

تاریخ: جنوری 2026, 16

نمبر: PPA\26-3527

پیتھوجنز سے پروگریس تک: مائیکروبیولوجی کو صحت، صنعت، ماحول اور ماحولیاتی نظام کے بنیادی علم کے

طور پر وسعت دینا

مائیکروبیولوجی جدید دور کا ایک انتہائی جامع اور متحرک علم ہے جو خوردبینی جانداروں—بیکٹیریا، وائرس، فنگی، پروٹوزوا، اور الگی—کا مطالعہ کرتی ہے، جو ماحولیاتی نظام، زندگی کی بقاء، صنعتی جدت، اور انسانی صحت کے تعین میں بنیادی کردار ادا کرتے ہیں۔ قدیم خمیر کاری سے لے کر جدید جینیاتی انجینئرنگ تک، مائیکروبیال سائنس نے تجرباتی تحقیق، تاریخی دریافتوں، اور تکنیکی جدت کے ذریعے ارتقاء پایا ہے۔

کی دریافت کی، جس سے مائیکروبیولوجی کے ابتدائی سائنسی اصول قائم ہوئے۔ “animalcules” 17 ویں صدی میں انتونی وان لیوونہوک نے خوردبین کے ذریعے پانی اور انسانی لعاب سے کے ویکسین تیار کیے، اور rabies اور anthrax، کو سمجھا microbial fermentation، کی غلطی کو بے نقاب کیا spontaneous generation لوئس پاستیر نے متعارف کرائی۔ pasteurization کی علیحدہ شناخت کے ذریعے کوخ کے اصول قائم کیے، جو Vibrio cholerae اور Bacillus anthracis Mycobacterium tuberculosis رابرٹ کوخ نے بیماری اور پیتھوجن کے تعلق کی تصدیق کرتے ہیں۔

penicillin اور الیگزینڈر فلمینگ کی، (syphilis برائے Salvarsan) chemotherapeutic drug پاول ایرلک کا پہلا، antiseptic surgery جوزف لشر کی دریافت نے انفیکشن کنٹرول اور عوامی صحت میں انقلاب برپا کیا۔

ماڈل پیش کیا۔ DNA نے Watson و Crick کو جینیاتی مواد کے طور پر ثابت کیا، اور DNA نے Avery، MacLeod، McCarty نے 20 ویں صدی میں کے لیے genomic medicine اور، synthetic biology، genetic engineering، CRISPR-Cas 9 سسٹمز اور restriction enzymes بنیاد رکھی۔

epidemiological جیسی تکنیکیں دقیق پیتھوجن کی شناخت اور MALDI-TOF mass spectrometry اور، PCR، ELISA، FISH، NGS، Staphylococcus aureus، Mycobacterium tuberculosis، Plasmodium falciparum، Candida albicans، HIV جیسے انفیکشن کو ممکن بناتی ہیں۔ tracking رہنمائی فراہم کرتی ہیں۔ microbial diagnostics کے علاج میں

19 ویکسینز مائیکروبیولوجی کی طبی میراث کی واضح مثالیں ہیں۔ mRNA COVID-19 اینٹی بائیو ٹکس، اینٹی وائرل، اور ویکسینز بشمول

انفیکشنز کے علاج میں موثر ہے۔ antibiotic-resistant فیز تھراپی

مائیکرو بائیوم کے توازن کو بحال کرتے ہیں۔ Bifidobacterium اور Lactobacillus پرو بائیو ٹکس، جیسے

سے جوڑتی ہے۔ chronic diseases اور immunity، mental health مائیکرو بائیوم ریسرچ گٹ مائیکرو بس کو

پراثرات کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ neuroendocrine pathways اور metabolic کے ecosystems میں مائیکرو بیل synthetic virology میٹا جینومکس اور

insulin، growth جیسے انسانی recombinant protein production Saccharomyces cerevisiae اور Bacillus subtilis، E. coli

hormones، interferons اور monoclonal antibodies میں استعمال ہوتے ہیں۔

Aspergillus niger اور Penicillium chrysogenum سے organic acids اور antibiotics حاصل کیے جاتے ہیں۔

Streptomyces species معروف antibiotics (streptomycin، erythromycin، tetracycline) کے 70% ذرائع ہیں۔

Controlled bioreactor fermentation metabolic efficiency کے ساتھ large-scale biomanufacturing کی ضمانت دیتا ہے۔

Rhizobium، Azotobacter اور Anabaena nitrogen fixation کے ذریعے زمین میں غذائی اجزاء بحال کرتے ہیں۔

Mycoorrhizal fungi اور PGPR nutrient absorption اور plant resilience کو بہتر کرتے ہیں۔

Biopesticides جیسے Bacillus thuringiensis اور Pseudomonas fluorescens کیڑوں اور فنگل

Agrobacterium tumefaciens اور، nutrition، بہتر، herbicide resistance میں genetic engineering transgenic crops کے ذریعے

drought tolerance فراہم کرتی ہے۔

Microbes carbon، nitrogen، sulfur اور phosphorus cycles کو چلانے میں مدد دیتے ہیں۔

Pseudomonas putida، Alcanivorax borkumensis اور Burkholderia cepacia hydrocarbons degrade کرتے ہیں، جبکہ

Deinococcus radiodurans radioactive waste detoxify کرتا ہے۔

Geobacter metallireducens اور Shewanella oneidensis heavy metals کو کم کرتے ہیں۔

Wastewater treatment plants میں microbial consortia aerobic اور anaerobic digestion کے ذریعے methane-rich biogas

پیدا کرتے ہیں۔

Cyanobacteria اور microalgae carbon sequestration اور biofuel production میں مددگار ہیں۔ climate change mitigation

renewable energy development کو سپورٹ کرتے ہیں۔

Lactobacillus delbrueckii، Streptococcus thermophilus اور Saccharomyces cerevisiae yogurt، cheese، bread اور

wine fermentation میں اہم ہیں۔

Acetobacter species vinegar پیدا کرتے ہیں۔

HACCP، pasteurization اور sterilization Salmonella، Listeria monocytogenes اور Clostridium botulinum سے تحفظ فراہم

کرتے ہیں۔

Functional foods اور nutraceuticals probiotics اور microbial metabolites کو انسانی صحت کے فروغ میں ضم کرتے ہیں۔
Bacillus anthracis، Yersinia pestis اور Francisella tularensis کی نگرانی عالمی biosecurity frameworks کے تحت کی جاتی ہے۔
CDC اور WHO microbial surveillance networks کے ذریعے bioterrorism اور emerging pandemics کی روک تھام کرتے ہیں۔
برداشت Extremophiles جیسے Thermus aquaticus اور Deinococcus radiodurans radiation، temperature اور desiccation کرتے ہیں۔

NASA missions جیسے Perseverance rover اور Europa Clipper microbial biosignatures تلاش کرتے ہیں۔
Microbial ecology کے مطالعے planetary protection protocols اور extraterrestrial life detection کے لیے رہنمائی فراہم کرتے ہیں۔

Germ theory کے ابتدائی شبہات vaccination campaigns اور sanitation improvements میں بدل گئے۔
COVID-19 pandemic نے مائیکروبیولوجی کی اہمیت کے بارے میں عوامی آگاہی کو بڑھایا۔
Cartagena Protocol on Biosafety اور WHO Laboratory Biosafety Manual، محفوظ تجربات، ethical experimentation اور environmental protection کو یقینی بناتے ہیں۔

Computational bioinformatics microbial behavior اور antibiotic resistance predict کرتی ہے۔
Nanobiotechnology biosensors، nano-delivery systems اور bioengineered tissues تیار کرتی ہے۔
Synthetic biology microbial chassis کے استعمال کے self-replicating systems اور biocomputational models ڈیزائن کرتی ہے۔

Vaccine development، waste recycling، gene editing اور astrobiological exploration میں اس کے interdisciplinary applications اس کے بے مثال اثرات کو ظاہر کرتے ہیں۔
global اور molecular life کی طرف بڑھ رہی ہے، مائیکروبیولوجی planetary colonization اور microbial engineering جیسے انسانیت کے درمیان بنیادی سائنسی رابطے کے طور پر کھڑی ہے۔ sustainability

REFERENCES:

- [1] Madigan MT, Bender KS, Buckley DH, Sattley WM, Stahl DA. *Brock biology of microorganisms*. 16th ed. New York: Pearson; 2021. Available from: <https://www.pearson.com>
- [2] Prescott LM, Harley JP, Klein DA. *Microbiology*. 10th ed. New York: McGraw-Hill; 2017. Available from: <https://www.mheducation.com>
- [3] Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiology: an introduction*. 13th ed. Boston: Pearson; 2020. Available from: <https://www.pearson.com>
- [4] Atlas RM, Bartha R. *Microbial ecology: fundamentals and applications*. 4th ed. Menlo Park (CA): Benjamin Cummings; 1998. Available from: <https://www.sciencedirect.com>
- [5] Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ. *Principles of fermentation technology*. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2017. Available from: <https://www.elsevier.com>
- [6] Falkow S. What is a pathogen? *ASM News*. 1997;63(7):359–365. Available from: <https://asm.org>
- [7] World Health Organization. *One Health: connecting human, animal and environmental health*. Geneva: WHO; 2022. Available from: <https://www.who.int>
- [8] Singh RS, Singh RP. *Microbial biotechnology: basic research and applications*. New Delhi: I.K. International; 2019. Available from: <https://www.springer.com>
- [9] Fenchel T, King GM, Blackburn TH. *Bacterial biogeochemistry: the ecophysiology of mineral cycling*. 3rd ed. San Diego: Academic Press; 2012. Available from: <https://www.elsevier.com>
- [10] UN Environment Programme. *Microorganisms and sustainable ecosystems*. Nairobi: UNEP; 2021. Available from: <https://www.unep.org>

ڈاکٹر لطیفہ نذیر Ph.D

PHARMACEUTICAL REVIEW مدیر اعلیٰ: رسالہ الدویہ

ISSN 2220-5167;W: <https://pharmaceuticalsreview.com/>