

Ahmednagar Jilha Maratha Vidya Prasarak Samaj's

**New Arts, Commerce, and Science College**

**Ahmednagar (Autonomous)**

(Affiliated to Savitribai Phule Pune University, Pune)



**National Education Policy (NEP)**

**Choice Based Credit System (CBCS)**

**Programme Framework and Syllabus for**

**Open Elective: Biotechnology**

**खुला वैकल्पिक विषय: जैवतंत्रज्ञान**

**(For Students of Arts and Science Faculty)**

**(कला व वाणिज्य शाखेतील विद्यार्थ्यांकरिता)**

**Implemented from**

**Academic Year 2024-25**

Ahmednagar Jilha Maratha Vidya Prasarak Samaj's  
**New Arts, Commerce and Science College, Ahmednagar  
(Autonomous)**

**Introduction of Open Electives (Marathi): For Arts and Commerce Faculty**

In recent years, the field of biotechnology has emerged as a cornerstone of scientific advancement, with applications ranging from healthcare to agriculture and environmental conservation. Recognizing the interdisciplinary nature of biotechnology and its relevance beyond traditional science domains, the Department of Biotechnology is delighted to introduce an Open Electives Course in Biotechnology tailored for Arts and Commerce Faculty.

**II. Rationale:**

**1. Interdisciplinary Learning:** Biotechnology intersects with various disciplines such as ethics, economics, policy-making, and communication. Offering this course to Arts and Commerce students allows them to explore these intersections and gain a holistic understanding of biotechnological concepts.

**2. Career Opportunities:** Biotechnology offers diverse career pathways beyond laboratory research, including management, entrepreneurship, communications, and regulatory affairs. This course equips students with the foundational knowledge required to pursue such careers.

**3. Addressing Societal Challenges:** Biotechnology plays a crucial role in addressing pressing societal challenges such as healthcare disparities, food security, and environmental sustainability. Arts and Commerce students, equipped with biotechnological knowledge, can contribute to devising innovative solutions to these challenges.

**Course Overview:**

1. Fundamentals of Biotechnology: Introduction to basic concepts, principles, and techniques in biotechnology, including genetic engineering, molecular biology, and bioprocessing.

2. Biotechnology in Society: Exploration of the ethical, social, and economic implications of biotechnological advancements, including discussions on bioethics, intellectual property rights, and biotechnology entrepreneurship.

3. Applications of Biotechnology: Examination of biotechnological applications in healthcare, agriculture, environmental conservation, and industrial biotechnology, with case studies illustrating real-world implementations.

4. Communication and Outreach in Biotechnology: Development of communication skills to effectively convey biotechnological concepts to diverse audiences, including policymakers, the public, and stakeholders.

Thus, the introduction of the Open Electives Course in Biotechnology for Arts and Commerce Faculty represents a proactive step towards fostering interdisciplinary learning and preparing students for the challenges and opportunities of the 21st century. By equipping students with a foundational understanding of biotechnological concepts, this course aims to empower them to make informed decisions, engage in critical discourse, and contribute meaningfully to addressing global challenges through biotechnological innovation.

**Open Elective/ Generic Elective Framework and Course Distribution:**

**Subject: Biotechnology (For Arts and Commerce Faculty )**

<b>Sr. No.</b>	<b>Year</b>	<b>Semester</b>	<b>Level</b>	<b>Course Type</b>	<b>Course Code</b>	<b>Title</b>	<b>Credits</b>
1.	I	I	4.5	OE-01	OE-BT 01T	Introduction to Biotechnology	02
2.	I	II	5.0	OE-01	OE-ZO 02P	Practicals based on Introduction to Biotechnology	02
3.	II	III	5.5	OE-03	OE-BT 03T	Applied Biotechnology	02
4.	II	IV	6.0	OE-04	OE-BT 04P	Practicals based on Applied Biotechnology	02
<b>Total</b>							<b>08</b>

Ahmednagar Jilha Maratha Vidya Prasarak Samaj's  
**New Arts, Commerce and Science College, Ahmednagar**  
**(Autonomous)**  
**Syllabus of Open Elective: Biotechnology**

<b>Title of the Course: Introduction to Biotechnology</b>								
<b>Year: I</b>				<b>Semester: I</b>				
Course Type	Course Code	Credit Distribution		Credits	Allotted Hours	Allotted Marks		
		Theory	Practical			CIE	ESE	Total
<b>OE-01</b>	OE-BT 01	02	00	02	30	15	35	50

**Learning Objectives:**

1. To Gain a fundamental understanding of the core concepts of biotechnology
2. To explore the applications of biotechnology in diverse fields like medicine, agriculture, and environmental protection.
3. To understand the role of biomolecules and their significance in living organisms.
4. To explore world of microorganisms and their impact on human health and the environment.
5. To understand ethical considerations surrounding advancements in biotechnology

**Course Outcomes (COs):**

1. Students will be able to define biotechnology, explain its historical developments.
2. Students will be able to differentiate between prokaryotic and eukaryotic cells, and describe the functions of major biomolecules.
3. Students will be able to distinguish between beneficial and harmful microbes, and explain their applications in various fields.
4. Students will be able to discuss the principles of genetic engineering, its applications in medicine, and the associated ethical considerations.

**Detailed Syllabus:**

**Unit I: Introduction to Biotechnology:**

**05**

Concept of Biotechnology. Historical perspective and its evolution.

Core areas of Biotechnology: Microbiology, Molecular Biology, Genetic Engineering, Bioinformatics

Applications of Biotechnology in various fields: Medicine, Agriculture, Industry, Environment

**Unit II: The Building Blocks of Life :** **05**

Introduction to Cells: The basic unit of life.

Prokaryotic vs. Eukaryotic cells: A simplified comparison.

Biomolecules: Carbohydrates, Proteins, Lipids, and Nucleic Acids (DNA & RNA)

Their functions and importance in living organisms.

**Unit III: The Blueprint of Life:** **05**

The structure and function of DNA (Deoxyribonucleic Acid).

DNA Replication: How cells copy their genetic information.

Protein Synthesis: From DNA to Proteins - The Central Dogma of Molecular Biology in simplified manner

**Unit IV: Exploring the Microscopic World :** **05**

Introduction to Microbiology: The world of Bacteria, Fungi, and Viruses.

Beneficial Microbes: Their role in food production, medicine, and waste management.

Microbes and Disease: Understanding how microbes cause infections.

Applications of Microbiology: Antibiotics, fermentation, and bioremediation.

**Unit V: Biotechnology in Medicine and Agriculture:** **05**

Genetic Engineering: Modifying genes for a better tomorrow.

Applications of Genetic Engineering: Recombinant DNA technology and its use in medicine and Agriculture (e.g., insulin production, Bt Cotton)

Ethical considerations in Biotechnology: A discussion on GMOs, gene editing, and bioethics.

**Unit VI: Biotechnology for a Sustainable Future** **05**

Environmental Biotechnology: Using biotechnology to address environmental challenges.

Bioremediation: Cleaning up pollution with the help of microbes.

Biofuels: Alternative energy sources derived from biological sources.

Biotechnology in Vaccines (eg. Covid 19 vaccines)

**Suggested Readings/Material:**

1. **Biotechnology: A Textbook of Biotechnology** by U. Satyanarayana & U. Chakrapani (Books & Allied Publishers, 2020)
2. **Biotechnology & Its Applications** by R.C. Dubey (S. Chand Publishing, 2017)
3. **A Textbook of Biotechnology** by R.C. Gupta (Rastogi Publications, 2019)
4. **Introduction to Biotechnology** by H.K. Das (Academic Press, 2019)
5. **Basic Concepts in Biotechnology** by Keshav Kumar (New Age International Publishers, 2018)

Ahmednagar Jilha Maratha Vidya Prasarak Samaj's  
New Arts, Commerce and Science College, Ahmednagar  
(Autonomous)  
Syllabus of Open Elective: Biotechnology

कोर्सचे शीर्षक: ओपन इलेक्टिव्ह – जैवतंत्रज्ञानाचा परिचय								
वर्ष: I					सेमिस्टर: I			
अभ्यासक्रम प्रकार	कोर्स कोड	क्रेडिट वितरण		श्रेय	वाटप केलेले तास	वाटप केलेले गुण		
		सिद्धांत	प्रॅक्टिकल			CIE	ESE	एकूण
OE-01	OE-BT 01	02	00	02	30	15	35	50

### शिकण्याचे उद्दिष्ट:

1. जैवतंत्रज्ञानाच्या मूळ संकल्पनांची मूलभूत माहिती मिळवण्यासाठी
2. औषध, कृषी आणि पर्यावरण संरक्षण यांसारख्या विविध क्षेत्रात जैवतंत्रज्ञानाच्या अनुप्रयोगांचा शोध घेणे.
3. जैविक अणूंची भूमिका आणि सजीवांमध्ये त्यांचे महत्त्व समजून घेणे.
4. सूक्ष्मजीवांचे जग आणि त्यांचा मानवी आरोग्यावर आणि पर्यावरणावर होणारा परिणाम शोधणे.
5. जैवतंत्रज्ञानातील प्रगतीच्या आसपासच्या नैतिक बाबी समजून घेण्यासाठी

### अभ्यासक्रमाचे परिणाम (COs):

1. विद्यार्थी बायोटेक्नॉलॉजीची व्याख्या करू शकतील, त्याच्या ऐतिहासिक घडामोडी समजावून सांगू शकतील.
2. विद्यार्थी प्रोकेरियोटिक आणि युकेरियोटिक पेशींमध्ये फरक करण्यास सक्षम असतील आणि मुख्य जैव रेणूंच्या कार्यांचे वर्णन करू शकतील.
3. विद्यार्थी फायदेशीर आणि हानिकारक सूक्ष्मजंतूंमध्ये फरक करण्यास सक्षम असतील आणि त्यांचे विविध क्षेत्रातील अनुप्रयोग स्पष्ट करू शकतील.
4. विद्यार्थी अनुवांशिक अभियांत्रिकीची तत्त्वे, औषधातील त्याचे उपयोग आणि संबंधित नैतिक विचारांवर चर्चा करण्यास सक्षम असतील.

### तपशीलवार अभ्यासक्रम:

**युनिट I: जैवतंत्रज्ञानाचा परिचय:**

05

बायोटेक्नॉलॉजीची संकल्पना. ऐतिहासिक दृष्टीकोन आणि त्याची उल्लंघनी.

जैवतंत्रज्ञानाचे मुख्य क्षेत्र: सूक्ष्मजीवशास्त्र, आण्विक जीवशास्त्र, अनुवांशिक अभियांत्रिकी, जैव सूचना विज्ञान

बायोटेक्नॉलॉजीचे विविध क्षेत्रांतील अर्ज: औषध, शेती, उद्योग, पर्यावरण

**युनिट II: जीवनाचे बिलिडिंग ब्लॉक्स :**

05

पेशींचा परिचय: जीवनाचे मूलभूत एकक.

प्रोकेरियोटिक वि. युकेरियोटिक पेशी: एक सरलीकृत तुलना.

बायोमोलेक्यूलस: कार्बोहायड्रेट्स, प्रथिने, लिपिड्स आणि न्यूक्लिक ॲसिड्स (डीएनए आणि आरएनए)

सजीवांमध्ये त्यांची कार्ये आणि महत्त्व.

**युनिट III: जीवनाचा ब्लूप्रिंट:**

05

DNA ची रचना आणि कार्य (Deoxyribonucleic Acid).

डीएनए प्रतिकृती: पेशी त्यांची अनुवांशिक माहिती कशी कॉपी करतात.

प्रथिने संश्लेषण: डीएनए ते प्रथिने - सरलीकृत पद्धतीने आण्विक जीवशास्त्राचा केंद्रीय सिद्धांत

**युनिट IV: सूक्ष्म जगाचे अन्वेषण करणे:**

05

सूक्ष्मजीवशास्त्राचा परिचय: जीवाणू, बुरशी आणि व्हायरसचे जग.

फायदेशीर सूक्ष्मजीव: अन्न उत्पादन, औषध आणि कचरा व्यवस्थापनात त्यांची भूमिका.

सूक्ष्मजंतू आणि रोग: सूक्ष्मजंतू संक्रमण कसे करतात हे समजून घेणे.

मायक्रोबायोलॉजीचे ॲप्लिकेशन्स: ॲंटीबायोटिक्स, किण्वन आणि बायोरिमेडिएशन.

**युनिट V: औषधी आणि शेतीमधील जैवतंत्रज्ञान:**

05

अनुवांशिक अभियांत्रिकी: चांगल्या भविष्यासाठी जीन्स बदलणे.

अनुवांशिक अभियांत्रिकीचे अनुप्रयोग: रिकॉम्बिनेंट डीएनए तंत्रज्ञान आणि त्याचा औषध आणि शेतीमध्ये वापर (उदा. इन्सुलिन उत्पादन, बीटी कॉटन)

बायोटेक्नॉलॉजीमधील नैतिक विचार: जीएमओ, जीन संपादन आणि जैव नीतिशास्त्र यावर चर्चा.



**युनिट VI: शाश्वत भविष्यासाठी जैवतंत्रज्ञान (5 तास)**

05

पर्यावरणीय जैवतंत्रज्ञान: पर्यावरणीय आव्हानांना तोंड देण्यासाठी जैवतंत्रज्ञान वापरणे.

बायोरिमेडिएशन: सूक्ष्मजंतूंच्या मदतीने प्रदूषण साफ करणे.

जैवइंधन: जैविक स्रोतांपासून मिळणारे पर्यायी ऊर्जा स्रोत.

लसींमधील जैवतंत्रज्ञान ( उदा. कोविड 19 लसी)

**सुचविलेले वाचन/साहित्य:**

1. यू. सत्यनारायण आणि यू. चक्रपाणी (पुस्तके आणि सहयोगी प्रकाशक, 2020) यांचे बायोटेक्नॉलॉजीचे पाठ्यपुस्तक
2. आर.सी. दुबे (एस. चांद प्रकाशन, 2017) द्वारे जैवतंत्रज्ञान आणि त्याचे अनुप्रयोग
3. आर सी गुप्ता यांचे बायोटेक्नॉलॉजीचे पाठ्यपुस्तक (रस्तोगी प्रकाशन, २०१९)
4. एचके दास (अकादमिक प्रेस, 2019) द्वारे जैवतंत्रज्ञानाचा परिचय
5. केशव कुमार (न्यू एज इंटरनॅशनल पब्लिशर्स, 2018) द्वारे बायोटेक्नॉलॉजीमधील मूलभूत संकल्पना

Ahmednagar Jilha Maratha Vidya Prasarak Samaj's  
**New Arts, Commerce and Science College, Ahmednagar**  
**(Autonomous)**  
**Syllabus of Open Elective: Biotechnology**

Title of the Course: Practicals based on Introduction to Biotechnology								
Year: I				Semester: II				
Course Type	Course Code	Credit Distribution		Credits	Allotted Hours	Allotted Marks		
		Theory	Practical			CIE	ESE	Total
<b>OE-02</b>	OE-BT 02	02	00	02	30	15	35	50

### Learning Objectives:

1. Develop basic laboratory skills relevant to biotechnology practices.
2. Gain hands-on experience with essential tools and techniques used in biological research.
3. Apply theoretical knowledge of biomolecules and microorganisms to practical laboratory activities.
4. Enhance critical thinking and observation skills through experimentation and data analysis.
5. Promote safe and responsible laboratory practices.

### Course Outcomes (Cos)

1. Students will be able to operate a compound microscope, prepare and observe biological samples.
2. Students will be able to perform simple biomolecule identification tests like those for carbohydrates and proteins.
3. Students will be able to isolate DNA from a sample and observe it visually.
4. Students will be able to follow aseptic techniques for culturing microorganisms and analyze their growth patterns.
5. Students will be able to demonstrate safe handling of laboratory materials and proper waste disposal procedures.

### Detailed Syllabus:

Sr.No.	Title of practical	Number of Practicals (12)
1.	Understanding Laboratory Signs and Safety: Familiarize students with common laboratory safety symbols and their meanings. Conduct a mock safety inspection to identify potential hazards and proper responses.	1
2.	Using a Compound Microscope: Learn the parts and functions of a microscope, observe prepared slides and identify basic cell structures.	1
3.	Cheek Epithelial Cell Observation: Prepare a wet mount slide of a cheek cell and observe its morphology under a microscope.	1

4.	Biomolecule Models: Construct models of DNA using simple materials like paper, straw and beads	1
5.	DNA Extraction : Isolate DNA from a plant sample like fruit, vegetable and observe it visually.	1
6.	Observing Yeast Growth: Set up a simple experiment to observe yeast growth in sugary and non-sugary solutions.	1
7.	Microorganism Culture: Inoculate agar plates with different samples (e.g., soil, water) and observe microbial growth.	1
8.	Identifying Beneficial Bacteria: Explore the yogurt-making process and discuss the role of beneficial bacteria (probiotics).	1
9.	Microbial Staining Techniques: Learn a simple staining technique (e.g., methylene blue) to differentiate between bacterial shapes.	1
10.	Qualitative Test for Carbohydrates: Perform a simple test (e.g., Benedict's test) to identify the presence of carbohydrates in a solution.	1
11.	Qualitative Test for Proteins: Perform a simple test (e.g., Biuret test) to identify the presence of proteins in a solution.	1
12.	Composting Demonstration: Explore the role of microorganisms in composting and its benefits for sustainable waste management.	1

#### Suggested Readings/Material:

1. **Biotechnology Laboratory Manual** by R.S. Gaud and A.D. Deshpande (Jaico Publishing House, 2010)
2. **Practical Biotechnology: Techniques and Experiments** by S.K. Singh (Rastogi Publications, 2013)
3. **Manual of Microbiology** by R.C. Dubey and D.K. Maheshwari (S. Chand Publishing, 2017)
4. **Laboratory Manual of Biochemistry** by P. Jayaraman (New Age International Publishers, 2018)
5. **Plant Biotechnology: Practical Manual** by H.S. Chawla (CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd., 2002)
6. **Elements of Biotechnology** by P.C. Joshi (Publisher: PHI Learning Private Limited, 2017)

Ahmednagar Jilha Maratha Vidya Prasarak Samaj's  
New Arts, Commerce and Science College, Ahmednagar  
(Autonomous)  
Syllabus of Open Elective: Biotechnology

अभ्यासक्रमाचे शीर्षक: OE – जैवतंत्रज्ञानाच्या परिचयावर आधारित प्रात्यक्षिके								
वर्ष: I				सेमिस्टर: II				
अभ्यासक्रम प्रकार	कोर्स कोड	क्रेडिट वितरण		श्रेय	वाटप केलेले तास	वाटप केलेले गुण		
		सिद्धांत	प्रॅक्टिकल			CIE	ESE	एकूण
OE		00	02	02	60	15	35	50

### शिकण्याचे उद्दिष्ट:

1. जैवतंत्रज्ञान पद्धतींशी संबंधित मूलभूत प्रयोगशाळा कौशल्ये विकसित करा.
2. जैविक संशोधनात वापरल्या जाणाऱ्या आवश्यक साधने आणि तंत्रांचा प्रत्यक्ष अनुभव मिळवा.
3. बायोमोलेक्यूलस आणि सूक्ष्मजीवांचे सैद्धांतिक ज्ञान व्यावहारिक प्रयोगशाळेच्या क्रियाकलापांमध्ये लागू करा.
4. प्रयोग आणि डेटा विश्लेषणाद्वारे गंभीर विचार आणि निरीक्षण कौशल्ये वाढवा.
5. सुरक्षित आणि जबाबदार प्रयोगशाळा पद्धतींचा प्रचार करा.

### अभ्यासक्रमाचे परिणाम

1. विद्यार्थी कंपाऊंड मायक्रोस्कोप चालवू शकतील, जैविक नमुने तयार करू शकतील आणि त्यांचे निरीक्षण करू शकतील.
2. विद्यार्थी कर्बोदकांमध्ये आणि प्रथिने सारख्या साध्या बायोमोलेक्युल ओळख चाचण्या करण्यास सक्षम असतील.
3. विद्यार्थी नमुन्यातून डीएनए विलग करू शकतील आणि दृष्यदृष्ट्या त्याचे निरीक्षण करू शकतील.
4. विद्यार्थी सूक्ष्मजीवांच्या संवर्धनासाठी ऍसेप्टिक तंत्रांचा अवलंब करण्यास आणि त्यांच्या वाढीच्या पद्धतींचे विश्लेषण करण्यास सक्षम असतील.
5. विद्यार्थी प्रयोगशाळेतील सामग्रीची सुरक्षित हाताळणी आणि योग्य कचरा विल्हेवाट लावण्याचे प्रात्यक्षिक दाखवू शकतील.

### तपशीलवार अभ्यासक्रम:

अ. क्र.	प्रात्यक्षिकांचे शीर्षक	प्रात्यक्षिकांची संख्या
13.	प्रयोगशाळा चिन्हे आणि सुरक्षितता समजून घेणे: विद्यार्थ्यांना सामान्य प्रयोगशाळा सुरक्षा चिन्हे आणि त्यांचे अर्थ परिचित करा. संभाव्य धोके आणि योग्य प्रतिसाद ओळखण्यासाठी नकली सुरक्षा तपासणी करा.	1

14.	कंपाऊंड मायक्रोस्कोप वापरणे: मायक्रोस्कोपचे भाग आणि कार्ये जाणून घ्या, तयार केलेल्या स्लाइडसचे निरीक्षण करा आणि मूलभूत सेल संरचना ओळखा.	1
15.	गाल एपिथेलियल सेल निरीक्षण: गालाच्या पेशीची एक ओले माउंट स्लाइड तयार करा आणि त्याचे आकारशास्त्र सूक्ष्मदर्शकाखाली पहा.	1
16.	बायोमोलेक्युल मॉडेल्स: कागद, पेंढा आणि मणी यासारख्या साध्या साहित्याचा वापर करून डीएनएचे मॉडेल तयार करा	1
17.	डीएनए निष्कर्षण : फळ, भाजीपाला यांसारख्या वनस्पतीच्या नमुन्यातून डीएनए वेगळे करा आणि त्याचे दृष्य निरीक्षण करा.	1
18.	यीस्टच्या वाढीचे निरीक्षण करा: शर्करायुक्त आणि साखर नसलेल्या द्रावणांमध्ये यीस्टच्या वाढीचे निरीक्षण करण्यासाठी एक सोपा प्रयोग सेट करा.	1
19.	सूक्ष्मजीव संस्कृती: आगर प्लेट्समध्ये विविध नमुने (उदा. माती, पाणी) टोचणे आणि सूक्ष्मजीवांच्या वाढीचे निरीक्षण करणे.	1
20.	फायदेशीर बॅक्टेरिया ओळखणे: दही बनवण्याच्या प्रक्रियेचे अन्वेषण करा आणि फायदेशीर बॅक्टेरिया (प्रोबायोटिक्स) च्या भूमिकेवर चर्चा करा.	1
21.	सूक्ष्मजीव डाग लावण्याचे तंत्र: बॅक्टेरियाच्या आकारांमध्ये फरक करण्यासाठी एक साधे डाग लावण्याचे तंत्र (उदा. मिथिलीन ब्लू) शिका.	1
22.	कर्बोदकांमध्ये गुणात्मक चाचणी: द्रावणात कर्बोदकांमध्ये उपस्थिती ओळखण्यासाठी एक साधी चाचणी (उदा. बेनेडिक्ट चाचणी) करा.	1
23.	प्रथिनांसाठी गुणात्मक चाचणी: द्रावणात प्रथिनांची उपस्थिती ओळखण्यासाठी एक साधी चाचणी (उदा., बाय्युरेट चाचणी) करा.	1
24.	कंपोस्टिंग प्रात्यक्षिक: कंपोस्टिंगमध्ये सूक्ष्मजीवांची भूमिका आणि शाश्वत कचरा व्यवस्थापनासाठी त्याचे फायदे एक्सप्लोर करा.	1

### सुचविलेले वाचन/साहित्य:

1. आरएस गौड आणि ए.डी. देशपांडे (जयको पब्लिशिंग हाऊस, 2010) द्वारे जैवतंत्रज्ञान प्रयोगशाळा नियमावली
2. व्यावहारिक जैवतंत्रज्ञान: एस.के. सिंग (रस्तोगी पब्लिकेशन्स, 2013) द्वारे तंत्र आणि प्रयोग
3. आर.सी. दुबे आणि डीके महेश्वरी (एस. चांद प्रकाशन, 2017) द्वारे मायक्रोबायोलॉजीचे मॅन्युअल
4. पी. जयरामन (न्यू एज इंटरनॅशनल पब्लिशर्स, 2018) द्वारे बायोकेमिस्ट्रीची प्रयोगशाळा पुस्तिका
5. प्लॉट बायोटेक्नॉलॉजी: एचएस चावला (सीबीएस पब्लिशर्स अँड डिस्ट्रिब्युटर्स प्रायव्हेट लिमिटेड, 2002) द्वारे प्रॅक्टिकल मॅन्युअल
6. बायोटेक्नॉलॉजीचे घटक पी सी जोशी (प्रकाशक: पीएचआय लर्निंग प्रायव्हेट लिमिटेड, 2017)