टीच्या वैविध्याची कल्पना यावी. पारंपरिक पध्दतीनं सजीवांचं वर्गीकरण करताना त्यांची रचना, स्वरूप (आकार, ठेवण, रंग, वगैरे), पर्यावरणीय आवास, त्यांच्या उत्क्रांतीच्या पातळीवरील संदर्भ अशी वैशिष्ट्यं वापरली जात असत. शिवाय अशा वैविध्यामुळे प्रत्येक वर्ग, कुलातील वनस्पती-प्राण्यांचं वर्गीकरण करायला एक-एक तज्ज्ञ त्याची हयात खर्ची घालत असे.

खालच्या स्तरावरील प्राण्यांचं वर्गीकरण अशा पध्दतीनं करणं तर अधिकच कठीण होई. कारण त्याच्या जीवनचक्रात तो अनेक अवस्थांमधून (उदा. अंडं, अळी, कीटक, पूर्ण वाढ झालेला प्राणी) जातो. शिवाय कधीकधी सजीवांत एखादा सजीव त्याच्या व्यंगांमुळे इतरांपासून वेगळा दिसे आणि मग तज्ज्ञांनाही वाटे की ही नवीच प्रजाती असावी. मग इतरांनी तो ओळखण्याची बात तर दूरच.

अशा क्लिष्टतेमुळं जैववैविध्याचं केवळ मानवी प्रयत्नांतून वर्गीकरण करायचं तर त्यासाठी प्रत्येक कुलाच्या हजारो तज्ज्ञांनी अथक प्रयत्न केले तरी या अवाढव्य कामाला गवसणी घालणं कठीणच होतं. म्हणून डीएनए बारकोडचा शोध या कामासाठी अतिशय उपयुक्त देणगी ठरला आणि जाती-प्रजातींचं वर्गीकरण वेगानं करणं सुलभ झालं शिवाय त्यात नेमकेपणा आला.

अर्थात बारकोडवरून वर्गीकरण करण्याच्या पध्दतीलाही काही मर्यादा आहेत. अशा वेळी तेथे तज्ज्ञांचा विचार अंतिम निर्णयासाठी वापरायची पध्दत आता रूढ झाली आहे.

परजीवी आणि रोगवाहकांची ओळख

सृष्टीतल्या काही सजीवांमुळे रोगराईला चालना मिळते. अशा वेळी एखादा रोग कोणत्या परजीवी अथवा रोगवाहकामुळे झाला हे समजणं अतिशय आवश्यक असतं. प्रतिबंधक उपाय योजताना रोगाचं मूळ शोधणं आवश्यक असतं. अनेक परजीवींचे आकार, ठेवण सतत बदलते. डास हा एक महत्त्वाचा रोगवाहक. अधूनमधून डेंग्यू किंवा मलेरियाच्या साथी आल्या की बातम्या आणि माध्यमांमध्ये डासांवर चर्चा सुरू होते. डासांना पकडून त्यांच्या स्वरूपावरून प्रजाती ओळखणं तज्ज्ञांनाही अवघड किंबहुना केवळ अशक्यच होतं. आता डीएनए बारकोड एक मोठी देणगीच ठरला आहे.

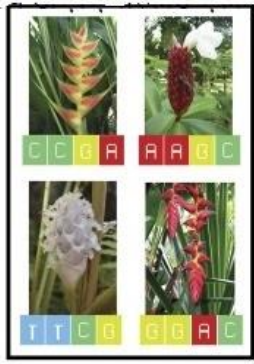
भारतीय आयुर्विज्ञान संशोधन परिषदेच्या प्रदीपकुमार आणि सहाध्यायांनी रोगवाहक ठरलेल्या भारतातल्या ६३ प्रजातींच्या डासांचं प्रथम २००७ साली डीएनए बारकोडिंग केलंय. याशिवाय हेच तंत्रज्ञान वापरून त्यांनी आरोग्यास घातक अशा घुंगरटांची (sand flies) माहितीही गोळा केली आहे. इतरत्र असा अभ्यास परजीवी, सूत्रकृमी (nematodes), तंतुकृमी (filarioid worms), इत्यादींवर झाला आहे. ही माहिती अशा परजीवी आणि नेमक्या रोगवाहकांच्या जाती प्रजाती तुलनात्मकरित्या शोधण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त ठरत आहे.

कीड आणि परभक्ष्यांची ओळख

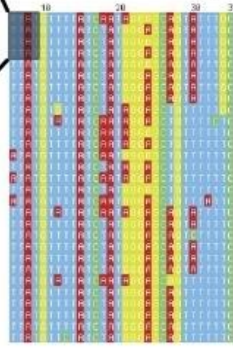
शेतकी उत्पादनाची नासाडी करणारी सृष्टीचाच एक भाग असलेली कीड आणि या किडींचाच भक्ष्य म्हणून वापर करणारे कीटक यांची नेमकी ओळख किडींचं नैसर्गिक निर्मूलन करायला अत्यंत उपयुक्त आहे. यांच्या बारकोडिंगचे पध्दतशीर प्रयत्न इतरत्र होत

आहेत. किडीची नेमकी ओळख आणि त्यावर वेळीच योग्य उपाय हा त्यामागचा हेतू. यात किडे, बॅक्टेरिया, कवक (fungi), सूत्रकृमी (nematode) यांचा समावेश आहे. ७५ देशांतून गोळा केलेल्या सुमारे ५० पोटजाती आणि त्यांच्या १७०० प्रजाती असलेल्या २० हजार माश्या आणि पतंगवर्गी (lepidopterous) कीटकांच्या नमुन्यांचे (specimens) झालेलं बारकोडिंग हे एक उत्तम उदाहरण.

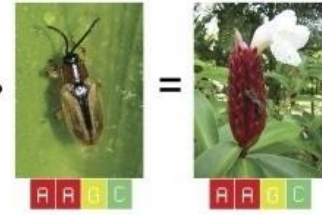
कीटक ज्या ज्या वनस्पती खातो त्यांची संभाव्य यादी तयार करणे



सर्व वनस्पतींची डीएनए बारकोड लायब्ररी (Host Plant DNA Barcode Library)



ड. कीटकातून वेगळा केलेला वनस्पतीचा डीएनए आणि लायब्ररीमधील वनस्पतींचे डीएनए यांच्या अनुक्रमांची तुलना करून कीटक ज्या वनस्पतीवर जगतो ती शोधून काढता येते. याचा उपयोग कीटक-वनस्पतीचे परस्परजीवन अभ्यासण्यासाठी होतो.



ब. वनस्पतीभक्षक कीटकामधून वनस्पतीचे डीएनए वेगळे करणे



क. कीटकामधून वेगळ्या केलेल्या डीएनएची डीएनए लायब्ररीमधल्या डीएनए बरोबर तुलना करणे

कीटक आणि वनस्पतीचे सहजीवन समजून घेण्यासाठी डीएनए बारकोडिंगचा उपयोग: झिंजीबेरालीस कुळातील वनस्पती आणि बीटल हे कीटक यांचे सहजीवन या पद्धतीने अभ्यासण्यात आले.

चित्र स्रोत - https://www.researchgate.net/publication/234106152_Tropical_Plant-Herbivore_Networks_Reconstructing_Species_Interactions_Using_DNA_Barcodes

युरोपमधील भुंगेरा (beetles) जातीच्या प्राण्यांचेही बारकोडिंग करून झालं आहे.

कोळी हा प्राणी एक उत्तम सर्वकीड भक्षक. कोळ्यासाठी किडीच्या प्रकारातले पतंगवर्गी कीटक, माईट (mites), फुलकिडे (thrips), एफिडस् इत्यादी कीटक म्हणजे मेजवानीच!

म्हणून किडीचं नैसर्गिक निर्मूलन करायला कोळी हा एक उपयुक्त प्राणी म्हणून ओळखला जातो. २०१४ साली जम्मू विद्यापीठाच्या सुमिता शर्मांनी जगभरातील कोळ्यांच्या ३६९४ पोटजाती आणि ४०७०० प्रजातींपैकी भारतात १०९६ प्रजातींची नोंद असल्याचं म्हटलं आहे.

अशा सगळ्या नैसर्गिक शत्रू आणि त्यांच्या भक्षकांची नेमकी ओळख करून घेण्यासाठी बारकोडिंग झालं तर ते अन्नसाखळीत वापरून कीडनिर्मूलनासाठी मोठे उपकारक ठरेल. बारकोडवरून जीवाची नेमकी माहिती उपलब्ध होऊ शकते आणि योग्य ती उपाययोजना लगेच करणं शक्य होऊ शकतं. परभक्ष्यी प्राण्यांच्या जीवनचक्राच्या वेगवेगळ्या पायऱ्यांवर आणि वेगवेगळ्या ऋतूंत असलेल्या आहाराच्या सवयींचा अभ्यास, ते कोणत्या प्रकारच्या किडीचे सेवन करतात यावर प्रकाश पाडतो. असा अभ्यासही कीडनियंत्रणास उपकारक ठरतो. यासाठी त्यांच्या आतड्यातील अन्नाचं परीक्षण केलं जातं. सेवन केलेल्या अन्नातून भक्ष्याचे डीएनए मिळवून बारकोड पध्दतीनं त्या माहितीचं पृथःकरण करून त्यांचा परस्पर संबंध प्रस्थापित करणं सहज शक्य आहे हे अभ्यासकांना समजल्यानं त्या दृष्टीनं प्रयत्न चालू आहेत.

जीवसृष्टीतल्या ह्यात असलेल्या वनस्पती-प्राण्यांची ओळख एवढाच डीएनए बारकोडचा मर्यादित उपयोग नाही तर त्यांचे अन्नपदार्थात किंवा औषधात रूपांतर झाल्यावरही त्यांची ओळख डीएनए बारकोडवरून पटवता येते. तसंच त्यांच्या अवयवांच्या तस्करीसारखे अवैध उद्योग, त्यांच्या मृत्यूची नेमकी वेळ शोधून काढण्यासाठी आणि एखाद्या सजीवाचे तुकडे-तुकडे झाल्यानंतरही तो नेमका कोणत्या वनस्पती-प्राण्याचा भाग होता हे ओळखण्यासाठीही डीएनए बारकोडचा उपयोग केला जातोय.

खाद्यपदार्थांचे प्रमाणीकरण

खोटं लेबल लावून प्रक्रिया केलेले अन्नपदार्थ स्थानिक आणि आंतरराष्ट्रीय पातळीवर विक्रीस आणण्याचे अनेक प्रकार होत असत. विशेषतः सागरी प्राण्यांपासून बनवलेल्या अन्नपदार्थांचा यात मोठ्या प्रमाणात भरणा असे. त्यांच्यावर प्रक्रिया



भेसळ टाळण्यासाठी इटलीमध्ये डीएनए
व्हेरीफाईड घटक वापरून तयार केलेले
खाद्यपदार्थ

<https://www.foodnavigator.com/Article/2019/04/24/Italian-biotech-taps-DNA-barcoding-to-increase-food-safety-and-prevent-fraud>

केल्यानंतर कुठल्या प्राण्यापासून तो पदार्थ बनवला हे कळायला काही मार्ग नसे. केवळ उत्पादकाच्या लेबलवर विश्वास ठेवावा लागत असे. डीएनए बारकोडच्या शोधामुळे आता हा पदार्थ बनवायला नेमका कोणता सजीव वापरला आहे हे कळणं सहज शक्य झालं आहे. अशा अन्नातून वापरलेल्या प्राण्यांचे डीएनए वेगळे काढता येतात आणि जर

लेबलप्रमाणे त्यातील कच्चा माल नसेल तर फसवणूक उघडकीला आणता येते.

हर्बल उत्पादनात वापरलेल्या वनौषधी तपासण्यासाठीही याचा उपयोग होत आहे. एका अभ्यासात बारा कंपन्यांच्या एकूण ४४ वनौषधींची उत्पादनं तपासल्यावर असं दिसून आलं की केवळ दोन कंपन्यांची उत्पादनं अस्सल वनस्पती वापरून बनवलेली होती तर इतर उत्पादनं दूषित, पर्यायी वनस्पती वापरून किंवा अस्सल वनस्पतींबरोबर इतर वनस्पतींची भर घालून बनवलेली होती. अशा भेसळीलाही आता डीएनए बारकोडमुळे आळा बसला आहे.

वन्यजीवांच्या अवयवांचा बेकायदेशीर व्यापार

वन्यपशूंच्या शरीराच्या भागांचा मोठ्या प्रमाणात बेकायदेशीर व्यापार चालतो. यामुळे अनेक जाती-प्रजाती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत. भारत उष्ण कटिबंधीय प्रदेशात असल्यानं इथं मोठ्या प्रमाणात जैवविविधता आढळते पण त्याला उतरती कळा लागली आहे. वाघ-सिंहाची नखं, सापांची कात, मोठ्या प्राण्यांचे दात व शिंगं, बेडकाचे पाय वगैरेचा बेकायदेशीर व्यापार चालतो. तस्करी करताना पकडल्यानंतर काही अवयव कोणत्या प्राण्याचे आहेत हे समजणं अवघड जातं.

डीएनए बारकोडिंगमुळे हे जलद आणि विश्वसनीय पद्धतीने ओळखता येणं शक्य झालं आहे. २०१४ साली नाशकातील वनाधिकाऱ्यांनी तस्करांकडून २१ नखं हस्तगत केली पण ती नेमकी कोणाची आहेत याचा त्यांना अंदाज येत नव्हता. औरंगाबादच्या आंबेडकर मराठवाडा विद्यापीठात याचं बारकोडिंग करून माग काढला गेला आणि त्यातील १६ नमुने बिबळ्याच्या नेमक्या कोणत्या प्रजातीचे आहेत ते शोधून काढलं गेलं तर ५ नमुने कोणत्या कुळातील प्राण्याचे असू शकतात याचा अदमास बांधला गेला.

न्याय वैद्यकीय उपयोग

मानवाच्या बेवारस मृत शरीराचा माग काढणारा पहिला प्राणी म्हणजे वेगवेगळ्या प्रजातींच्या माश्या! मृत शरीरावर घोंगावत त्या तेथे अंडी घालून प्रजोत्पादन सुरु करतात. मृत शरीरातून मिळवलेली अंडी, अळ्या (माश्यांच्या जीवनचक्रातील टप्पे), न्याय वैद्यकीय विश्लेषणात जे प्रेत दोन किंवा त्यापेक्षा अधिक आठवडे सडत पडलं असेल त्याच्या मृत्यूची वेळ किंवा दिवस ठरवायला मोठीच मदत करतात. परंतु या कोणत्या प्रजातीच्या

माश्या आहेत हे अचूकपणे ओळखता आलं तर त्याचा नेमकेपणानं उपयोग होतो आणि हे बारकोडिंग तंत्रानं सहज शक्य होतं. ब्राझीलच्या एका वैज्ञानिकानं मृत्यूची वेळ ठरवायला मदत करणाऱ्या माश्यांच्या २० प्रजाती शोधून काढल्या आहेत. वेगवेगळ्या ऋतूत आणि तापमानात त्यांच्या जीवनचक्राची वाटचाल नोंदवली आहे.

विमानतळावर

भारतात विमानसेवा वाढीला चालना द्यायला सरकार हल्ली अनेक सवलती देत आहे. पण ही सेवा विमानतळ परिसरात असलेल्या पक्ष्यांच्या उपस्थितीने ग्रस्त आहे. विमानांना परिसरातल्या पक्ष्यांची धडक बसून अनेकदा विमान नादुरुस्त होतं. एका अनुमानानुसार यामुळं हा उद्योग दर वर्षी सुमारे ३० अब्ज रुपयांचा तोटा सहन करतोय! याशिवाय प्रवाशांचा खोळंबा, वैमानिक आणि इतर कर्मचाऱ्यांचे कामाचे तास वाया जाणं वगैरेचा हिशेब नाही. हे टाळण्यासाठी परिसर स्वच्छता, आवाज आणि भासांचा उपयोग करून पक्ष्यांना तिथं येण्यापासून परावृत्त करणं, रडारवरून त्यांचं नियमन वगैरे प्रयत्न केले जातात. 'असतील शितं तर जमतील भुतं' या उक्तीनुसार परिसरात पक्षी त्यांच्या अन्नासाठी येणारच. वेगवेगळ्या पक्ष्यांचं खाद्य वेगवेगळं असतं. विमानतळावर ज्या जाती-प्रजातींचे पक्षी विमानाला धडका मारतात त्या पक्ष्यांना मिळणाऱ्या खाद्याचं निर्मूलन केलं तर या अपघातांची शक्यता कमी करता येते. पण विमानाला धडक दिल्यानंतर बारीक-बारीक तुकड्यात विखुरलेला पक्षी नेमका कुठला होता हे समजणं कर्मकठीण. अशा वेळी डीएनए बारकोडिंग तंत्रानं पक्ष्यांच्या पिसाचा किंवा इतर कुठल्याही भागाचा एखादा तुकडा जरी मिळाला तरी त्यावरून तो पक्षी नेमका कुठला हे ओळखता येतं. पुण्याच्या राष्ट्रीय

कोशिका विज्ञान केंद्राच्या (एनसीसीएस) डॉ. शौचे यांनी नुकताच असा अभ्यास करून संरक्षणखात्याला त्यांच्या विमानांना धडका देणाऱ्या पक्ष्यांची यादी सादर केली आहे.

असे या तंत्राचे काही उपयोग. <http://v4.boldsystems.org/> या संकेतस्थळावर जगभरच्या प्रयत्नांतून प्रत्येक जीवाला त्याची ओळख देणाऱ्या डीएनए बारकोडची माहिती एकत्र केली जातेय. आजमितीस ५० लाख सजीवांचं झालेलं बारकोडिंग सर्वांसाठी विनामूल्य खुलं आहे. न जाणो आणखी काही वर्षांनी व्यक्तिगत ओळखही डीएनए बारकोडने दिली जाईल!

www.muraritapaswi.blogspot.com वरून साभार.

क्यूआर कोड या विषयावरील शैक्षणिक संदर्भ मध्ये प्रसिद्ध झालेले लेख वाचा :

बहुपयोगी क्यूआर कोड-भाग १ : <https://www.sandarbhociety.org/pdf/Issue-128/Week-03-QRCode-Issue-128-Shaikshanik-Sandarbh-Feb-Mar-2021.pdf>

बहुपयोगी क्यूआर कोड-भाग २ : https://www.sandarbhociety.org/pdf/Issue-129/Week-02-QRCode_2-Issue-129-Shaikshanik-Sandarbh-Apr-May-2021.pdf

§§§

लेखक: **मुरारी तपस्वी**, राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्था, गोवा येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त.
ग्रंथालयशास्त्रात विद्या वाचस्पती.

इ-मेल : tapaswimurari@gmail.com

(कळीचे शब्द: डीएनए बारकोड, सजीवांचे वर्गीकरण, डीएनए बारकोडिंगचे उपयोग)

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाविषयी

शैक्षणिक संदर्भ हे पालकनीती परिवाराचे द्वैमासिक ऑगस्ट १९९९ पासून संदर्भ सोसायटी प्रकाशित करत आहे. मराठीतून चांगले विज्ञान वाचायला मिळावे, शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांच्या कुतूहलाला प्रोत्साहन मिळावे, अनुभवांना जोडून असलेल्या विज्ञानाची सहज ओळख व्हावी आणि समाजात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढावा, हे याचे उद्देश आहेत.

२०१८ सालापासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करत आहोत व इमेल आणि व्हॉट्सॅपच्या माध्यमातून वाचकांपर्यंत पोहोचवत आहोत.

आपल्याला आमचे अंक वाचायचे असल्यास आपला इ-मेल पत्ता आणि व्हॉट्सॅप क्रमांक (ऐच्छिक) आम्हाला sandarbh.marathi@gmail.com वर पाठवावा. दर आठवड्याला एक लेख व दर दोन महिने पूर्ण झाल्यावर आठ लेखांचा एकत्रित एक अंक असे आपल्याला पीडीएफ स्वरूपात मिळतील.

www.sandarbhsociety.org या वेबसाईटला जरूर भेट द्या. जुने अंकही त्यावर पीडीएफ स्वरूपात उपलब्ध आहेत.

हा उपक्रम विनामूल्य आहे, पण आपण आपला सहभाग ऐच्छिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवू शकता. अधिक माहिती वेबसाईटवर उपलब्ध आहे.

- संपादक मंडळ, शैक्षणिक संदर्भ व विश्वस्त मंडळ, संदर्भ सोसायटी