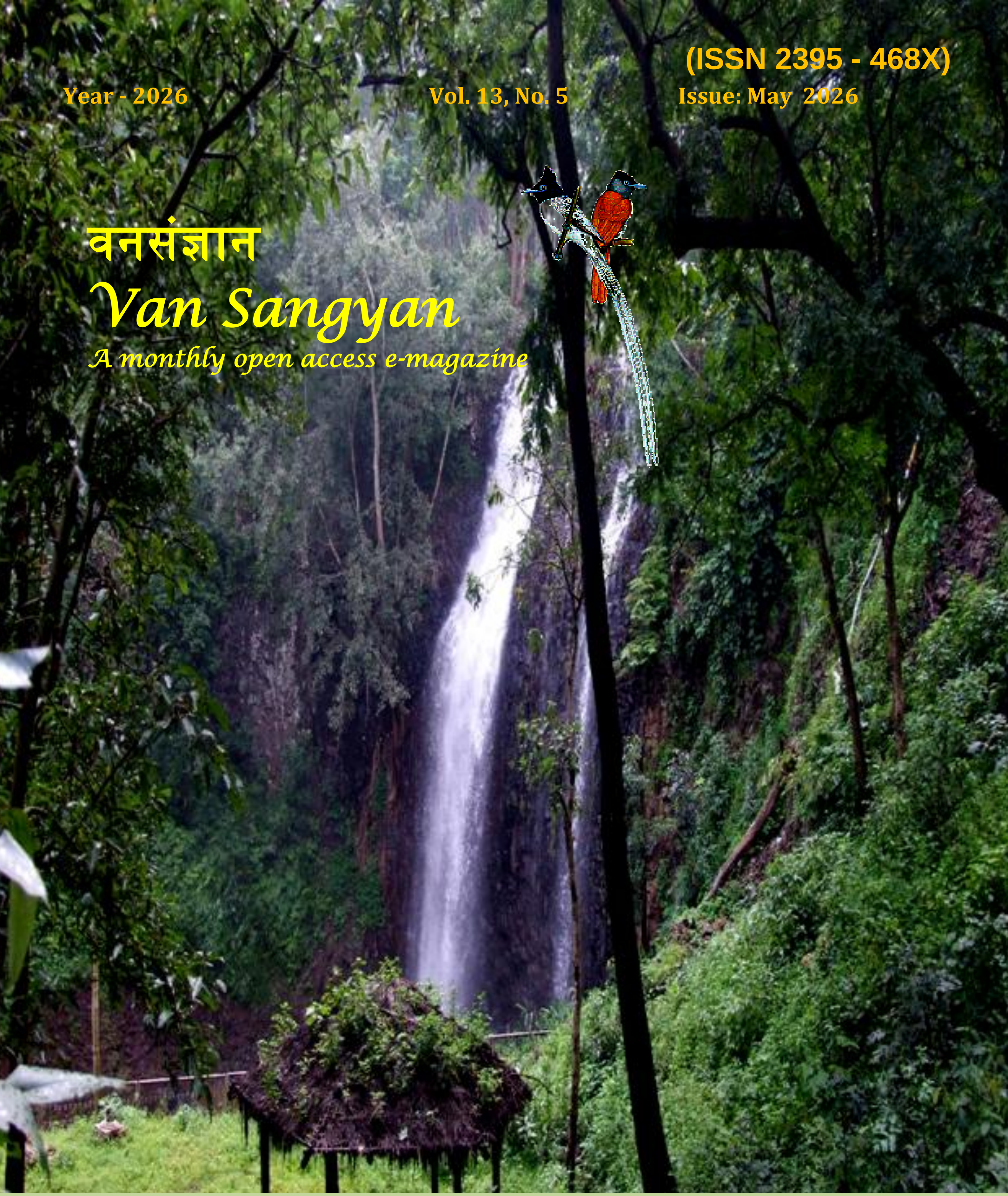
(ISSN 2395 - 468X)
Year - 2026 Vol. 13, No. 5 Issue: May 2026



वनसंज्ञान
Van Sangyan

A monthly open access e-magazine

Indexed in:
COSMOS Foundation (Germany)
International Inst. of Org. Res. (Australia)
IIJIF

ICFRE-Tropical Forest Research Institute
(Indian Council of Forestry Research and Education)
Ministry of Environment, Forests and Climate Change(MoEFCC)
PO RFRC, Mandla Road, Jabalpur – 482021, India

Van Sangyan

Editorial Board

Patron:	Dr. Neelu Singh, Director
Co Patron:	Dr. Neelu SIngh, Group Coordinator (Research)
Chief Editor:	Dr. Naseer Mohammad
Editor & Coordinator:	Shri M. Rajkumar
Assistant Editor:	Dr. Rajesh Kumar Mishra

Note to Authors:

We welcome the readers of Van Sangyan to write to us about their views and issues in forestry. Those who wish to share their knowledge and experiences can send them:

by e-mail to vansangyan@gmail.com, vansangyan_tfri@icfre.org

or, through post to The Editor, Van Sangyan,
ICFRE-Tropical Forest Research Institute,
PO-RFRC, Mandla Road,
Jabalpur (M.P.) - 482021.

The articles can be in English, Hindi, Marathi, Chhattisgarhi and Oriya, and should contain the writers name, designation and full postal address, including e-mail id and contact number.

TFRI, Jabalpur houses experts from all fields of forestry who would be happy to answer reader's queries on various scientific issues. Your queries may be sent to The Editor, and the expert’s reply to the same will be published in the next issue of Van Sangyan.

Cover Photo: Panoramic view of Achanakmar-Amarkantak Biosphere Reserve

©*Published by ICFRE-Tropical Forest Research Institute, Jabalpur, MP, India*

From the Editor's desk

Agroforestry is emerging as a transformative pathway toward sustainable nutrition security by integrating trees, crops, and livestock into resilient land-use systems that simultaneously support ecological stability and diversified food production. From nutrient-rich fruits, nuts, leaves, seeds, and medicinal products to fuelwood and fodder, agroforestry landscapes create a "canopy-to-kitchen" continuum that strengthens household nutrition, rural livelihoods, and climate resilience. In an era marked by soil degradation, biodiversity loss, climate change, and hidden hunger, agroforestry offers multifunctional benefits through enhanced carbon sequestration, improved soil fertility, water conservation, and year-round food availability. Traditional systems practiced across regions of India and other tropical nations demonstrate how indigenous knowledge and tree-based farming can combat malnutrition while reducing dependence on monoculture agriculture. Nutritionally important species such as moringa, bael, tamarind, jackfruit, and drumstick contribute essential vitamins, minerals, antioxidants, and proteins to local diets, particularly in vulnerable rural communities. By linking environmental sustainability with dietary diversity and economic security, agroforestry represents not merely an agricultural practice but a holistic development strategy capable of nourishing both people and the planet in the decades ahead.

In line with the above this issue of Van Sangyan contains an article on From canopy to kitchen: Agroforestry for future nutrition. There are also useful articles viz. बेर के मूल्य संवर्धित उत्पाद , समस्याग्रस्त भूमि सुधार में बहुउपयोगी वृक्ष प्रजातियों की भूमिका, Urban agriculture and green spaces: A pathway to sustainable cities, Tree-Crop interactions under agroforestry systems: Mechanisms, impacts and management strategies, Preliminary investigation of the ethnobotany of Phoenix acaulis (L) Roxb.: A multipurpose plant species, Environmental Sustainability: Strengthening Indian agriculture for a resilient future, छत्तीसगढ़ की प्रथम घोषित आर्द्रभूमि: कोपरा वेटलैंड (बिलासपुर) – एक अद्वितीय प्राकृतिक धरोहर एवं पारिस्थितिक तंत्र का विस्तृत वैज्ञानिक विश्लेषण , महुआ (Madhuca longifolia) एवं NTFP: रासायनिक, आर्थिक, पारिस्थितिक एवं प्रबंधन आधारित समग्र विश्लेषण and बेल के मूल्य वर्धित उत्पाद.

Looking forward to meet you allthrough forthcoming issues

Dr. Naseer Mohammad
Chief Editor

©Published by ICFRE-Tropical Forest Research Institute, Jabalpur, MP, India

Disclaimer – Van Sangyan

Statement of Responsibility

Neither *Van Sangyan* (VS) nor its editors, publishers, owners or anyone else involved in creating, producing or delivering *Van Sangyan* (VS) or the materials contained therein, assumes any liability or responsibility for the accuracy, completeness, or usefulness of any information provided in *Van Sangyan* (VS), nor shall they be liable for any direct, indirect, incidental, special, consequential or punitive damages arising out of the use of *Van Sangyan* (VS) or its contents. While the advice and information in this e-magazine are believed to be true and accurate on the date of its publication, neither the editors, publisher, owners nor the authors can accept any legal responsibility for any errors or omissions that may be made or for the results obtained from the use of such material. The editors, publisher or owners, make no warranty, express or implied, with respect to the material contained herein.

Opinions, discussions, views and recommendations are solely those of the authors and not of *Van Sangyan* (VS) or its publishers. *Van Sangyan* and its editors, publishers or owners make no representations or warranties with respect to the information offered or provided within or through the *Van Sangyan*. *Van Sangyan* and its publishers will not be liable for any direct, indirect, consequential, special, exemplary, or other damages arising there from.

Van Sangyan (VS) reserves the right, at its sole discretion, to change the terms and conditions from time to time and your access of *Van Sangyan* (VS) or its website will be deemed to be your acceptance of an agreement to any changed terms and conditions.

Contents **Page**

1.	**From canopy to kitchen: Agroforestry for future nutrition** - Vishal Sunartiya, Varsha Shekhawat and Dinesh Malav	1
2.	**बेर के मूल्य संवर्धित उत्पाद** - आयुषी जैन, विशा जैन एवं हर्षित कुमार	8
3.	**समस्याग्रस्त भूमि सुधार में बहुउपयोगी वृक्ष प्रजातियों की भूमिका** - ऋषिकेश ठाकुर, एस. सरवदे, अजय सिंह लोधी, ए. के. श्रीवास्तव, एस.के. राय एवं शैलेंद्र भलावे	10
4.	**Urban agriculture and green spaces: A pathway to sustainable cities** - Vivek Singh and Deepak Singh Bisht	15
5.	**Tree-Crop interactions under agroforestry systems: Mechanisms, impacts and management strategies** - Varsha Shekhawat, Vishal Sunartiya and Parul Priya	19
6.	**Preliminary investigation of the ethnobotany of Phoenix acaulis (L) Roxb.: A multipurpose plant species** - Bhairo Prasad Ahirvar	25
7.	**Environmental Sustainability: Strengthening Indian agriculture for a resilient future** - Abhijeet Kuderiya and Chetna Pathak	29
8.	**छत्तीसगढ़ की प्रथम घोषित आर्द्रभूमि: कोपरा वेटलैंड (बिलासपुर) — एक अद्वितीय प्राकृतिक धरोहर एवं पारिस्थितिक तंत्र का विस्तृत वैज्ञानिक विश्लेषण** - Alok Singh Bargah, Amit Dixit and Damini Sharma	32
9.	**महुआ (Madhuca longifolia) एवं NTFP: रासायनिक, आर्थिक, पारिस्थितिक एवं प्रबंधन आधारित समग्र विश्लेषण** - Alok Singh Bargah, Rajesh Kumar, K. K. Chandra, Atul Kumar Bhardwaj	37
10.	**बेल के मूल्य वर्धित उत्पाद** - किरण यादव, आयुषी जैन, श्रीधर सिंह लखावत एवं मयंक शर्मा	41

From canopy to kitchen: Agroforestry for future nutrition

Vishal Sunartiya[1]*, Varsha Shekhawat[2] and Dinesh Malav[1]
[1]Department of Vegetable Science, Rani Lakshmi Bai Central Agricultural University, Jhansi, Uttar Pradesh
[2]Department of Silviculture & Agroforestry, Rani Lakshmi Bai Central Agricultural University, Jhansi, Uttar Pradesh
E-mail: Vishalsunartiya21@gmail.com

Abstract

Agroforestry presents a viable way forward to increase the nutritional security and climate resilience of vegetable crops by including perennial vegetable crops. This study highlights three underutilized tree vegetables, *Moringa oleifera* (drumstick), *Murrayakoenigii* (curry leaf), and *Artocarpus altilis* (breadfruit), as important components of diversified vegetable production systems. Moringa is a leafy and pod vegetable with high vitamin, mineral content and protein levels and curry leaf is a leafy spice with high nutraceutical properties. Although botanically a fruit, breadfruit is commonly used as a starchy vegetable, which helps to increase food security and energy.Their inclusion in agroforestry systems provides a year-round supply of vegetables, improves soil health, and increases biodiversity and carbon sequestration. These species have high adaptability to marginal conditions and can be used in producing vegetables resistant to climatic changes. Nevertheless, their adoption is hampered by a lack of awareness, poor market connections and a lack of research. Publicity of these tree vegetables can be used to reinforce sustainable and diversified and climate-resilient vegetable-based food systems.

Keywords: Agroforestry, Moringa, Curry Leaf, Breadfruit, Climate Resilience, Nutritional Security

Introduction

One of the most significant challenges of contemporary agriculture is to ensure nutritional security in the face of changing climatic conditions and rising population pressure. Traditional vegetable production systems are usually susceptible to abiotic stresses, soil erosion and shortages of resources despite their intensive and high production levels. Agroforestry, which is a combination of trees and crops, has been recognized in this regard as a sustainable practice to improve productivity, ecosystem stability, and resilience (Nair, 1993). Food systems based on trees have been demonstrated to enhance dietary diversity and decrease food insecurity, especially in developing areas (Caspersen and Rasmussen, 2024; Horn et al., 2022).

Under-utilized and highly promising constituents of agroforestry are tree vegetables. Perennial vegetable species have multiple harvests compared to the seasonal ones, and they need fewer inputs and less tolerance to climatic stresses in contrast to the seasonal ones. Of these, *Moringa oleifera* (drumstick), *Murrayakoenigii* (curry leaf), and *Artocarpus altilis* (breadfruit) are under consideration owing to their outstanding nutritional and functional capabilities. The moringa leaves contain more vitamins, minerals, and proteins, which tend to surpass the traditional vegetables (Leone et al., 2015). The bioactive compounds in curry leaf that have antioxidant and medicinal effects include carbazole alkaloids and flavonoids (Balakrishnan et al., 2020; Suthar et al., 2022). Breadfruit, a starchy vegetable, is a commonly used botanical fruit and has been considered as a potential food security staple crop in the future since it contains high carbohydrate and nutrient levels (Jones et al., 2011; Liu et al., 2015).Regarding vegetable production, inclusion of such tree vegetables in agricultural systems

promotes year-round dietary diversification, as well as year-round access to nutritious food. Their everlasting growth cycle keeps them independent of seasonal crops and farm income. Moreover, these species also play a key role in sustainable intensification through bettering soil organic matter, nutrient cycling, and beneficial biodiversity in agroecosystems (Sánchez et al., 2006; Kumar et al., 2021).

Thus, the article will focus on the use of drumstick, curry leaf, and breadfruit as important vegetable tree species in agroforestry systems and how they contribute to nutritional security, climate and sustainable vegetable-based agriculture.

When food grows on trees

Agroforestry provides an alternative form of farming that is resilient to climate stress in a climate-stressed world. Food systems that are tree-based such as the drumstick curry leaf, and breadfruit, have a combination of nutrition, sustainability and productivity in the long run. These species have year-round harvests; increase the health of the soil and dietary diversity (Horn et al., 2022; Caspersen and Rasmussen, 2024).

Drumstick: The nutritional engine of agroforestry

Drumstick (*Moringa oleifera*) is a well-known and famous due to its high nutrient value and ability to withstand different agro-climatic conditions. Its leaves contain high amounts of vitamin C, calcium, iron, and protein, which usually surpass traditional vegetables (Leone et al., 2015). Moreover, its rapid growth and the possibility to harvest several times allow it to be used in agroforestry systems like alley cropping, and boundary plantations (Sánchez et al., 2006). Moringa is another species that improves climate resilience by growing in arid conditions and enhancing the soil fertility by adding biomass (Horn et al., 2022).

Curry Leaf: Functional tree vegetable cum spice in agroforestry

Curry leaf (*Murrayakoenigii*) is an important perennial tree spice known for its medicinal and nutraceutical properties. It contains bioactive compounds such as carbazole alkaloids, flavonoids, and essential oils that exhibit antioxidant, anti-diabetic, and antimicrobial activities (Balakrishnan et al., 2020; Suthar et al., 2022). In agroforestry systems, curry leaf can be integrated into multistory cropping systems and homestead gardens. Proper pruning management enhances leaf yield and sustainability (Suresh et al., 2019).

Beyond its culinary importance, curry leaf contributes significantly to nutritional security, as its leaves are rich in vitamins A, B-complex, C, calcium, iron, and dietary fiber, making it a valuable functional food component (Nair and Pushpalatha, 2019). The species exhibits high adaptability to tropical and subtropical climates, with tolerance to moderate drought and poor soil conditions, which enhances its suitability under climate-resilient agroforestry systems. Its deep root system improves soil structure and nutrient cycling, while leaf litter contributes to organic matter buildup and enhances soil microbial activity (Kumar et al., 2021).

Curry leaf also plays a role in biodiversity conservation and ecosystem services within agroforestry systems. It supports beneficial insects and pollinators, thereby improving ecological balance and reducing pest incidence in associated crops. Additionally, its integration with crops such as vegetables, pulses, and fruit trees improves overall system productivity and income diversification for smallholder farmers (Singh et al., 2020). From a management perspective, regular coppicing and pruning not only maintain plant vigor but also promote continuous leaf flushing, ensuring year-round harvest and economic returns.

Table 1: Nutrient compositions of leaves, leaf powder, seeds, and pods (per 100 g weight)

Nutrient	Fresh Leaves	Dry Leaves	Leaf Powder	Seeds	Pods
Calories	92	329	205	-	26
Protein (g)	6.7	29.4	27.1	36	2.5
Fat (g)	1.7	5.2	2.3	39	0.1
Carbohydrates (g)	12.5	41.2	38.2	8.7	3.7
Fiber (g)	0.9	12.5	19.2	2.9	4.8
Vitamin B Complex	Low	High	High	Low	Low
Vitamin C (mg)	220	15.8	17.3	4.5	120
Vitamin E (mg)	High	Moderate	High	Very high	-
Calcium (mg)	440	2185	2003	45	30
Magnesium (mg)	42	448	368	635	24
Phosphorus (mg)	70	252	204	75	110
Potassium (mg)	259	1236	1324	-	259
Iron (mg)	0.85	25.6	28.2	-	5.3

Adapted from (Gopalakrishnan et al., 2016)

Table 2: Nutritional compositions and medicinal uses of different parts of Moringa

Part	Medicinal Uses	Nutritional Properties	Notes
Leaves	Help manage asthma, infections, high blood pressure, cholesterol, and diabetes; show antimicrobial and antioxidant effects	Rich in fiber, proteins, minerals (Ca, Mg, K, Fe), vitamins (A, B-complex, C), amino acids, and plant compounds like flavonoids and tannins	Support immunity; flavonoids and isothiocyanates contribute to antioxidant and anticancer activity
Seeds	Useful for inflammation, infections, joint pain, and some chronic diseases	Contain healthy fats (oleic, linoleic acids), proteins, vitamins, and bioactive compounds like flavonoids and saponins	Known for anti-inflammatory and antimicrobial properties
Root Bark	Acts as a stimulant; helps with ulcers and inflammation	Contains alkaloids and minerals such as calcium and magnesium	Compounds support muscle relaxation and digestive health
Flowers	Help reduce cholesterol, support joint health, and relieve urinary issues	Provide calcium, potassium, amino acids, and nectar	Nectar makes them useful for beekeeping
Pods	Aid digestion and help with liver and joint issues	High in fiber, proteins, and essential fatty acids	May support weight management due to healthy fats

Adapted from (Gopalakrishnan et al., 2016)

Table 3: Bioactive compounds of curry leaf and their functional properties

Compound	Class	Plant Part	Key Role
Mahanimbine	Carbazole alkaloid	Leaves	Antioxidant, anti-inflammatory
Girinimbine	Carbazole alkaloid	Leaves	Anticancer potential
Murrayacine	Carbazole alkaloid	Leaves	Antimicrobial activity
Koenimbine	Carbazole alkaloid	Leaves	Anti-obesity, metabolic support
Isomahanimbine	Carbazole alkaloid	Leaves	Antioxidant effects
Quercetin	Flavonoid	Leaves	Strong antioxidant
Kaempferol	Flavonoid	Leaves	Anti-inflammatory
Rutin	Flavonoid	Leaves	Supports blood vessel health

Adapted and modified from (Balakrishnan et al. 2020)

Table 4: Nutritional composition of breadfruit (per 100 g edible portion)

Nutrient	Fresh	Cooked	Flour	Nutrient	Fresh	Cooked	Flour
Total carotenoids (µg)	1885	630	3275	Calcium (mg)	29	20	314
Alpha carotene (µg)	130	71	269	Iron (mg)	10.9	0.5	28.1
Beta carotene (µg)	1867	228	2751	Magnesium (mg)	34	25	103
Lutein (µg)	254	280	1011	Phosphorus (mg)	50	294	925
Vitamin B1 (mg)	0.18	0.13	0.42	Potassium (mg)	759	361	1394
Vitamin B2 (mg)	0.07	0.05	0.19	Sodium (mg)	12	24	320
Vitamin B3 (mg)	1.28	1.11	3.34	Zinc (mg)	0.18	0.09	4.6
Vitamin C (mg)	16.3	11.5	8.6				

Adapted from: (Mehta et al., 2023)

Thus, curry leaf functions as a multipurpose tree spice that bridges horticulture and forestry, offering nutritional, ecological, and economic benefits, making it a key component in sustainable and climate-smart agroforestry models.

Breadfruit: A climate-resilient staple tree

Breadfruit (*Artocarpus altilis*) is a long-lived perennial vegetable tree that can produce over the course of several decades. It is commonly eaten as a starchy vegetable, especially when immature, and is a staple food in most of the tropical areas. The fruit contains high levels of carbohydrates, dietary fibre, vitamins, and essential amino acids, as well as food and nutritional security (Jones et al., 2011; Liu et al., 2015). Its cooking flexibility, which is applied in curries, fries, and boiled dishes, also enhances its use as a vegetable crop and does not necessarily apply to it as a fruit tree.

Cultivated in agroforestry systems, breadfruit is a high-yielding tree that produces vegetables, an important source of nutrition and income to the household. It is very suitable in the sustainable production systems due to its adaptability to marginal soils and its ability to withstand climatic stresses. The results of climate modelling suggest that it will be productive even in the future climate conditions (Yang et al., 2022; Mausio et al., 2020). In addition, the large canopy of this plant results in a good microclimate that supports intercrops, and the constant production of fruits provides a stable biomass of vegetables. Breadfruit is thus a

unique species of multipurpose vegetable tree, with a place between forestry and horticulture in climate-smart agroforestry systems.

Integrated agroforestry perspective

The agroforestry of *Moringa oleifera*, *Murrayakoenigii* and *Artocarpus altilis* provides a supplementing and synergistic solution to sustainability in food production. The species vary in terms of growth habit, canopy structure, and harvest dynamics, which allow them to utilize resources effectively both vertically and temporally. Moringa can supply nutrient-dense pods and leaves quickly and constantly, curry leaf can supply high-value functional foliage with medicinal properties, and breadfruit can guarantee long-term and high-calorie vegetable production. This type of functional diversification increases the productivity of the system, nutritional diversity, and income stability of the system, especially in smallholder farming systems.

Agroforestry for climate resilience

Vegetable systems based on trees are important in climate-resilient agriculture by enhancing the health of soils, water conservation, and stabilizing farm productivity amidst climatic variability. The presence of perennial species increases soil organic carbon, nutrient cycling, and soil microbial activities, decreases soil erosion and land degradation. Additionally, they contribute to on-farm biodiversity, providing pollinators and natural enemies of pests with habitats. Notably, agroforestry systems serve as important carbon sinks, which help to reduce climate change and maintain yield in stressful environments like drought and heat (Horn et al., 2022; Yang et al., 2022). Therefore, incorporating vegetable trees into agroforest systems can be seen as a nature-based solution to sustainable intensification.

Challenges and way forward

Despite their multifaceted benefits, the large-scale adoption of these vegetable tree species remains constrained by limited awareness, inadequate planting material, weak value chains, and insufficient region-specific research. Crops like curry leaf are underutilized in formal agroforestry models despite their high economic and nutritional value. Addressing these challenges requires a multidimensional strategy, including strengthening research on crop combinations and management practices, improving nursery and propagation systems, and developing efficient market linkages and value addition chains. Policy interventions that promote agroforestry adoption, capacity building, and farmer awareness are essential to unlock the full potential of these species.

Conclusion

Drumstick, curry leaf, and breadfruit represent a unique group of tree-based vegetable crops that integrate the principles of forestry and horticulture. Their inclusion in agroforestry systems offers a powerful pathway to achieve nutritional security, climate resilience, and sustainable livelihoods. By combining short-term productivity with long-term ecological benefits, these species can transform conventional farming into resilient, diversified production systems. Promoting their integration through research, policy support, and farmer engagement will be critical for building climate-smart and nutritionally secure agricultural landscapes in the future.

References

Balakrishnan, R., Vijayraja, D., Jo, S. H., Ganesan, P., Su-Kim, I., & Choi, D. K. (2020). Medicinal profile, phytochemistry, and pharmacological activities of *Murrayakoenigii* and its primary bioactive compounds. *Antioxidants*, *9*(2), 101.

Caspersen, M. B., & Rasmussen, L. V. (2024). Can trees improve food security? The role of tree ownership in dietary diversity and food insecurity among women in rural Malawi. *Trees, Forests and People, 17*, 100298.

Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food science and human wellness*, *5*(2), 49-56.

Horn, L., Shakela, N., Mutorwa, M. K., Naomab, E., &Kwaambwa, H. M. (2022). *Moringa oleifera* as a sustainable climate-smart solution to nutrition, disease prevention, and water treatment challenges: A review. *Journal of Agriculture and Food Research, 10*, 100397.

Jones, A. M. P., Ragone, D., Aiona, K., Lane, W. A., & Murch, S. J. (2011). Nutritional and morphological diversity of breadfruit (*Artocarpus,* Moraceae): Identification of elite cultivars for food security. *Journal of Food Composition and Analysis, 24*(8), 1091–1102.

Kumar, B. M., & Nair, P. K. R. (2021). Agroforestry as a strategy for climate change adaptation and mitigation. *Agroforestry Systems, 95*, 1–20.

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. *International Journal of Molecular Sciences, 16*(6), 12791–12835.

Liu, Y., Ragone, D., & Murch, S. J. (2015). Breadfruit (*Artocarpus altilis*): A source of high-quality protein for food security and novel food products. *Amino Acids, 47*(4), 847–856.

Mausio, K., Miura, T., & Lincoln, N. K. (2020). Cultivation potential projections of breadfruit (*Artocarpus altilis*) under climate change scenarios using an empirically validated suitability model. *PLOS ONE, 15*(5), e0228552.

Mehta KA, Quek YCR and Henry CJ (2023) Breadfruit (Artocarpus altilis): Processing, nutritional quality, and food applications. *Front. Nutr*. 10:1156155. doi: 10.3389/fnut.2023.1156155

Nair, P. K. R. (1993). *An introduction to agroforestry*. Springer.

Nair, S., & Pushpalatha, P. B. (2019). Nutritional and medicinal properties of curry leaf (*Murrayakoenigii*): A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8*(3), 125–130.

Needham, A. M. L. W., Jha, R., & Lincoln, N. K. (2020). The response of breadfruit nutrition to local climate and soil: A review. *Journal of Food Composition and Analysis, 88*, 103451.

Singh, R., Singh, A., & Singh, S. (2020). Agroforestry systems for improving livelihood and environmental sustainability. *Indian Journal of Agroforestry, 22*(1), 1–10.

Suresh, V., Jansirani, P., Saraladevi, D., & Vijayaraghavan, H. (2019). Standardization of pruning height, pruning interval and foliar nutrients on growth and yield of curry leaf (*Murrayakoenigii*). *Acta Horticulturae, 1241*, 443–450.

Suthar, P., Kumar, S., Kumar, V., et al. (2022). *Murrayakoenigii* (L.) Spreng: Ethnobotanical perspectives and nutra-functional

properties. *South African Journal of Botany*, *145*, 111–134.

Yang, L., Zerega, N., Montgomery, A., & Horton, D. E. (2022). Potential of breadfruit cultivation to contribute to climate-resilient low latitude food systems. *PLOS Climate*, *1*(8), e0000062.

बेर के मूल्य संवर्धित उत्पाद

आयुषी जैन[1], विशा जैन[2] एवं हर्षित कुमार[1]
[1]उद्यानविभाग, राजस्थान कृषि महाविद्यालय
महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, उदयपुर 313001
[2]वानिकी विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार 125001

बेर (*Ziziphus mauritiana*) भारत का प्रमुख देशी फल हैं, जिनका पोषक एवं औषधीय महत्व अधिक है। राजस्थान में इस फल का उत्पादन बड़े पैमाने पर किया जाता है,किंतु इसकी नाशवान प्रकृति के कारण कटाई उपरांत भारीमात्रा में उपज नष्ट हो जाती है। इस समस्या के समाधान हेतु मूल्य संवर्धन एक प्रभावी उपाय है जिसके माध्यम से फलों को प्रसंस्करण द्वारा अधिकउपयोगी एवं आर्थिक रूप से लाभकारी उत्पादों में परिवर्तित किया जाता है।मूल्य संवर्धन न केवल फलों की शेल्फ लाइफ बढ़ाता है, बल्कि किसानों की आय में वृद्धि कर ग्रामीण अर्थव्यवस्था को भी सु–ढ़ बनाता है। बेर एक कठोर परिस्थितियों में उगने वाला फल है, जिसमें कार्बोहाइड्रेट, विटामिन-सी, कैल्शियम, फॉस्फोरस तथा लौह तत्व प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। ताजे बेर सीमित समय तक ही सुरक्षित रहते हैं, इसलिए इनके प्रसंस्करण की अत्यधिक आवश्यकता होती है। बेर से कैंडी, मुरब्बा, जैम, स्क्वैश, रेडी-टू-सर्व पेय, सूखा बेर तथा अचार जैसे अनेक मूल्य संवर्धित उत्पाद तैयार किए जाते हैं।

बेर के प्रमुख मूल्य संवर्धित उत्पाद	
बेर कैंडी	✓ बेर कैंडी बनाने की प्रक्रिया में पके बेर को धोकर, छीलकर चीनी केघोल में डुबोया जाता है और बाद में सुखाया जाता है।इसकी लंबी शेल्फ लाइफव उच्च बाजार मूल्यहोता है। ✓ इसका उपयोग बच्चों एवं युवाओं में लोकप्रिय हैं।
बेर मुरब्बा	✓ बेर को चीनी की गाढ़ी चाशनी में पकाकर मुरब्बा बनाया जाता है। ✓ यहपाचन मेंसुधारव ऊर्जा प्रदान करता है।
बेर जैम	✓ बेर के गूदे, चीनी, पेक्टिन एवं साइट्रिक एसिड से जैम तैयार किया जाता है। ✓ यह स्वाद में अच्छा एवं आकर्षक रंग वाला होता है। इसका उपयोग ब्रेड, बिस्कुट व केक में किया जाता है।
बेरस्क्वैश एवं आरटीएस पेय	✓ बेर के रस से स्क्वैश और रेडी-टू-सर्व पेय बनाए जाते हैं। ✓ यह गर्मियों में ताजगी व पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाता है।
सूखा बेर (डिहाइड्रेटेड बेर)	✓ बेर को सुखाकर लंबे समय तक भंडारित किया जा सकता है। ✓ इसका उपयोग स्नैक एवं पाउडर निर्माण में होता है।

बेर कैंडी

बेर मुरब्बा

सूखा बेर (डिहाइड्रेटेड बेर)

समस्याग्रस्त भूमि सुधार में बहुउपयोगी वृक्ष प्रजातियों की भूमिका

ऋषिकेश ठाकुर, एस. सरवदे, अजय सिंह लोधी, ए. के. श्रीवास्तव, एस.के. राय एवं शैलेंद्र भलावे
जवाहरलाल नेहरू कृषि विश्वविद्यालय
जबलपुर (मध्य प्रदेश)

परिचय

वे वृक्ष प्रजातियाँ जो एक से अधिक उपयोगी उत्पाद प्रदान करती हैं या एक से अधिक कार्य करती हैं, जैसे कि ईंधन, चारा, फल, लकड़ी, रेशा, छाया, मृदा संरक्षण, नाइट्रोजन स्थिरीकरण तथा पर्यावरण संरक्षण आदि उन्हें बहु-उद्देशीय वृक्ष प्रजातियाँ कहा जाता है। उदाहरणके लिए नीम (एज़ाडिरेक्टा इंडिका), सुवाबुल (ल्यूकेना ल्यूकोसेफाला), एवं शीशम ऐसी सामान्य बहु-उद्देशीय वृक्ष प्रजातियाँ हैं जो चारा, ईंधन एवं मृदा उर्वरता में सुधार जैसे कई कार्य करती हैं। बहुउद्देशीय वृक्षों को जानबूझकर एक से अधिक उत्पादन के लिए उगाया और प्रबंधित किया जाता है। ये फल, मेवे, पत्ते आदि के रूप में भोजन प्रदान कर सकते हैं; साथ ही जलाऊ लकड़ी के रूप में एवंमृदा में नाइट्रोजन की वृद्धिकरसकते हैं। बहुउद्देशीय वृक्ष, कृषि-वानिकी के लिए एक सामान्य शब्द है, विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय कृषि-वानिकी के संदर्भ में, जहाँ वृक्ष का स्वामी एक कृषक होता है।

वृक्ष प्रजातियाँ दो प्रकार से बहुउद्देशीय हो सकती हैं

1. एक ही वृक्ष एक से अधिक उत्पादन दे सकता है उदाहरण के लिए, दक्षिण भारत में किसान, ग्लिरिसिडिया सेपियम को जीवित बाड़ के रूप में उगाते हैं जो कृषि फसलों के लिए ईंधन, चारा और हरी खाद,ये सब एक ही समय में प्रदान करता है।
2. एक ही प्रजाति के पेड़, जब अलग-अलग तरीके से प्रबंधित किए जाते हैं, तो अलग-अलग उत्पाद दे सकते हैं उदाहरण के लिए, ल्यूकेना ल्यूकोसेफाला का प्रबंधन इस तरह किया जाता है कि कुछ पेड़ मुख्य रूप से लकड़ी देते हैं जबकि अन्यरूप से पत्तियां चूर्ण उत्पन्न करती हैं।

जब एक बहुउद्देशीय वृक्ष लगाया जाता है, तो एक साथ कई ज़रूरतें और कार्य पूरे हो सकते हैं। इनका उपयोग वायुरोधक के रूप में किया जा सकता है, साथ ही ये मालिक के लिए मुख्य भोजन भी प्रदान करते हैं। मिट्टी को नाइट्रोजन प्रदान करने के लिए इन्हें मौजूदा खेतों में अंतर-फसल के रूप में उगाया जा सकता है, और साथ ही ये भोजन और जलाऊ लकड़ी दोनों के स्रोत के रूप में भी काम करते हैं।

उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के सामान्य बहुउद्देशीय वृक्षों में शामिल हैं-

- गिरिपुष्प (ग्लिरिसिडिया *सेपियम)* - मध्य अमेरिका में जीवित बाड़, जलाऊ लकड़ी, चारा और मिट्टी में नाइट्रोजन स्थिरीकरण के लिए उपयोग किया जाने वाला सबसे आम वृक्ष।
- मोरिंगा (मोरिंगा *ओलीफेरा)* - खाने योग्य पत्ते, फलियाँ और फलियाँ, आमतौर पर पशुओं के चारे और छाया के लिए उपयोग की जाती हैं (यह नाइट्रोजन स्थिरीकरण नहीं करता जैसा कि आमतौर पर माना जाता है)
- नीम *(एज़ाडिरेक्टा इंडिका)* - कीट विकर्षक, एंटीबायोटिक, मिट्टी में नाइट्रोजन जोड़ने, वायुरोधक, गीली घास के रूप में उपयोग के लिए

बायोमास उत्पादन, और जलाऊ लकड़ी के रूप में सीमित उपयोग।

- नारियल का ताड़ - भोजन, शुद्ध पानी (नारियल के अंदर से रस), छत की छप्पर, जलाऊ लकड़ी, छाया के लिए उपयोग किया जाता है।
- आदर्श रूप से, उष्णकटिबंधीय खेतों में पाए जाने वाले अधिकांश पेड़ बहुउद्देशीय होने चाहिए, और किसान को केवल छाया और जलाऊ लकड़ी से कहीं अधिक प्रदान करने चाहिए। अधिकांश मामलों में, ये नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाली फलियाँ या ऐसे पेड़ होने चाहिए जो किसान की खाद्य सुरक्षा को काफ़ी बढ़ाएँ।

कृषि-वानिकी एवं बहुउद्देशीय वक्षों का समन्वित परिदृश्य

अच्छी बहुउद्देशीय वृक्षप्रजातियों की विशेषताएँ-

- पत्तियों में अच्छी जैविक सामग्री और पोषक तत्व होते हैं।
- जड़ें गहरी होती हैं और मिट्टी को बांधने के अच्छे गुण होते हैं।
- समस्याग्रस्त मिट्टी में उगाया जा सकता है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण।

पेड़ों की मिट्टी को सुधारने की क्षमता प्राकृतिक वनों के अंतर्गत उच्च उर्वरता स्थिति वाले बंद पोषक चक्रण, झूम खेती में वन परती भूमि के अंतर्गत उर्वरता की बहाली और पुनर्ग्रहण वानिकी और कृषि वानिकी के अनुभव से प्रदर्शित होती है। पेड़ निम्नलिखित प्रक्रियाओं द्वारा मिट्टी की उर्वरता में सुधार करते हैं

- मिट्टी में पोषक तत्वों की मात्रा में वृद्धि
- मिट्टी से होने वाले नुकसान को कम करना
- मिट्टी की भौतिक, रासायनिक और जैविक स्थितियों में सुधार

प्रक्रियाओं का सबसे महत्वपूर्ण समूह वे हैं जिनके द्वारा पेड-+

- अपवाह और मृदा अपरदन को रोकते हैं
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण और गहरी मृदा क्षितिज से अवशोषण के माध्यम से पोषक तत्वों कीसान्द्रता को बढ़ाते हैं

किसानों द्वारा अपनाई गई कुछ बहुउद्देशीय वृक्षप्रजातियां-

शुष्क क्षेत्र

प्रोसोपिस *सिनेरिया (खेजड़ी), पी. जूलीफ्लोरा (मेस्काइट* पेड़), *टेकोमेला इंडुलाला* (रोहिडा), *ज़िज़िफस मौरिसियाना।* (बेर), *अजादिराक्टा इंडिका* (नीम), *यूकेलिप्टस कैमेलडुलेंसिस* (नदी का लाल गोंद), *अकेशिया टॉर्टिलिस* (इजरायली बबूल)।

अर्ध-शुष्क क्षेत्र

अकेशिया निलोटिका (गोंद अरबी पेड़ / बबूल), *अकेशिया* टॉर्टिलिस (इजरायली बबूल), *अल्बिजिया लेबेक* (सिरीश / महिलाओं की जीभ), *अल्बिजिया अमारा* (कृष्णा सिरिस), *प्रोसोपिस जूलीफ्लोरा* (मेस्काइट पेड़), *अजादिराक्टा इंडिका* (नीम), *यूकेलिप्टस हाइब्रिड(* संकर नीलगिरी), *ल्यूकेना ल्यूकोसेफला* (सुबाबुल)।

आर्द्र क्षेत्र

अल्बिज़िया *लेबेक (सिरीश*), *अल्बिज़िया प्रोसेरा* (सफ़ेद सिरीश), *पैरासेरिएन्थेस फाल्केटारिया* (मोलुक्कन अल्बिज़िया), ल्यूकेना *ल्यूकोसेफला* (सुबाबुल), *अकेशिया मैंगियम* (ऑस्ट्रेलियाई साग)।

मध्य भारतीय पठार

अल्बिजिया *अमारा, अल्बिजिया लेबेक, अकेशिया निलोटिका, ब्यूटिया मोनोस्पर्मा (पलाश), प्रोसोपिस जूलीफ्लोरा।*

पूवब और पश्चिमी तटीय क्षेत्र

कैसुरीना इक्विसेटिफ़ोलिया (सारू), ल्यूकेना ल्यूकोसेफला, प्रोसोपिस जूलीफ्लोरा।

शीतोष्ण हिमालयी क्षेत्र

फाइकस एस.पी.पी., एलनस एस.पी.पी., *सैलिस* एस.पी.पी.

उप-समशीतोष्ण निचली पहाड़ियाँ और गंगा का मैदान

केशिया निलोटिका, अल्बिज़िया लेबेक, अज़ादिरैक्टा इंडिका, मेलिया अज़ेडाराक (भारत का गौरव), ल्यूकेना *ल्यूकोसेफला।*

पूवबहिमालयी क्षेत्र

अकेशिया मैंगियम, *अकेशिया* ऑरिकुलिफोर्मिस (आकाशमणि), *पारासेरिएन्थेस फाल्केटारिया, अल्बिजिया लेबेक, अल्बिजिया प्रोसेरा।*

समस्याग्रस्त मृदाओं का जैव उपचार

उपचार का अर्थ है किसी समस्या का समाधान करना और जैवउपचार का अर्थ है किसी पर्यावरणीय समस्या, जैसे दूषित/समस्याग्रस्त मृदा या दूषित भूजल, के समाधान के लिए जैविक जीवों/कारकों का उपयोग करना। जैवउपचारमें दूषित मृदा और भूजल को साफ करने के लिए सूक्ष्मजीवों का उपयोगकिया जाता है। जैसे कि, बैक्टीरिया जो पर्यावरण में प्राकृतिक रूप से रहते हैं। जैवउपचार कुछ ऐसे सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को प्रोत्साहित करता है जो दूषित पदार्थों को भोजन और ऊर्जा के स्रोत के रूप में उपयोग करते हैं। जैव-उपचार द्वारा उपचारित दूषित पदार्थों में तेल और अन्य पेट्रोलियम उत्पाद, विलायक और कीटनाशक शामिल हैं।

समस्याग्रस्त मृदाएँ वे मृदाएँ हैं, जो विशिष्ट सीमाओं के कारण कृषि योग्य बनाने के लिए उपयुक्त नहीं होती हैं। सामान्यतः, समस्याग्रस्त मृदाएँ दो प्रकार की होती हैंरू भौतिक समस्याग्रस्त और रासायनिक समस्याग्रस्त। कृषि-वानिकी प्रणालियाँ वृक्षों के मृदा सुधार प्रभाव के माध्यम से सीमांत और बंजर भूमि का उपयोग करने का एक संभावित साधन हैं। यह सभी समस्याग्रस्त मृदाओं के सुधार के लिए सबसे सस्ते और सर्वेत्तम तरीकों में से एक साबित होता है। कृषि-वानिकी प्रणालियाँ जैसे सिल्वीकल्चर, सिल्वी-चारागाह आदि दीर्घकालिक आधार पर

अतिरिक्त लाभ के साथ-साथ मिट्टी के भौतिक और रासायनिक गुणों में सुधार कर सकती हैं।

मृदा की भौतिक समस्याओं का जैव उपचार

रेतीली मिट्टी, उप-मृदा कठोरता या हार्डपैन, सतह पर पपड़ी जमना, जल भराव वाली मिट्टी, पीट और दलदली मिट्टी आदि जैसी मिट्टी की भौतिक समस्याओं के जैव उपचार के लिए वृक्ष प्रजातियां जैसे *यूकेलिप्टस रोबस्टा, सिज़ीगियम क्यूमुनी* (जामुन), *टर्मिनलिया अर्जुन* (अर्जुन), *सैलिक्स टेट्रास्पर्मा* (भारतीय विलो), *डालबर्गिया लैटिफोलिया* (शीशम), *यूकेलिप्टस कैमाल्डुलेंसिस* (नदी लाल गम), *यूकेलिप्टस ग्रैंडिस* (गुलाब गम) और कुछ घास जैसे *ब्राचरिया म्यूटिका* (पैरा घास) और *साइनोडोन डेक्टिलॉन* (बरमूडा घास), *डाइकैंथियम कैरिकोसम, ब्राचरिया डेकम्बेंस* आदि का आमतौर पर उपयोग किया जाता है।

मृदा की रासायनिक समस्याओं का जैव उपचार

मृदा की विभिन्न रासायनिक समस्याओं, जैसे लवण प्रभावित मृदा (लवणीय, सोडियम युक्त और लवणीय-सोडियम युक्त) आदि का भी निम्नलिखित वृक्ष और घास प्रजातियों द्वारा पुनउपचार या प्रबंधन किया जाता है।

लवणीय मृदाएँ

- *साल्वाडोरा पर्सिका* (मिस्वाक पेड़)
- *अकेशिया निलोटिका (बबूल)*
- *ब्यूटिया मोनोस्पर्मा (पलाश)*
- *टर्मिनेलिया अर्जुना* (अर्जुन)
- *डालबर्जिया सिस्सू (सिस्सू)*
- *कैसुरीना इक्विसेटिफोलिया (सरू)*

अत्यधिक लवण सहनशील और उच्च जैवभार उत्पादक घास प्रजातियों में शामिल हैं

- *एलुरोपस लैगोपोइड्स (मैंग्रोव* घास या रैबिट-फुट एलुरोपस)
- *सुएडा फ्रुटिकोज़* (झाड़ीदार समुद्री प्रकाश)
- *साइनोडोन डेक्टिलॉन (बरमूडा* घास, धूब घास)
- *ब्राचियारिया रामोज़* (भूरा शीर्ष बाजरा)

क्षारीय मृदाएँ

- *प्रोसोपिस जूलिफ्लोरा(मेस्काइट* वृक्ष) और *डाइकैंथियम एन्नुलैटम(करनाल* घास) मिट्टी की स्थिति को इस हद तक बेहतर बनाते हैं कि कुछ समय या एक वर्ष के बाद।
- कुछ चारा प्रजातियाँ पेड़ों के नीचे उगाई जा सकती हैं जैसे - बरसीम (ट्राइफोलियम *अलेक्जेंड्रिकम),* सेंजी (मेलिलोटस *पेरीफ्लोरा)* और शैफ्टल (ट्राइफोलियम *रेसुपिनेटम)*

लवणीय-क्षारीय (सोडिक) मृदाएँ

- *अजेडिरेक्टा इंडिका* (नीम)
- *कैसुरिना इक्विसेटिफ़ोइया (सरू)*
- *डालबर्जिया सिस्सू (सिस्सो)*
- *एलेन्थस एक्सेल (स्वर्ग* का वृक्ष)
- *प्रोसोपिस सिनेरिया (खेजड़ी)*
- *एकेशिया टॉर्टिलिस (इज़राइली* बबूल)
- *एकेशिया निलोटिका (बबूल)*

जैव उपचार के लाभ

- जैवउपचार एकप्राकृतिक प्रक्रिया है, इसलिए इसे आम जनता द्वारा समझा जाता है।
- जैव-उपचार विभिन्न प्रकार के प्रदूषकों के पूर्ण विनाश के लिए उपयोगी है।
- प्रदूषकों को एक पर्यावरणीय माध्यम से दूसरे में स्थानांतरित करने के बजाय, उदाहरण के लिए, भूमि से जल या वायु में, लक्षित प्रदूषकों का पूर्ण विनाश संभव है।
- जैव-उपचार अक्सर कार्यस्थल पर ही किया जा सकता है, अक्सर सामान्य गतिविधियों में कोई बड़ा व्यवधान उत्पन्न किए बिना।
- जैव-उपचार खतरनाक अपशिष्ट की सफाई के लिए उपयोग की जाने वाली

फलों के वृक्षों की लवणता के प्रति सापेक्ष सहनशीलता

सोडियम सहिष्णुता के लिए विनिमय योग्य सोडियम प्रतिशत (ईएसपी)		वृक्षों की प्रजातियाँ
संवेदनशील	<20 प्रतिशत	*मैंगिफेरा इंडिका* (आम), *आर्टेकार्पस हेटरोफिलस* (कटहल), *मूसा पैराडिसियाका* (केला)
कम	20 से 30 प्रतिशत	*साइडियम गुआजावा* (अमरूद), *साइट्रस लिमोन* (नींबू), *विटिस विनिफेरा* (अंगूर)
मध्यम	30 से 40 प्रतिशत	*पुनिका ग्रेनेटम* (अनार)
उच्च	40 से 50 प्रतिशत	*ज़िज़िफस जुजुबे* (बेर), *टैमारिंडस इंडिका* (इमली), *मानिलकारा ज़ापोटा* (सपोटा), *लिमोनिया एसिडिसिमा* (वुड एप्पल), *फ़ीनिक्स डेक्टिलिफेरा* (खजूर)

अन्य तकनीकों की तुलना में कम खचबला साबित हो सकता है।

जैव उपचार के नुकसान

- जैव-उपचार उन यौगिकों तक सीमित है जो जैव-निम्नीकरणीय हैं। सभी यौगिक तीव्र और पूर्ण अपघटन के लिए अतिसंवेदनशील नहीं होते हैं।
- कुछ चिंताएँ हैं कि जैव-अपघटन के उत्पाद मूल यौगिक की तुलना में अधिक स्थायी या विषाक्त हो सकते हैं।
- जैविक प्रक्रियाएँ अक्सर सूक्ष्मजीवी आबादी, उपयुक्त पर्यावरणीय वृद्धि स्थितियों, और पोषक तत्वों व संदूषकों के उचित स्तरों के लिए अत्यधिक विशिष्ट होती हैं।
- बेंच और पायलट-स्तरीय अध्ययनों से पूर्ण-स्तरीय क्षेत्रीय संचालन तक निष्कर्ष निकालना (निष्कर्ष निकालना) कठिन होता है।
- जैव-उपचार में अक्सर अन्य उपचार विकल्पों की तुलना में अधिक समय लगता है।

निष्कर्ष

उपरोक्त विवरण से यह स्पष्ट होता है कि बहुउद्देशीय वक्ष प्रजातियाँ कृषिवानिकी प्रणालियों की आधारशिला हैं, जो एक साथ ईंधन, चारा, भोजन, लकड़ी, मदा उर्वरता एवं पर्यावरण संरक्षण जैसी अनेक आवश्यकताओं की पूर्ति करती हैं। इनका उचित प्रबंधन उत्पादन में वद्धि के साथ-साथ मदा की भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणवत्ता में भी सुधार करता है।

इसके अतिरिक्त, जैव-उपचार जैसी तकनीकों के माध्यम से दूषित एवं समस्याग्रस्त भूमि का सुधार संभव है, जो सतत् कृषि एवं पर्यावरणीय संतुलन को बढ़ावा देता है। विभिन्न वक्ष एवं घास प्रजातियाँ लवणीय, क्षारीय एवं अन्य अवक्रष्ट मदाओं के पुनस्थापन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।अतः यह निष्कर्ष निकलता है कि कृषिवानिकी प्रणालियाँ न केवल किसानों की आजीविका को सुदृढ़ बनाती हैं, बल्कि प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण, भूमि सुधार एवं दीर्घकालिक पर्यावरणीय स्थिरता के लिए एक प्रभावी एवं टिकाऊ समाधान प्रदान करती हैं।

Urban agriculture and green spaces: A pathway to sustainable cities

Vivek Singh and Deepak Singh Bisht
Govind Ballabh Pant National Institute of Himalayan Environment (GBPNIHE)
Almora, Uttarakhand, 263643, India
Email: singhvivek090701@gmail.com, bishtdinesh026@gmail.com

Introduction

In many Indian cities today, access to fresh and affordable food is becoming increasingly difficult, especially for low-income households. At the same time, unused rooftops, balconies, and small open spaces remain underutilized. Urban agriculture offers a simple yet effective way to address both these challenges by bringing food production closer to where people live.

At the same time, urban populations are becoming increasingly dependent on external sources for food. Vegetables and fruits are transported over long distances, often losing freshness and nutritional value. In this context, urban agriculture and the development of green spaces are emerging as important solutions for creating more sustainable and livable cities.

The problem: Loss of green spaces and food insecurity

One of the major challenges faced by Indian cities today is the decline in green cover. Urban expansion has reduced the availability of parks, community gardens, and tree cover. This not only affects the environment but also reduces the quality of life for residents.

In addition, urban households are highly dependent on market-purchased food. Fluctuating prices and concerns about food quality make it difficult for many families to maintain a healthy diet. The situation is particularly challenging for low- and middle-income households.

Another issue is the increasing generation of organic waste in cities. Kitchen waste is often discarded without proper treatment, contributing to environmental pollution.

Fig. 1: Women showing growing brinjal at rooftop Pot**(Source:** *thebetterindia.com***)**

Urban agriculture does not require large land areas. Even small spaces can be effectively utilized with proper planning and techniques.

Urban agriculture as a solution

Urban agriculture involves growing food within city spaces such as rooftops, balconies, and small community areas. It includes activities like kitchen gardening, rooftop farming, vertical gardening, and small-scale horticulture.

In recent years, many Indian cities such as Delhi, Bengaluru, and Pune have seen a rise in urban gardening initiatives.

Households are using containers, grow bags, and recycled materials to cultivate vegetables like spinach, tomatoes, chillies, and herbs.

Real examples from Indian cities

Community kitchen gardens in Delhi

In several low-income settlements of Delhi, initiatives like "Basti Gardens" have helped households start small kitchen gardens using rooftops and limited open spaces. Women from these communities were trained to grow vegetables in containers using compost made from kitchen waste.

Over time, many families were able to grow part of their own vegetables such as spinach, coriander, and tomatoes. This helped reduce their dependence on markets and lowered monthly food expenses and many households reported saving around 10–15% of their monthly food expenses. In addition, the initiative improved awareness about waste recycling and sustainable living practices.

Fig. 2: Women Engagement **(Source:** *thebetterindia.com***)**

Rooftop gardening movement in Bengaluru

Bengaluru has emerged as a leading example of urban agriculture in India. Citizen groups such as the Garden City Farmers Trust have actively promoted terrace gardening among urban residents.

Fig. 3: The rooftop garden of Ashwini Gajendran, a resident of Vidyaranyapura, Bengaluru (**Source:** *thehindu.com***)**

Thousands of households in Bengaluru are now growing vegetables on rooftops using organic methods. Many residents prepare compost at home and avoid chemical inputs. Regular workshops, seed exchanges, and community networks have

helped spread the practice across the city.This movement shows how urban agriculture can scale up when supported by active citizen participation and knowledge sharing.

Urban agriculture in Himalayan towns of Uttarakhand

Urban agriculture is equally relevant in the hill towns of Uttarakhand such as Nainital, Almora, and Pithoragarh, where space is limited and terrain is uneven. In these areas, households often have small terraces, rooftops, or courtyard spaces that can be used for growing vegetables. Due to transportation constraints, fresh vegetables are often expensive and not always easily available. Kitchen gardening in such towns helps families' access fresh and nutritious food while reducing dependence on market supply. In addition, promoting green spaces in hill towns is important for maintaining ecological balance, preventing soil erosion, and supporting local biodiversity. Urban agriculture in these regions, therefore, not only improves food security but also contributes to environmental conservation in fragile mountain ecosystems.

Role of green spaces in urban areas

Green spaces such as parks, urban forests, roadside plantations, and community gardens play a crucial role in maintaining ecological balance in cities.

They help in:

- reducing urban heat by providing shade and cooling
- improving air quality by absorbing pollutants
- supporting biodiversity, including birds, bees, and butterflies
- enhancing mental well-being of residents

Urban agriculture can complement these green spaces by adding productive elements to them.

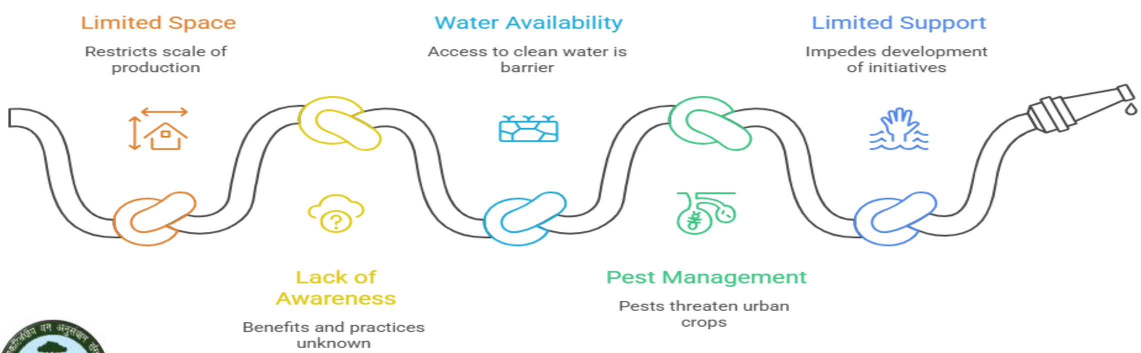
Practical approaches to urban agriculture

Urban agriculture can be implemented using simple and low-cost methods:

Fig. 4: Practical Approaches to Urban Agriculture

Benefits of urban agriculture

Challenges in urban agriculture



Economic Benefits

Reduces household expenditure and may generate small income.

Environmental Benefits

Promotes greenery and reduces waste.

Nutritional benefits

Provide fresh and healthy food.

Social benefits

Encourage community participation and awareness.

Way forward

To promote urban agriculture:

- Awareness programmes
- Composting promotion
- Policy support
- Community initiatives
- Integration in urban planning

Conclusion

Urban agriculture may not replace conventional farming, but it can play an important role in making cities more self-reliant, sustainable, and environmentally resilient.Urban agriculture and green spaces offer a practical solution to improve food security and environmental sustainability in cities. By using small spaces effectively, urban residents can contribute to healthier and more resilient cities.

Tree-Crop interactions under agroforestry systems: Mechanisms, impacts and management strategies

Varsha Shekhawat[1], Vishal Sunartiya[2] and Parul Priya[2]
[1]Department of Silviculture & Agroforestry, Rani Lakshmi Bai Central Agricultural University, Jhansi-284003, Uttar Pradesh, India
[2]Department of Vegetable Science, Rani Lakshmi Bai Central Agricultural University, Jhansi-284003, Uttar Pradesh, India
Email: shekhawatvarsha807@gmail.com

Abstract
Agroforestry is a dynamic land-use system that deliberately integrates trees with crops and/or animals to achieve ecological and economic benefits. A critical aspect of agroforestry is the interaction between its components particularly tree-crop interactions (TCI) and tree-animal interactions (TAI). These interactions can be positive (complementary or supplementary) or negative (competitive), occurring both above and below ground through shared resources such as light, water, nutrients, and allelopathic compounds. This article reviews the nature, types, and management of tree-crop interactions under agroforestry systems. It presents key case studies from India demonstrating how species selection, spatial arrangement, and management practices influence crop productivity, soil health, and system sustainability. The findings highlight that with proper management including tree pruning, root barriers, and selection of shade-tolerant crops the positive interactions can be maximized while negative ones are minimized, making agroforestry a productive and sustainable land-use option.

Introduction
Global food security and environmental sustainability are increasingly threatened by climate change, land degradation, and declining agricultural productivity (Food and Agriculture Organization, 2017; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). In this context, agroforestry has emerged as a scientifically validated, farmer-friendly land-use system that combines the benefits of forestry and agriculture (Nair, 1993; Jose, 2009). Agroforestry is defined as “a collective name for land use systems and technologies where woody perennials (trees, shrubs, palms, bamboos, etc.) are deliberately used on the same land management units as agricultural crops or animals, in some form of spatial arrangement or temporal sequence” (Lundgren & Raintree, 1982). According to World Agroforestry Centre, agroforestry systems are not simply those where trees and crops or animals give useful products to the farmer, but are systems where trees and crops (or animals) truly interact (ICRAF, 2013; Nair, 1993). These interactions are fundamental to understanding why agroforestry systems often outperform monocultures, and also why they sometimes fail (Jose et al., 2004; Ong & Leakey, 1999). The interactions occur through the shared media of soil and microclimate, making their study both complex and essential for system optimization (Cannell et al., 1996; Rao et al., 1998). This article provides a comprehensive overview of tree-crop interactions (TCI), their types, mechanisms, quantification, management strategies, and supporting case studies from Indian and global agroforestry research.

What is Tree-Crop Interaction (TCI)
According to Nair (1993), 'interaction' is the effect of one component of a system on the performance of another component and/or the overall system. In agroforestry,

trees and food crops interact in many ways, leading to positive and negative impacts on the growth of both trees and crops. These interactions occur both above ground (for light, space, and aerial microclimate) and below ground (for water, nutrients, and soil biology).

Positive example

Nitrogen-fixing trees such as *Leucaena leucocephala* improve soil fertility for associated crops.

Negative example

Dense tree canopies compete with crops for light, water, and nutrients, reducing crop yields.

Fig 1: Agroforestry System at RLBCAU, Jhansi

Types and nature of interactions

Tree-crop interactions are broadly classified into three types based on their net effect on system productivity:

Analysis of interactions between two populations A and B (modified from Emmanuel Torquebiau, 1994). (0: No significant interaction; +: Advantage for the population in question (growth, survival, reproduction, etc.); –: Disadvantage for the population in question).

Table 1: Types of interactions at the Tree-Crop Interface (TCI)

Type of Interaction	Effect on Tree (A)	Effect on Crop (B)	Nature of Interaction	Agroforestry Example
Mutualism	+	+	Both components benefit	Legume–Rhizobium association; mycorrhizal symbiosis
Facilitation	+	0	Tree benefits; crop unaffected or slightly influenced	Windbreaks, microclimate improvement by trees
Neutralism	0	0	No significant interaction	Widely spaced trees with minimal root/canopy overlap
Competition	–	–	Both components negatively affected	Competition for light, water, and nutrients in dense systems
Amensalism (Allelopathy)	–	0	One component inhibited; other unaffected	Allelopathic effects (e.g., black walnut)
Commensalism	+	0	One benefits; other unaffected	Trees providing physical support or habitat
Parasitism/Predation	+	–	One benefits at the expense of the other	Pest/disease interactions affecting crops

Based on overall system performance, interactions are also classified as: (a) Complementary when the agroforestry system provides greater yield than corresponding sole crops; (b) Supplementary yield of one component exceeds its sole crop equivalent without reducing the other; and (c) Competitive yields of both components decrease due to negative interaction.

Positive (production-enhancing) interactions at TCI

Shading and microclimate amelioration

Tree shade reduces ambient temperature, transpiration rate, and water stress on associated crops and livestock. In Malaysia, rubber tree shade reduced air temperature by 1-5°C, creating a more favourable environment for sheep and poultry production. Trees also increase soil moisture, recycle nutrients, reduces wind speed, and moderate soil temperature collectively improving the microclimate for crops growing beneath them.

Biomass contribution and soil fertility improvement

Pruned materials and leaf litter from trees add organic matter, nitrogen, and other nutrients to the soil. Multipurpose trees (MPTs) used in agroforestry systems are particularly rich in nutrients. Table 2 presents the nutrient content of selected MPTs commonly used in agroforestry.

Table 2: Nutrient content (%) of selected MPT biomass in agroforestry systems

MPT Species	Nitrogen (%)	Calcium (%)
Leucaena	4.33	1.49

leucocephala		
Gliricidia sepium	4.21	1.40
Erythrina spp.	3.33	1.52
Inga edulis	3.10	0.70
Cassia siamea	2.52	—

Water conservation and weed suppression

Trees help conserve water by reducing transpiration losses and tapping deep soil water reserves inaccessible to annual crops. Tree shade also suppresses light-demanding weeds. For example, in alley cropping systems, *Cassia siamea* significantly reduces weed infestation, reducing the need for chemical herbicides.

Nutrient cycling and soil conservation

Nutrient cycling refers to the transfer of nutrients from one component to another within the soil-plant system. Trees play a critical role in this through deep root uptake and subsequent leaf litter decomposition. In arid regions of India, soils under Prosopis species showed significantly higher organic carbon and available nitrogen compared to open areas. Simultaneously, tree-crop associations such as alley cropping and windbreaks help control both wind and water erosion.

Efficient utilization of aerial space and light

Agroforestry systems, especially homegardens and multistorey systems, make optimal use of both horizontal and vertical space. Different canopy layers intercept light at various heights, reducing waste of solar radiation and maximizing overall system productivity.

Negative (production-decreasing) interactions at TCI

Light Competition

Light is one of the most critical resources for crop production, and competition for it between trees and understorey crops is a major concern. Photosynthetic rates in understorey crops decrease markedly with reduced light intensity. Verinumbe and Okali (1985) demonstrated that competition for light was more critical than root competition for intercropped maize between teak trees (*Tectona grandis*) in Nigeria.

Management strategies include:

- Pruning, topping, or pollarding overstory trees
- Thinning and lopping operations
- Choosing shade-tolerant intercrops such as turmeric and ginger
- Using wider tree spacing

Nutrient and water competition

Both trees and crops draw nutrients from limited soil pools. Malik and Sharma (1990) observed that crops within 10 m of the tree line are more severely affected by water competition. Singh et al. (1989) found that in alley-cropping trials of Leucaena with cowpea, castor, and sorghum under semiarid conditions in India, competition for water was more important than shading effects.

Management strategies:

- Mulching to conserve soil moisture
- Root pruning and installation of root barriers
- Avoiding fast-growing, water-demanding species such as Eucalyptus
- Using windbreaks to reduce evapotranspiration

Allelopathy

Allelopathy, a term coined by Hans Molisch (1937), refers to the detrimental effect of one plant on another through the release of chemical compounds. It was first detected by Davis (1928) in black walnut trees, whose leaves contain juglone a compound that inhibits germination and seedling growth of crops. Allelopathic effects are documented in several economically important agroforestry species.

Table 3: Tree species showing allelopathic effects and their target crops

Tree Species	Affected Crops
Gliricidia sepium	Maize, rice seedlings
Eucalyptus tereticornis	Cowpea, sorghum, sunflower, potato
Leucaena leucocephala	Maize, rice, cowpea, sorghum, sunflower

Quantifying tree-crop interactions

ICRAF researchers have developed a framework to quantify overall tree-crop interaction (I), considering positive effects through soil fertility enrichment (F) and negative effects through competition (C):

I = F − C

If F > C, the interaction is positive (net benefit to the system). If F < C, the interaction is negative. For simultaneous systems like alley cropping: I = F + C + M + P + L + A, where M = microclimate, P = pest and disease, L = soil conservation, and A = allelopathy. The yield equation for the agroforestry system is expressed as:

Ysystem = Ytree + Ycrop + F − C

The Land Equivalent Ratio (LER) is another widely used measure. LER is defined as the ratio of the area needed under sole cropping to produce the same yields as obtained under intercropping. When LER > 1, the agroforestry system is more productive than growing the components separately, confirming the value of positive tree-crop interactions.

Conclusion

Agroforestry is a unique ecological system that favours both crop productivity and biodiversity conservation, making it a best example of eco-agriculture. Tree-crop interactions are at the heart of agroforestry performance. While positive interactions such as improved soil fertility through nitrogen fixation and biomass addition, nutrient cycling, microclimate amelioration, weed suppression, and efficient use of light and space can significantly enhance system productivity, negative interactions such as competition for light, water, and nutrients, and allelopathic effects can reduce crop yields. The key to successful agroforestry management lies in maximizing complementary interactions while minimizing competitive ones through proper species selection, spatial arrangement, tree density management, and timely silvicultural operations. Evidence from Indian case studies from the Bundelkhand region to the Tarai belt of Uttarakhand consistently demonstrates that well-managed agroforestry systems improve soil health, enhance carbon sequestration, and sustain agricultural productivity. In the present scenario of climate change, agroforestry practices are emerging as a viable and proven option for combating negative climate impacts while simultaneously ensuring food and livelihood security for farming communities. Policymakers, researchers, and farmers must collaborate to scale up scientifically validated agroforestry models suited to local ecological and socioeconomic conditions.

References

Cannell, M. G. R., van Noordwijk, M., & Ong, C. K. (1996). The central agroforestry hypothesis: The trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. Agroforestry Systems, 34, 27–31.

Food and Agriculture Organization. (2017). The future of food and agriculture – Trends and challenges. FAO.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press.

Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and

environmental benefits: An overview. Agroforestry Systems, 76, 1–10.

Jose, S., Gillespie, A. R., & Pallardy, S. G. (2004). Interspecific interactions in temperate agroforestry. Agroforestry Systems, 61, 237–255.

Lundgren, B. O., & Raintree, J. B. (1982). Sustained agroforestry. In Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia.

Nair, P. K. R. (1993). An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers.

Ong, C. K., & Leakey, R. R. B. (1999). Why tree–crop interactions in agroforestry appear at odds with tree–grass interactions in tropical savannas. Agroforestry Systems, 45, 109–129.

Rao, M. R., Nair, P. K. R., & Ong, C. K. (1998). Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. Agroforestry Systems, 38, 3–50.

Torquebiau, E. (1992). Are tropical agroforestry home gardens sustainable?. *Agriculture, ecosystems & environment*, *41*(2), 189-207.

World Agroforestry Centre (ICRAF). (2015). Agroforestry systems and practices. Nairobi, Kenya.

Preliminary investigation of the ethnobotany of *Phoenix acaulis* (L) Roxb.: A multipurpose plant species

Bhairo Prasad Ahirvar[1, 2]
[1]Department of Environmental Science, Indira Gandhi National Tribal University, Amarkantak – 484887, Madhya Pradesh, India,
[2]Department of Zoology, Swami Vivekanand Government College, Lamta, Balaghat, Madhya Pradesh, 481551
E-mail: bhairop.20@gmail.com

Abstract
In the present study, a preliminary investigation into the ethnobotanical importance of *Phoenix acaulis* was conducted in the tribal villages of Anuppur district, Madhya Pradesh, India. *Phoenix acaulis*, locally known as 'chindi', is a multipurpose tree species that plays a significant role in the daily lives of local tribal peoples. It is used for handicraft items like brooms, ropes, and mats. The chindi fruit and root are also edible and are a good source of food supplements. Traditional knowledge about the *Phoenix acaulis* is less well known in ethnobotanical studies. There is a need for exploration of the importance of this multipurpose tree species, which is hidden in the tribal society as traditional knowledge.
Keywords: Ethnobotany, dwarf date palm, socio-economy, livelihood

Introduction

Ethnobotany includes the study of plant species and their practical uses by traditional methods (Ahirvar and Chaudhary, 2020). It can be defined as the study of plants with the interactions of local peoples and their traditional knowledge of use (Alcoron, 1995; Peroni *et al.*, 2007). Ethnobotanical studies have received much attention from ecologists and botanists. Wild plant diversity and their ethnobotanical values are a primary concern for the tribes. Wild plant diversity plays an important role in the daily lives of communities living near forests. People meet their daily needs from the forest, including food, medicines, fodder, and fuel. Apart from that, the forest also contributes to the daily income of local people by selling wild fruits, vegetables, and fuelwood in local markets. Ropes and other cordages, baskets, mats, other woven products, brooms, brushes, agricultural equipment, and other plants can be made into valuable goods. The expert capacity for locating and collecting these useful plants, as well as techniques for their subsequent processing and utilization, is already present among the people who live in these dense rural areas' forests or villages; the challenge is to inform them of the benefits that can only be theirs (Prana and Ahirwar, 2015).Traditional knowledge about how to exploit plant resources is declining for several reasons, including a shift in attitudes towards a more Western lifestyle and a lack of interest among younger generations in carrying on the tradition (Kala, 2009). Non-timber forest products play an important role in the economy of tribal peoples in Anuppur district, Madhya Pradesh. Several wild plants species e.g., *Annona squamosa, Buchanania lanzan, Diospyros melanoxylon, Semecarpus anacardium*and *Schleichera oleosa* are directly consumed as a fruit (Ahirvar *et al.*, 2017).

Among various palm species, India is represented by 20 genera and 96 species, among which 24 species belonging to 9 genera are endemic to India (Kulkarni and Mulani, 2004). *Jain et al.* (2018) have reported and explored the diverse applications of *Phoenix sylvestris* in India

and abroad. Marwat *et al.* (2012) have studied the ethnobotanical value of *Phoenix dactylifera*in Dera Ismail Khan District of Pakistan. *Phoenix acaulis*, commonly known as the dwarf date palm, is locally called "Chindi".It is a flowering plant species native to India, Bhutan, and Nepal (Riffle and Craft, 2003).In grassland, *Phoenix acaulis* was frequently found extending to scrubland, degraded and open forest (Barrow, 1998; Kulkarni and Mulani, 2004). *P. acaulis* Roxb., commonly known as the Dwarf Date Palm or Stemless Date Palm, is a distinctive species within the Phoenix genus of the Arecaceae family, native to northern India (Ayer *et al.*, 2024; Barrow, 1998). Chindi plays an important role in the socio-economy of many communities in Anuppur.The ethnobotany of *Phoenix acaulis* is not reported adequately in scientific studies worldwide. It is a less explored plant species with respect to its ethnic and socio-economic value. The present study aims to explore the ethnobotanical and socio-economic value of *Phoenix acaulis* (chindi) in the villages of Jaithari tehsil, Anuppur district, Madhya Pradesh, India.

Materials and Methods

Study area

In the present study, three villages, namely, Bhaina Dongri, Khodri, and Sulkhari of the Jaithari block of Anuppur district, were selected for the collection of information related to the ethnobotanical importance of *Phoenix acaulis* in their daily life. Villages situated near the forest have many communities, such as the Scheduled tribes (ST) and the Scheduled castes (SC). These people depended on the forest products to fulfill their daily needs. Among STs, the major castes belong to Gond, bhaina, badia, agaria, etc. Among SC, the major castes are Chamar, Kumhar, etc. Most people were involved in small-scale farming and in the collection of forest products on a part-time basis.

Results and दiscussion

Taxonomy of Phoenix acaulis

Table: 1. Taxonomy of *P. acaulis*

Rank	Classification
Kingdom	Plantae
Phylum	Tracheophytes
Class	Liliopsida
Subclass	Arecidae
Order	Arecales
Family	Arecacae
Genus	Phoenix
Species	*Phoenix acaulis* (L.) Roxb.

Role of Phoenix acaulis (chindi) in the native socio-economy

Leaf part

The leaf of the *Phoenix acaulis* plays an important role in tribes making the roofs of their temporary houses. It is waterproof

and a sustainable material. The leaf of the chindi is also used to make brooms and mats (Fig. 1 and Fig. 2). Chindi brooms are made by hand, without any additional energy or materials. The brooms are made during the winter season, just after the monsoon. The new leaves are used for making brooms. Most of the people used to sell the brooms to local area and earn good prices for that. During consultations with local people, it was found that approximately 10,000 to 15,000 INR can be earned in a year by selling chindi brooms. Around 20 families are involved into making brooms from chindi leaf. Apart from that, leaves are also used for making mats and ropes, which are very famous in the local area.

Flowering and fruiting

P. acaulis flowers in the cold season from November to January (Barrow, 1998). The fruit of the *Phoenix acaulis* is edible in India, Bangladeshn Nepal and other countries (Mahato, 2014; Dangol *et al.*, 2017). The fruiting occurs from April to June. It is an alternative food source for the locals during the summer season.

Fig. 1 (A) Chindi patch, (B) Mat from chindi, (C) fruit Fig. 2. Chindi broom

Root

Chindi root is also edible, and it is available during the monsoon season. It's also had medicinal properties and has been utilized for digestion-related issues, fever, unconsciousness, and heart disease (Harney, 2013; Jitin *et al.*, 2013). *P. acaul*is is rich source of starch (Kulkarni and Mulani, 2004).

Conclusion

Almost every part of this dwarf date palm is used by the local peoples. Modern brooms and mats are made from plastic materials, which are harmful to the environment. Brooms and mats made from chindi are sustainable and eco-friendly, and they are not harmful to the environment compared to modern brooms and mats.In the current environmental perspective, we must focus on more sustainable materials. Apart from that, the plant's fruits and roots are also edible and serve as a good source of alternative food supplements. Over the last few years, the availability of chindi plants has decreased due to low rainfall andpoor regeneration capacity. Environmental changes affect the socio-economic status of the tribes, especially those who totally depend on Mother Nature and the forest for their daily needs. There is a need for more brief research on this multipurpose plant species in Madhya Pradesh and India, so the importance of the species can be explored.

References

Ahirvar, B.P., & Chaudhry, S. (2020). Ethnobotanical value of plants of Achanakmar Amarkantak Biosphere Reserve.Anthology on COVID-19 pandemic and rural tribal India. Bharti Prakashan. ISBN-978-93-88019-89-7. Pp 227-246.

Ahirvar B.P.,Verma M., Vishwakarma, R.& Chaudhry S. (2017).Potential and prospects of wild edible fruits in Central India. International Journal of Current Advance Research, 6 (12): 8561-8565.

Alcorn, J. (1995). The scope and aims of ethnobotany in a Developing World.In R. E. Schultes& S. von Reis (Eds.), Ethnobotany, evolution of a discipline (pp. 23–39). Portland: Dioscorides Press.

Ayer, S., Bhatta, K. P., Timilsina, S., Khamcha, R., Airee, J., Chaudhary, P., Timilsina, Y., Bhatta, S., &Adhikari, H. (2024). Ecological impact and community perception of Phoenix acaulis (Roxb.) management in Shorearobusta (Garten. F.) forest of Udayapur district, Nepal. Trees, Forests and People, 18, 100736.

Barrow, S.C. (1998). A Monograph of Phoenix L. (Palmae: Coryphoidede). Kew Bulletin, 53 (3), pp. 513-575

Dangol, D.R., Maharjan, K.L., Maharjan, S.K., Acharya, A.K.(2017). eds. In: Joshi, B.K., K C, H.B., Acharya, A.K (Eds.), Conservation and Utilization of Agricultural Plant

Genetic Resources in Nepal. Proceedings of 2nd National Workshop On CUAPGR, Kathman du, Nepal. Wild edible plants of Nepal, pp. 407–490.

Harney, N.V.(2013). Ethnomedicinal plants diversity of BhadrawatiTahsil of Chandrapur district, Maharashtra, India. Int. J. Sci. Res. Publ. 3 (8), 1–6.

Jain, P., Jain, S., Sharma, S., &Paliwal, S. (2018). Diverse application of Phoenix sylvestris: A potential herb. Agricultureand Natural Resources, 52, 107-114, https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.06.006

Jitin, R., Singh, S.P., Naz, A.(2013). An ethnomedicinal survey of orchha wildlife sanctuary region of Tikamgarh District, Madhya Pradesh, India. J. Bot. Res. 4 (1), 31–34.

Kala, C.P. (2009). Aboriginal uses and management of ethnobotanical species indeciduous forests of Chhattisgarh state in India. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, **5**:20 doi:10.1186/1746-4269-5-20

Kulkarni, A.R., &Mulani, R.M. (2004). Indigenous palms of India. CURRENT SCIENCE, 86(12), Pp 1598-1603.

Mahato, R.B.(2014). Wild edible fruit of Palpa district, west Nepal. J. Nat. Hist. Mus. 28, 127–136.

Marwat, S.K., Usman, K., Khan, E.A., Ghulam, S., Baloch, J., Tauqeer, A.M., & Rahman, F.U. (2012). Ethnobotanical Studies on Dwarf Palm (*Nannorhopsritchieana*(Griff.) Aitchison) and Date Palm (*Phoenix dactylifera*L.) in Dera Ismail Khan, KPK, Pakistan.*American Journal of Plant Sciences*, 3, 1162-1168, oi:10.4236/ajps.2012.38141

Peroni, N., Beggosi, A., &Hanazaki, N. (2007). Artisanal fishers' ethnobotany: from plant diversity use to agrobiodiversity management. Environ Dev Sustain, DOI 10.1007/s10668-008-9151-6

Prana, I.C., &Ahirwar, R.K. (2015).Economic Importance of Some Plants Species Used By the Tribes of Chanda Forest District Dindori Madhya Pradesh, India.International Journal of Science and Research, 4(3), Pp 1733-1735.

Riffle, Robert L. and Craft(2003).An Encyclopedia of Cultivated Palms. Portland: Timber Press. pp. 405-406.

Environmental Sustainability: Strengthening Indian agriculture for a resilient future

Abhijeet Kuderiya and Chetna Pathak
Jawaharlal Nehru Krishi Vishwavidyalaya
Jabalpur – 482004 - (M.P.), India.
E-mail: kuderiyaabhijeet@gmail.com

Abstract

The Indian Council of Agricultural Research (ICAR), since its establishment, has played a pivotal role in transforming Indian agriculture from subsistence-based systems to a science-driven, food-secure nation. In the contemporary context of climate change, natural resource degradation, and environmental stress, ICAR's mandate has expanded beyond productivity enhancement to ensuring environmental sustainability. This article reviews ICAR's contributions to sustainable agriculture through climate-smart interventions, natural resource management, biodiversity conservation, green technologies, and farmer-centric extension systems. It highlights how ICAR's research, innovation, and policy support are central to achieving resilient agro-ecosystems, low-carbon agriculture, and alignment with Sustainable Development Goals (SDGs), thereby reinforcing its role as a cornerstone of environmentally sustainable agricultural development in India.

Keywords: ICAR, Environmental Sustainability, Climate-Smart Agriculture, Natural Resource Management, Sustainable Development

Introduction

The Indian Council of Agricultural Research (ICAR), established in 1929, has been the backbone of agricultural research, education, and extension in India. While the early decades focused on enhancing crop productivity and food security-particularly during the Green Revolution-emerging environmental challenges have necessitated a paradigm shift. Climate change, soil degradation, water scarcity, biodiversity loss, and pollution from excessive agrochemical use now threaten the sustainability of Indian agriculture.

On the occasion of ICAR Foundation Day, it is pertinent to reflect on ICAR's evolving role in promoting **environmentally sustainable agriculture**, balancing productivity with ecological conservation and long-term resilience.

ICAR's Transition from Productivity to Sustainability

ICAR's research trajectory reflects a gradual but decisive transition from yield-centric approaches to sustainability-oriented frameworks. While ensuring food and nutritional security remains a priority, contemporary ICAR strategies emphasize:

- Resource-use efficiency
- Climate resilience
- Ecosystem-based agricultural management

Low environmental footprint technologies

This evolution aligns agricultural growth with environmental stewardship.

Climate Change and Climate-Smart Agriculture

Climate change poses significant risks to Indian agriculture through erratic rainfall, temperature extremes, and increased frequency of extreme weather events. ICAR has been at the forefront of **Climate-Smart Agriculture (CSA)** by developing:

- Climate-resilient crop varieties
- Weather-based agro-advisories
- Region-specific adaptation strategies
- Mitigation technologies to reduce greenhouse gas emissions

Institutes such as ICAR-CRIDA have contributed substantially to vulnerability assessment and climate adaptation planning, strengthening farmers' resilience to climatic shocks.

Sustainable Soil and Water Management

Degradation of soil and water resources threatens agricultural sustainability. ICAR-led research has promoted:

- Integrated Nutrient Management (INM)
- Conservation agriculture practices
- Precision irrigation and water-use efficiency
- Watershed-based natural resource management

These interventions have improved soil health, reduced nutrient losses, and enhanced water productivity, ensuring long-term agro-ecosystem stability.

Sustainable Cropping and Farming Systems

ICAR has promoted diversified and integrated farming systems as a pathway to sustainability. Crop diversification, intercropping, integrated farming systems (IFS), and agroforestry models have enhanced income stability while reducing environmental risks. Additionally, ICAR's work on natural, organic, and low-input farming systems supports environmentally friendly production practices without compromising farmer livelihoods.

Biodiversity and Ecosystem Conservation

Agro-biodiversity conservation is fundamental to sustainable food systems. ICAR plays a critical role in:

- Conservation of indigenous germplasm
- Maintenance of national gene banks
- Promotion of underutilized crops
- Pollinator conservation and ecosystem services

These efforts safeguard genetic diversity, enhance ecosystem resilience, and support climate adaptation strategies.

Green Technologies and Eco-Friendly Innovations

ICAR has pioneered numerous green technologies to reduce agriculture's environmental footprint, including:

- Precision agriculture tools
- Energy-efficient farm machinery
- Waste-to-wealth technologies
- Biotechnology-driven solutions for stress tolerance

Low-carbon agriculture and environmentally benign innovations are central to ICAR's sustainability agenda.

Reducing Chemical Footprint and Promoting Bio-Inputs

Excessive use of chemical fertilizers and pesticides has led to soil and water pollution. ICAR promotes:

- Integrated Pest Management (IPM)
- Biofertilizers and biopesticides
- Microbial inputs for soil health
- Sustainable nutrient management practices

These approaches enhance environmental safety while maintaining productivity.

Role of Extension and KVKs in Environmental Sustainability

The translation of research into practice is critical for sustainability. ICAR's extension network, particularly **Krishi Vigyan Kendras (KVKs)**, plays a vital role in:

- Disseminating sustainable technologies
- Capacity building of farmers
- Promoting climate-smart and eco-friendly practices
- Impact assessment of ICAR technologies

Farmer-centric extension models ensure that sustainability innovations reach the grassroots level.

Policy Support and Institutional Impact

ICAR's research provides evidence-based inputs for national agricultural and environmental policies. Its contributions support sustainable intensification, resource conservation, and environmental compliance, influencing policy frameworks aligned with national priorities and global commitments.

ICAR and the Sustainable Development Goals (SDGs)

ICAR's sustainability-driven interventions directly contribute to several SDGs, including:

- SDG 2 (Zero Hunger)
- SDG 12 (Responsible Consumption and Production)
- SDG 13 (Climate Action)
- SDG 15 (Life on Land)

Through global partnerships and national leadership, ICAR strengthens India's contribution to sustainable agricultural development.

Future Pathways for Environmental Sustainability

Looking ahead, ICAR's role will be increasingly critical in:

- Scaling climate-resilient technologies
- Integrating traditional knowledge with modern science
- Advancing digital and precision agriculture
- Strengthening global collaborations for sustainability

A systems-based, interdisciplinary approach will be essential for addressing emerging environmental challenges.

Conclusion

As India commemorates the Foundation Day of ICAR, it is evident that the institution has evolved into a global leader in environmentally sustainable agriculture. By integrating productivity, resilience, and ecological conservation, ICAR continues to shape a future-ready agricultural system. Its sustained commitment to research, innovation, and extension ensures that Indian agriculture remains productive, resilient, and environmentally responsible-firmly positioning ICAR as a cornerstone of sustainable agricultural development in India.

छत्तीसगढ़ की प्रथम घोषित आर्द्रभूमि: कोपरा वेटलैंड (बिलासपुर) — एक अद्वितीय प्राकृतिक धरोहर एवं पारिस्थितिक तंत्र का विस्तृत वैज्ञानिक विश्लेषण

Alok Singh Bargah, Amit Dixit and Damini Sharma
College of Forestry and Research Station, Mahatma Gandhi University of Horticulture and Forestry, Durg - 491 111, Chhattisgarh, India
E-mail: alokbargah786@gmail.com

प्रस्तावना एवं परिचय

कोपरा वेटलैंड, छत्तीसगढ़ राज्य के बिलासपुर जिले में स्थित एक अद्वितीय और अत्यंत महत्वपूर्ण जलीय पारिस्थितिकी तंत्र है। इसे छत्तीसगढ़ की प्रथम घोषित आर्द्रभूमि (First Declared Wetland of Chhattisgarh) होने का ऐतिहासिक गौरव प्राप्त है, जो इसे राज्य की प्राकृतिक धरोहरों की सूची में शीर्ष स्थान पर रखता है। वैज्ञानिक दृष्टिकोण से, यह वेटलैंड एक आदर्श 'संक्रमण क्षेत्र' (Ecotone) का प्रतिनिधित्व करता है, जहाँ स्थलीय और जलीय प्रणालियों का मिलन एक ऐसी उच्च-ऊर्जा वाली पट्टी का निर्माण करता है, जहाँ जैविक विविधता और पारिस्थितिक उत्पादकता सामान्य जल निकायों की तुलना में कई गुना अधिक होती है।

यह आर्द्रभूमि प्राकृतिक रूप से मानसूनी वर्षा, जलग्रहण क्षेत्रों (Catchment areas) से प्राप्त सतही अपवाह (Surface runoff) और स्थानीय भूजल स्रोतों से पोषित होती है। इसकी भौगोलिक अवस्थिति इसे एक 'प्राकृतिक बेसिन' का स्वरूप प्रदान करती है, जिसके कारण यहाँ जल की उपलब्धता स्थायी या अर्ध-स्थायी बनी रहती है। यही जल-संतुलन हज़ारों स्थानीय और विदेशी प्रवासी पक्षियों, दुर्लभ जलीय वनस्पतियों और सूक्ष्मजीवों के लिए एक सुरक्षित आश्रय स्थल सुनिश्चित करता है।

छत्तीसगढ़ की इस पहली प्राकृतिक धरोहर को 'बिलासपुर की लाइफलाइन' और 'नेचर की किडनी' के रूप में भी देखा जाता है, क्योंकि यह न केवल क्षेत्रीय जल-चक्र को नियंत्रित करती है, बल्कि प्रदूषकों को छानकर जल को शुद्ध करने और भूजल स्तर (Groundwater table) को पुनर्जीवित करने में अपरिहार्य भूमिका निभाती है। वर्तमान वैज्ञानिक परिदृश्य में, कोपरा वेटलैंड का अध्ययन न केवल जैव विविधता के संरक्षण के लिए आवश्यक है, बल्कि यह जलवायु परिवर्तन के दौर में पारिस्थितिक स्थिरता (Ecological Stability) बनाए रखने का एक सशक्त माध्यम भी है।

Source:https://newsriveting.com/kopra-reservoir-in-chhattisgarh-to-receive-status-of-ramsar-site/

स्थान, भौगोलिक विन्यास और प्रारंभिक वैज्ञानिक परिचय

छत्तीसगढ़ के बिलासपुर जिले में स्थित कोपरा वेटलैंड केवल एक जल निकाय नहीं है, बल्कि यह मध्य भारत की सबसे महत्वपूर्ण और संवेदनशील आर्द्रभूमि प्रणालियों में से एक है, जिसे राज्य के पारिस्थितिक तंत्र की 'धड़कन' माना जा सकता है। भौगोलिक दृष्टि से यह एक ऐसी विशिष्ट अवस्थिति पर स्थित है जहाँ की स्थलाकृति प्राकृतिक रूप से जल संचयन के लिए एक विशाल बेसिन का निर्माण करती है, जिसके कारण मानसून के दौरान यह क्षेत्र एक विशाल जल-चादर में परिवर्तित हो जाता है जो न केवल स्थानीय जैव विविधता को सहारा देता है बल्कि क्षेत्रीय जल विज्ञान (Hydrology) को भी संतुलित करता है। वैज्ञानिक शब्दावली में इसे एक 'इकोटोन' (Ecotone) के रूप में परिभाषित किया जाता है, जहाँ जलीय और स्थलीय प्रणालियों का मिलन एक ऐसी उच्च-ऊर्जा वाली पट्टी का निर्माण करता है जहाँ प्रजातियों की सघनता और अंतःक्रिया सामान्य जंगलों या झीलों की तुलना में कई गुना अधिक होती है। कोपरा वेटलैंड का यह संक्रमणकालीन स्वरूप इसे एक 'बायोलॉजिकल सुपरमार्केट' बनाता है, जहाँ भोजन की प्रचुरता और आवास की विविधता के कारण हज़ारों सूक्ष्म और विशाल जीव एक साथ सह-अस्तित्व में रहते हैं। इस वेटलैंड की महत्ता का अंदाजा इसी बात से लगाया जा सकता है कि यह बिलासपुर के शहरी विस्तार और ग्रामीण कृषि क्षेत्रों के बीच एक सुरक्षा कवच (Buffer Zone) की तरह कार्य करता है, जो न केवल प्रदूषण को सोखता है बल्कि स्थानीय तापमान को भी नियंत्रित कर एक सूक्ष्म-जलवायु (Micro-climate) का निर्माण करता है। इसके प्राथमिक पारिस्थितिक कार्यों में जल का शुद्धिकरण, पोषक तत्वों का चक्रण, और कार्बन का स्थिरीकरण शामिल है, जो इसे वैश्विक जलवायु परिवर्तन के दौर में एक अपरिहार्य प्राकृतिक संपत्ति बनाते हैं।

जलवायु प्रभाव, जल विज्ञान और मृदा रसायन का विस्तृत विश्लेषण

कोपरा वेटलैंड की पारिस्थितिकी को समझने के लिए यहाँ की जलवायु और जल चक्र के गहन संबंधों का अध्ययन करना आवश्यक है, क्योंकि यह क्षेत्र उप-उष्णकटिबंधीय जलवायु के प्रभाव में आता है जहाँ ग्रीष्म, वर्षा और शीत ऋतुओं का स्पष्ट प्रभाव जल के भौतिक और रासायनिक गुणों पर पड़ता है। मानसून की अवधि के दौरान, जो सामान्यतः जून से सितंबर तक होती है, यह वेटलैंड लगभग 1200 से 1400 मिमी की औसत वर्षा प्राप्त करता है, जिससे न केवल इसका जल स्तर बढ़ता है बल्कि जलग्रहण क्षेत्रों (Catchment area) से बहकर आने वाली मिट्टी और खनिज तत्व इसके तल में एक पोषक समृद्ध परत का निर्माण करते हैं। यह 'सेडीमेंटेशन' की प्रक्रिया वेटलैंड की उर्वरता के लिए महत्वपूर्ण है, क्योंकि यही तलछट भविष्य में जलीय वनस्पतियों के लिए आधार प्रदान करती है। ग्रीष्म ऋतु में जब तापमान 45 डिग्री सेल्सियस के स्तर को छूने लगता है, तो वाष्पीकरण की दर बढ़ जाती है, जिससे वेटलैंड के किनारे पीछे हटने लगते हैं और 'मडफ्लैट्स' (Mudflats) का निर्माण होता है; ये मडफ्लैट्स उन प्रवासी पक्षियों के लिए स्वर्ग के समान होते हैं जो कीचड़ में रहने वाले कीड़ों और घोंघों को खाते हैं। यहाँ की मृदा मुख्य रूप से क्ले-लोम (Clay-loam) और काली मिट्टी का मिश्रण है, जिसमें जल को रोकने की अभूतपूर्व क्षमता होती है, जो इस आर्द्रभूमि को साल भर जीवित रखने में मदद करती है। जल विज्ञान की दृष्टि से, कोपरा वेटलैंड एक 'ग्राउंडवाटर रिचार्ज जोन' के रूप में कार्य करता है, जहाँ सतही जल धीरे-धीरे गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव से जमीन के नीचे के एक्विफर्स (Aquifers) में समा जाता है, जिससे आसपास के कम से कम 10 से 15 गाँवों का भू-जल स्तर स्थिर रहता है।

पोषक तत्व चक्रण, ऊर्जा प्रवाह और पारिस्थितिक उत्पादकता

कोपरा वेटलैंड के भीतर ऊर्जा का प्रवाह और पोषक तत्वों का चक्रण एक अत्यंत जटिल वैज्ञानिक प्रक्रिया है, जिसे 'ट्रॉफिक डायनामिक्स' (Trophic Dynamics) के माध्यम से समझा जा सकता है। सौर ऊर्जा का दोहन यहाँ के

फाइटोप्लैंकटन और मैक्रोफाइट्स (बड़ी जलीय वनस्पतियाँ) द्वारा किया जाता है, जो प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से कार्बन डाइऑक्साइड को जैविक भार (Biomass) में परिवर्तित करते हैं। कोपरा वेटलैंड की 'नेट प्राइमरी प्रोडक्टिविटी' (NPP) बहुत उच्च है, जिसका अर्थ है कि यहाँ प्रति इकाई क्षेत्र में भोजन का उत्पादन बहुत तीव्र गति से होता है। यह ऊर्जा फिर प्राथमिक उपभोक्ताओं जैसे जूप्लैंकटन, छोटे कीटों, लार्वा और शाकाहारी मछलियों में स्थानांतरित होती है। यहाँ का खाद्य जाल (Food Web) इतना सघन है कि यदि एक जीव की संख्या में कमी आती है, तो दूसरा जीव उसकी कमी को पूरा कर पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखता है, जिसे 'इकोलॉजिकल रिडंडेंसी' कहा जाता है। नाइट्रोजन और फॉस्फोरस का चक्रण यहाँ की सबसे महत्वपूर्ण प्रक्रिया है; जहाँ बैक्टीरिया और कवक जैसे अपघटक (Decomposers) मृत जैविक पदार्थों को तोड़कर इन रसायनों को वापस जल में घोल देते हैं, जहाँ से पौधे इन्हें पुनः ग्रहण करते हैं। यह निरंतर चक्र कोपरा वेटलैंड को एक आत्मनिर्भर इकाई बनाता है, जहाँ कचरे का उत्पादन न्यूनतम होता है और हर मृत पदार्थ फिर से जीवन का आधार बन जाता है। हालांकि, यदि मानवीय हस्तक्षेप से रसायनों की मात्रा बढ़ती है, तो यह चक्र 'यूट्रोफिकेशन' की ओर मुड़ सकता है, जो इस संतुलन के लिए सबसे बड़ा वैज्ञानिक खतरा है।

जैव विविधता: वनस्पति साम्राज्य और वन्यजीव संरचना का महा-संग्रह

कोपरा वेटलैंड की वास्तविक समृद्धि इसकी प्रजातीय विविधता में निहित है, जो इसे छत्तीसगढ़ के सबसे महत्वपूर्ण जैविक हॉटस्पॉट्स में से एक बनाती है।

वनस्पति विविधता (Flora)

यहाँ की वनस्पतियों को उनके पारिस्थितिक कार्य के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है। तैरने वाले पौधे (Floating Macrophytes) जैसे *Azolla* और *Lemna* जल की सतह पर एक हरी चादर बिछाते हैं, जो सूर्य के प्रकाश को नियंत्रित कर जल के तापमान को स्थिर रखते हैं। डूबे हुए पौधे (Submerged Plants) जैसे *Ceratophyllum* और *Potamogeton* जल में ऑक्सीजन के मुख्य स्रोत हैं। किनारों पर उगी हुई वनस्पतियाँ जैसे *Saccharum* और *Typha* न केवल पक्षियों के लिए प्रजनन स्थल हैं, बल्कि वे

जल में घुले हुए प्रदूषकों और भारी धातुओं को सोखकर 'फाइटोरेमेडिएशन' (Phytoremediation) का कार्य भी करती हैं।

प्राणी विविधता (Fauna)

कोपरा वेटलैंड का प्राणी जगत अत्यंत विशाल है। सरीसृपों में मीठे पानी के कछुए और विभिन्न प्रकार के जल-सर्प यहाँ के शीर्ष शिकारियों में शामिल हैं। पक्षियों के लिए यह वेटलैंड एक अंतरराष्ट्रीय स्तर का आश्रय स्थल है। यहाँ स्थानीय पक्षियों जैसे 'कॉमन कूट' के साथ-साथ हज़ारों मील दूर साइबेरिया, मंगोलिया और यूरोप से आने वाले 'नॉर्डिक' प्रवासी पक्षी जैसे 'रेड-क्रेस्टेड पोचार्ड' हर शीत ऋतु में यहाँ डेरा डालते हैं। यह पक्षी यहाँ की खाद्य श्रृंखला को संतुलित रखते हैं और कीटों की आबादी को नियंत्रित कर आसपास की फसलों को सुरक्षा प्रदान करते हैं।

जल गुणवत्ता मापदंड, रसायनों का डेटा और पर्यावरणीय स्वास्थ्य

कोपरा वेटलैंड के पर्यावरणीय स्वास्थ्य का आकलन करने के लिए जल-रासायनिक मापदंडों (Hydro-chemical parameters) का विश्लेषण अत्यंत अनिवार्य है। वैज्ञानिक अध्ययनों के अनुसार, इस वेटलैंड के जल का pH मान सामान्यतः 7.2 से 8.1 के बीच रहता है, जो कि अधिकांश जलीय जीवन के लिए आदर्श क्षारीयता प्रदान करता है। 'डिज़ॉल्व्ड ऑक्सीजन' (DO) का स्तर यहाँ की जल-प्रणाली की स्वच्छता का सबसे बड़ा सूचक है; स्वस्थ क्षेत्रों में यह 6-8 mg/L तक पाया जाता है, जो मछलियों के तीव्र विकास के लिए आवश्यक है। हालांकि, 'बायोकेमिकल ऑक्सीजन डिमांड' (BOD) और 'केमिकल ऑक्सीजन डिमांड' (COD) के आंकड़ों में हाल के वर्षों में वृद्धि देखी गई है, जो इस बात का संकेत है कि वेटलैंड में जैविक कचरा और कृषि रसायनों का प्रवेश बढ़ रहा है। जल की 'इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी' (EC) यह दर्शाती है कि जल में घुले हुए लवणों की सांद्रता बढ़ रही है, जो भविष्य में मिट्टी की लवणीयता को प्रभावित कर सकती है। इसके अतिरिक्त, नाइट्रेट्स और सल्फेट्स का बढ़ता स्तर शैवाल के अत्यधिक विस्तार (Algal Bloom) को जन्म दे सकता है। इन रासायनिक डेटा बिंदुओं का अध्ययन हमें यह चेतावनी देता है कि कोपरा वेटलैंड की प्राकृतिक जल-शोधन क्षमता अपनी चरम सीमा पर पहुँच रही है और अब इसे बाहरी मदद की आवश्यकता है।

पारिस्थितिकी सेवाएँ, सामाजिक-आर्थिक मूल्य और मानवीय निर्भरता

कोपरा वेटलैंड मानव समाज को जो सेवाएँ प्रदान करता है, वे बहुआयामी और अमूल्य हैं। यह एक 'नेचुरल इंफ्रास्ट्रक्चर' की तरह कार्य करता है, जो बिना किसी बिजली या मशीन के हज़ारों गैलन जल को शुद्ध करता है और बाढ़ जैसी आपदाओं से बिलासपुर को सुरक्षा प्रदान करता है। सामाजिक-आर्थिक रूप से, यह क्षेत्र स्थानीय समुदायों के लिए जीवनरेखा है; हज़ारों मछुआरे अपनी आजीविका के लिए यहाँ की मछली आबादी पर निर्भर हैं, और आसपास के किसान इसकी नमी और सिंचाई सहायता से साल में दो से तीन फसलें लेने में सक्षम होते हैं। इसके अलावा, कोपरा वेटलैंड 'कार्बन सीक्वेस्ट्रेशन' (Carbon Sequestration) का एक विशाल सिंक है; यहाँ की मिट्टी और वनस्पतियाँ वातावरण से भारी मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड सोखकर उसे जमीन में दबा देती हैं, जिससे ग्लोबल वार्मिंग के प्रभाव को क्षेत्रीय स्तर पर कम किया जा सकता है। पर्यटन और फोटोग्राफी के शौकीनों के लिए यह एक स्वर्ग है, जिससे स्थानीय स्तर पर रोजगार के नए अवसर पैदा हो रहे हैं। पर्यावरण शिक्षा और वैज्ञानिक शोध के लिए यह एक खुली प्रयोगशाला है, जहाँ छात्र जैव-विविधता, पारिस्थितिकी और पर्यावरण संरक्षण के प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त करते हैं।

मानवीय खतरे, अतिक्रमण और पारिस्थितिक चुनौतियाँ

इतनी महत्वपूर्ण प्राकृतिक संपत्ति होने के बावजूद, कोपरा वेटलैंड आज गंभीर अस्तित्वगत संकटों से जूझ रहा है। सबसे बड़ा खतरा 'अतिक्रमण' (Encroachment) का है; शहरी विस्तार के नाम पर वेटलैंड की सीमाओं को पाटा जा रहा है और कंक्रीट के ढाँचों का निर्माण किया जा रहा है, जिससे इसकी जल सोखने की क्षमता आधी रह गई है। कृषि क्षेत्रों से आने वाले

रासायनिक उर्वरक और कीटनाशक जल को 'टॉक्सिक' बना रहे हैं, जिससे कई सूक्ष्म जीव और मछलियों की प्रजातियाँ विलुप्त होने की कगार पर हैं। 'प्लास्टिक प्रदूषण' एक कैंसर की तरह इस वेटलैंड की धमनियों को चोक कर रहा है; फेंका गया प्लास्टिक न केवल जल के प्रवाह को रोकता है बल्कि पक्षियों और कछुओं द्वारा निगल लिए जाने पर उनकी मृत्यु का कारण बनता है। इसके अलावा, विदेशी आक्रामक प्रजातियाँ (Invasive species) जैसे 'वॉटर हायसिंथ' (जलकुंभी) यहाँ की देशी वनस्पतियों का गला घोंट रही हैं। जलवायु परिवर्तन के कारण मानसून की अनिश्चितता और तापमान में वृद्धि ने इस वेटलैंड के जैविक कैलेंडर को अस्त-व्यस्त कर दिया है, जिससे प्रवासी पक्षियों के आगमन के समय और मछलियों के प्रजनन चक्र में असंतुलन पैदा हो रहा है।

समेकित निष्कर्ष: कोपरा वेटलैंड का भविष्य और संरक्षण की अनिवार्यता

उपर्युक्त विस्तृत वैज्ञानिक विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि बिलासपुर (छत्तीसगढ़) स्थित कोपरा वेटलैंड केवल एक जल निकाय नहीं, बल्कि राज्य की एक ऐसी अनमोल प्राकृतिक धरोहर है, जो क्षेत्रीय पारिस्थितिक संतुलन की धुरी बनी हुई है। छत्तीसगढ़ की प्रथम घोषित आर्द्रभूमि के रूप में इसका महत्व ऐतिहासिक होने के साथ-साथ भविष्य की जल-सुरक्षा और जैव-विविधता के लिए अपरिहार्य है।

निष्कर्ष के मुख्य बिंदु

पारिस्थितिक सुदृढ़ता: कोपरा वेटलैंड 'नेचर की किडनी' के रूप में जल शोधन और 'माइक्रो-क्लाइमेट' के नियमन में अद्वितीय भूमिका निभा रहा है। इसका 'इकोटोन' स्वरूप इसे मध्य भारत के सबसे समृद्ध जैविक हॉटस्पॉट्स में से एक बनाता है।

संकट की चेतावनी

वैज्ञानिक डेटा (BOD और COD में वृद्धि) और मानवीय हस्तक्षेप (अतिक्रमण एवं प्लास्टिक प्रदूषण) यह स्पष्ट संकेत दे रहे हैं कि इस तंत्र की वहन क्षमता (Carrying Capacity) अपनी चरम सीमा पर है। यदि समय रहते 'यूट्रोफिकेशन' और आक्रामक प्रजातियों (जलकुंभी) पर नियंत्रण नहीं पाया गया, तो यह समृद्ध खाद्य जाल पूरी तरह ध्वस्त हो सकता है।

सतत प्रबंधन की राह: इस धरोहर को सुरक्षित रखने के लिए 'एकीकृत सतत प्रबंधन' (Integrated Sustainable Management) की तत्काल आवश्यकता है। इसमें रिमोट सेंसिंग जैसी आधुनिक तकनीक, सख्त कानूनी सुरक्षा (Buffer Zone का निर्माण) और स्थानीय समुदायों (मछुआरे और किसान) की भागीदारी का होना अनिवार्य है।

अंतिम विचार

कोपरा वेटलैंड का संरक्षण केवल पर्यावरण बचाने का प्रयास नहीं है, बल्कि यह छत्तीसगढ़ की आने वाली पीढ़ियों के लिए जल-सुरक्षा और एक स्वस्थ जीवन चक्र सुनिश्चित करने का संकल्प है। इस 'बायोलॉजिकल सुपरमार्केट' और 'प्राकृतिक स्पंज' को जीवित रखना हमारी सामूहिक नैतिक और वैज्ञानिक जिम्मेदारी है। यदि हम आज इस धरोहर को सहेजने में सफल होते हैं, तो यह न केवल बिलासपुर की 'लाइफलाइन' बनी रहेगी, बल्कि जलवायु परिवर्तन के विरुद्ध वैश्विक लड़ाई में एक सशक्त मिसाल भी पेश करेगी।

महुआ (*Madhuca longifolia*) एवं NTFP: रासायनिक, आर्थिक, पारिस्थितिक एवं प्रबंधन आधारित समग्र विश्लेषण

Alok Singh Bargah[1*], Rajesh Kumar[1], K. K. Chandra[2], Atul Kumar Bhardwaj[2]
[1*1]College of Forestry and Research Station, Mahatma Gandhi University of Horticulture and Forestry, Durg - 491 111, Chhattisgarh, India
[2]Department of Forestry, Wildlife & Environmental Sciences, Guru Ghasidas Vishwavidyalaya (A central university), Bilaspur (C.G.), India
E-mail: alokbargah786@gmail.com

प्रस्तावना

भारत जैसे जैव-विविधता से समृद्ध देश में वन संसाधनों की भूमिका बहुआयामी एवं बहुस्तरीय है, जो केवल पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने तक सीमित नहीं है, बल्कि यह सामाजिक संरचना, सांस्कृतिक विरासत और ग्रामीण अर्थव्यवस्था के साथ गहराई से अंतर्संबंधित है। विशेष रूप से मध्य भारत के आदिवासी एवं वनाश्रित क्षेत्रों—जैसे छत्तीसगढ़, झारखंड, मध्य प्रदेश एवं ओडिशा—में वन संसाधन जीवन-निर्वाह का आधार प्रदान करते हैं, जहाँ से स्थानीय समुदायों को खाद्य, औषधीय, ईंधन एवं आय के विविध स्रोत प्राप्त होते हैं। इन संसाधनों में गैर-काष्ठ वन उत्पाद (NTFPs) का विशेष महत्व है, क्योंकि ये संसाधन वृक्षों को काटे बिना प्राप्त होते हैं और सतत विकास के सिद्धांतों के अनुरूप होते हैं। महुआ (Madhuca longifolia) इस संदर्भ में एक अत्यंत महत्वपूर्ण, बहुउपयोगी एवं सामाजिक-आर्थिक दृष्टि से संवेदनशील वृक्ष प्रजाति है, जिसे स्थानीय समुदाय "कल्पवृक्ष" के रूप में सम्मान देते हैं। इसके फूल, बीज, फल, पत्तियाँ एवं छाल—सभी का उपयोग विभिन्न उद्देश्यों के लिए किया जाता है, जिससे यह वृक्ष ग्रामीण जीवन के प्रत्येक पहलू से जुड़ा हुआ है। वर्तमान वैश्विक परिस्थितियों में, जहाँ जलवायु परिवर्तन, संसाधनों का क्षरण एवं ग्रामीण गरीबी प्रमुख चुनौतियाँ बन चुकी हैं, महुआ आधारित NTFP प्रणाली एक स्थायी समाधान के रूप में उभरती है, जो आजीविका सुरक्षा, पर्यावरण संरक्षण एवं आर्थिक सशक्तिकरण के लक्ष्यों को एक साथ साधने में सक्षम है।

Source: Sharat Chandra Prasad

महुआ का रासायनिक संघटन

महुआ (Madhuca longifolia) के विभिन्न भागों का रासायनिक संघटन इसे एक उच्च मूल्य वाले जैव संसाधन के रूप में स्थापित करता है, जो पोषण, औषधीय एवं औद्योगिक उपयोगों के लिए अत्यंत उपयुक्त है। महुआ के पुष्पों में 60–70 प्रतिशत तक प्राकृतिक शर्करा पाई जाती है, जिसमें प्रमुख रूप से ग्लूकोज, फ्रुक्टोज एवं सुक्रोज शामिल हैं, जो इसे एक उच्च ऊर्जा युक्त जैविक स्रोत बनाते हैं। इसके अतिरिक्त, फूलों में 5–10 प्रतिशत प्रोटीन, अल्प मात्रा में वसा (0.5–1%), आहार रेशा (dietary fiber) तथा कैल्शियम, फॉस्फोरस, आयरन जैसे सूक्ष्म पोषक तत्व पाए जाते हैं, जो इसे पोषण की दृष्टि से महत्वपूर्ण बनाते हैं। महुआ पुष्पों में एंटीऑक्सीडेंट यौगिक, फेनोलिक तत्व तथा विटामिन C की उपस्थिति इसे औषधीय उपयोगों के लिए भी उपयुक्त बनाती है, विशेष रूप से रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाने में। महुआ के बीजों में 40–50 प्रतिशत तक तेल पाया जाता है, जिसमें ओलिक, स्टीयरिक, पामिटिक एवं लिनोलिक फैटी एसिड प्रमुख होते हैं, जो इसे खाद्य तेल, कॉस्मेटिक उत्पादों एवं बायोडीजल उत्पादन के लिए उपयुक्त बनाते हैं। इसके अतिरिक्त, सैपोनिन एवं टैनिन जैसे जैव सक्रिय यौगिक महुआ के औषधीय गुणों को सुदृढ़ करते हैं, जिससे यह त्वचा रोग, सूजन एवं अन्य पारंपरिक उपचारों में उपयोगी सिद्ध होता है। इस प्रकार महुआ का रासायनिक संघटन इसे एक बहुआयामी, पोषण-समृद्ध एवं औद्योगिक दृष्टि से मूल्यवान NTFP संसाधन बनाता है।

महुआ का संग्रहण

महुआ फूलों का संग्रहण एक पारंपरिक ज्ञान आधारित, श्रमप्रधान एवं समय-संवेदी प्रक्रिया है, जो मुख्यतः मार्च से अप्रैल के दौरान की जाती है, जब वृक्षों से पुष्पों का प्राकृतिक पतन (natural shedding) होता है। चूँकि महुआ के फूल रात्रि के समय गिरते हैं, इसलिए ग्रामीण समुदाय प्रातःकालीन समय—विशेष रूप से सूर्योदय से पूर्व—इनका संग्रहण करते हैं, जिससे फूलों की गुणवत्ता, ताजगी एवं शर्करा मात्रा संरक्षित रहती है। संग्रहण प्रक्रिया की शुरुआत भूमि की सफाई से होती है, ताकि गिरे हुए फूलों में मिट्टी, धूल या अन्य अशुद्धियाँ न मिलें। कुछ क्षेत्रों में वृक्ष के नीचे पत्तियाँ, तिरपाल या कपड़ा बिछाकर संग्रहण को अधिक स्वच्छ एवं कुशल बनाया जाता है। वैज्ञानिक दृष्टिकोण से देखा जाए तो समय पर संग्रहण अत्यंत आवश्यक है, क्योंकि अधिक समय तक जमीन पर पड़े रहने से फूलों में किण्वन (fermentation) प्रारंभ हो सकता है, जिससे उनकी गुणवत्ता एवं बाजार मूल्य में कमी आ जाती है। इस प्रक्रिया में महिलाओं एवं बच्चों की प्रमुख भूमिका होती है, जो इसे एक सामुदायिक गतिविधि के रूप में विकसित करती है। इस प्रकार महुआ का संग्रहण पारंपरिक ज्ञान, श्रम एवं स्थानीय पर्यावरणीय समझ का एक उत्कृष्ट उदाहरण है, जिसे आधुनिक तकनीकों के साथ जोड़कर और अधिक प्रभावी बनाया जा सकता है।

Source: Balkishan Kamurya

महुआ का प्रसंस्करण

महुआ फूलों एवं बीजों का प्रसंस्करण (processing) उनकी गुणवत्ता, भंडारण क्षमता एवं बाजार मूल्य को निर्धारित करने वाला एक अत्यंत महत्वपूर्ण चरण है, जिसमें वैज्ञानिक तकनीकों का समुचित उपयोग आवश्यक होता है। संग्रहण के पश्चात् फूलों को सबसे पहले साफ किया जाता है, जिससे उनमें उपस्थित पत्तियाँ, धूल एवं अन्य अवांछित पदार्थ हटाए जा सकें। इसके पश्चात् नियंत्रित परिस्थितियों में धूप या यांत्रिक ड्रायर के माध्यम से 3–5 दिनों तक सुखाया जाता है, जब तक कि नमी की मात्रा लगभग 8–10 प्रतिशत तक न रह जाए, जो सुरक्षित भंडारण के लिए उपयुक्त मानी जाती है। अत्यधिक नमी की स्थिति में फफूंद (fungal growth) विकसित हो सकती है, जिससे उत्पाद की गुणवत्ता एवं उपयोगिता प्रभावित होती है। महुआ बीजों के प्रसंस्करण में उन्हें सुखाकर उनका छिलका हटाया जाता है और फिर पारंपरिक घानी या आधुनिक एक्सपेलर मशीनों के माध्यम से तेल निष्कर्षण किया जाता है। आधुनिक तकनीकों के उपयोग से तेल की गुणवत्ता एवं निष्कर्षण दक्षता में वृद्धि की जा सकती है। इस प्रकार वैज्ञानिक प्रसंस्करण तकनीकों का उपयोग महुआ उत्पादों को उच्च गुणवत्ता एवं बाजार प्रतिस्पर्धा के योग्य बनाता है।

Source: (Etv Bharat)

भंडारण एवं विपणन

महुआ उत्पादों का भंडारण एवं विपणन उनकी आर्थिक उपयोगिता को सीधे प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण घटक हैं। उचित भंडारण के अभाव में महुआ फूलों में नमी, कीट संक्रमण एवं फफूंद लगने की संभावना बढ़ जाती है, जिससे उनकी गुणवत्ता एवं बाजार मूल्य में गिरावट आती है। इसलिए, सूखे हुए फूलों को स्वच्छ, शुष्क एवं हवादार स्थानों पर संग्रहित किया जाना चाहिए, जहाँ तापमान एवं आर्द्रता नियंत्रित हो। जूट बैग, एचडीपीई बैग या एयरटाइट कंटेनरों का उपयोग भंडारण के लिए उपयुक्त माना जाता है। यदि वैज्ञानिक भंडारण तकनीकों का पालन किया जाए, तो महुआ फूलों को 6–12 महीनों तक सुरक्षित रखा जा सकता है। विपणन की दृष्टि से महुआ का व्यापार प्रायः स्थानीय हाट-बाजारों एवं बिचौलियों के माध्यम से होता है, जिससे उत्पादकों को उचित मूल्य नहीं मिल पाता। इस समस्या के समाधान हेतु सहकारी समितियों, वन धन विकास केंद्रों एवं न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) जैसी नीतियों को प्रभावी ढंग से लागू करना आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, ब्रांडिंग, पैकेजिंग एवं ई-मार्केटिंग के माध्यम से महुआ उत्पादों को राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय बाजारों में स्थापित किया जा सकता है, जिससे उत्पादकों की आय में उल्लेखनीय वृद्धि संभव है।

भविष्य की संभावनाएँ

महुआ वृक्ष की भविष्यगत संभावनाएँ अत्यंत व्यापक एवं बहुआयामी हैं, विशेष रूप से उस समय में जब वैश्विक स्तर पर जैविक, प्राकृतिक एवं सतत उत्पादों की मांग निरंतर बढ़ रही है। महुआ आधारित उत्पादों का उपयोग खाद्य, औषधीय, कॉस्मेटिक, न्यूट्रास्यूटिकल एवं बायोफ्यूल उद्योगों में किया जा सकता है, जिससे इसके औद्योगिक महत्व में निरंतर वृद्धि हो रही है। महुआ तेल का उपयोग बायोडीजल उत्पादन में एक संभावित विकल्प के रूप में उभर रहा है, जो ऊर्जा सुरक्षा एवं पर्यावरण संरक्षण दोनों दृष्टियों से महत्वपूर्ण है। इसके अतिरिक्त, महुआ पुष्पों से विकसित स्वास्थ्यवर्धक पेय एवं जैविक खाद्य उत्पाद अंतरराष्ट्रीय बाजारों में प्रतिस्पर्धा करने की क्षमता रखते हैं। जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में महुआ की सूखा सहनशीलता एवं कम संसाधनों में उत्पादन क्षमता इसे एक “climate-resilient species” बनाती है। यदि अनुसंधान, नवाचार, मूल्य संवर्धन एवं वैश्विक विपणन रणनीतियों को प्रभावी ढंग से लागू किया जाए, तो महुआ NTFP आधारित अर्थव्यवस्था को नई ऊँचाइयों तक ले जा सकता है। इस प्रकार महुआ भविष्य में ग्रामीण विकास, सतत आजीविका एवं हरित अर्थव्यवस्था (Green Economy) का एक प्रमुख आधार बन सकता है।

निष्कर्ष

समग्र विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि महुआ (Madhuca longifolia) एक बहुआयामी, सतत एवं उच्च संभावनाओं वाला वन संसाधन है, जो गैर-काष्ठ वन उत्पाद (NTFP) के रूप में ग्रामीण एवं आदिवासी समुदायों के आर्थिक, सामाजिक एवं सांस्कृतिक जीवन में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह वृक्ष न केवल आय एवं रोजगार का स्रोत है, बल्कि यह पोषण सुरक्षा, पारंपरिक ज्ञान संरक्षण एवं पर्यावरणीय संतुलन को बनाए रखने में भी सहायक है। वर्तमान वैश्विक चुनौतियों के संदर्भ में महुआ आधारित प्रणाली एक समावेशी एवं सतत विकास मॉडल प्रस्तुत करती है। अतः इसके संरक्षण, वैज्ञानिक प्रबंधन, मूल्य संवर्धन एवं प्रभावी विपणन को प्राथमिकता देकर इसे ग्रामीण विकास एवं आर्थिक सशक्तिकरण का एक सशक्त माध्यम बनाया जा सकता है।

Van Sangyan (ISSN 2395 - 468X) Vol. 13, No. 5, Issue: May 2026

बेल के मूल्य वर्धित उत्पाद

किरण यादव[1], आयुषी जैन[1], श्रीधर सिंह लखावत[1] एवं मयंक शर्मा[2]
[1]उद्यान विज्ञान विभाग, राजस्थान कृषि महाविद्यालय, महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, उदयपुर 313001
[2]उद्यान विज्ञान विभाग, कृषि विश्वविद्यालय, जोधपुर 342304
E-mail: kiran10914yadav@gmail.com

बेल (*Aegle marmelos*) भारतीय उपमहाद्वीप का एक प्राचीन और बहुपयोगी फल है। इसे संस्कृत में 'बिल्व' कहा जाता है यह एक उपोष्णकटिबंधीय, पर्णपाती वृक्ष है जो विभिन्न प्रकार की मिट्टी और जलवायु परिस्थितियों में अच्छी तरह से उगता है और क्षारीय मिट्टी में भी जीवित रह सकता है, और -7 डिग्री सेल्सियस तक के तापमान से भी अप्रभावित रहता है। इसके फल, पत्ते, बीज और जड़ सभी औषधीय गुणों से भरपूर होते हैं। बेल फल का गूदा स्वादिष्ट और पौष्टिक होता है। इसमें विटामिन C, विटामिन B, कैल्शियम, पोटैशियम और फाइबर प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। यह फल शरीर को ऊर्जा प्रदान करता है और रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाता है।

औषधीय गुण

बेल फल आयुर्वेद में एक बहुउपयोगी औषधि के रूप में जाना जाता है, जिसका प्रयोग पाचन तंत्र की समस्याओं जैसे कब्ज, दस्त, गैस और एसिडिटी को दूर करने तथा मधुमेह नियंत्रण में किया जाता है। बेल आधारित पाउडर, पेय और सप्लीमेंट्स फंक्शनल फूड्स के रूप में प्रयोग किए जाते हैं जो पाचन स्वास्थ्य, ऊर्जा और इम्यूनोमॉडयूलेशन को समर्थन देते हैं, साथ ही यह मेटाबॉलिक सिंड्रोम, मोटापा और कोलेस्ट्रॉल नियंत्रण में सहायक है तथा इसके न्यूरोप्रोटेक्टिव गुण मस्तिष्क कोशिकाओं को ऑक्सीडेटिव स्ट्रेस से बचाकर स्मृति और संज्ञानात्मक कार्यों को बेहतर बनाने में योगदान करते हैं।

मूल्य वर्धित उत्पाद

बेल से कई प्रकार के मूल्य संवर्धित उत्पाद बनाए जाते हैं। इनमें बेल जूस, स्क्वैश, जैम, जेली, कैंडी और पाउडर प्रमुख हैं। बेल आधारित उत्पाद ग्रामीण अर्थव्यवस्था को सशक्त बनाने में सहायक हैं। किसान बेल की खेती कर अतिरिक्त आय प्राप्त कर सकते हैं।

बेल जूस और शरबत

बेल जूस और बेल शरबत बेल फल से बने सबसे लोकप्रिय और पारंपरिक पेय पदार्थ है। बेल जूस ताजे गूदे को पानी, चीनी और नींबू के रस के साथ मिलाकर तैयार किया जाता है। बेल शरबत गाढ़े सिरप के रूप में तैयार कर लंबे समय तक सुरक्षित रखा जाता है, जिसे आवश्यकता अनुसार पानी मिलाकर परोसा जाता है। यह गर्मियों में शरीर को शीतलता प्रदान करता है और पाचन तंत्र को संतुलित करता है। यह पेय कब्ज, गैस और एसिडिटी जैसी समस्याओं में राहत देता है और शरीर को ऊर्जा प्रदान करता है।

बेल स्क्वैश

बेल स्क्वैश एक गाढ़ा सिरप होता है, जिसे बेल फल के गूदे को चीनी और पानी के साथ पकाकर तैयार किया जाता है। बेल स्क्वैश का व्यावसायिक महत्व भी अधिक है क्योंकि इसे बोतलों में पैक कर बाजार में बेचा जा सकता है।

बेल सिरका

बेल सिरका किण्वन प्रक्रिया से तैयार किया जाता है, जिसमें बेल फल के गूदे को पानी और प्राकृतिक यीस्ट के साथ रखा जाता है। कुछ समय बाद यह सिरका में बदल जाता है, जिसमें हल्का खट्टा स्वाद और औषधीय गुण होते हैं। आयुर्वेद में बेल सिरका को पाचन सुधारने, वजन नियंत्रित करने और शरीर को शुद्ध करने के लिए उपयोगी माना जाता है।

बेल जैम और जेली

बेल का गूदा जैम और जेली बनाने के लिए उपयुक्त होता है। इसमें प्राकृतिक पेक्टिन की मात्रा अधिक होती है, जिससे जैम और जेली को गाढ़ापन मिलता है। बेल जैम बनाने के लिए पके हुए बेल फल का गूदा निकाला जाता है और इसे चीनी तथा नींबू के रस के साथ पकाया जाता है। पकने के बाद यह गाढ़ा मिश्रण जैम का रूप ले लेता है। यह ब्रेड, पराठे या स्नैक्स के साथ खाया जा सकता

है। बेल जेली बनाने की प्रक्रिया जैम से मिलती-जुलती है, लेकिन इसमें गूदे को छानकर केवल रस का प्रयोग किया जाता है। रस को चीनी और पेक्टिन के साथ पकाकर पारदर्शी और चिकनी जेली तैयार की जाती है।

बेल कैंडी

बेल कैंडी, बेल फल से बना एक स्वादिष्ट और पौष्टिक मूल्य संवर्धित उत्पाद है, जो बच्चों और युवाओं में विशेष रूप से लोकप्रिय है। इसे बेल के गूदे को चीनी या गुड़ के साथ प्रोसेस करके तैयार किया जाता है। इस मिश्रण को चीनी की चाशनी या गुड़ के साथ मिलाकर धीमी आँच पर पकाया जाता है, जब तक कि यह गाढ़ा होकर ठोस रूप न ले ले। इसके बाद इसे छोटे-छोटे टुकड़ों में काटकर सुखाया जाता है।

बेल मुरब्बा

बेल मुरब्बा एक स्वादिष्ट और मूल्य संवर्धित उत्पाद है जो लंबे समय तक सुरक्षित रखा जा सकता है। बेल फल का गूदा निकाला चीनी की चाशनी या गुड़ में पकाकर तैयार किया जाता है। पकाने के दौरान इलायची, लौंग या दालचीनी जैसे मसाले भी मिलाते हैं, जिससे स्वाद बढ़ता है। यह मुरब्बा आंतों को स्वस्थ रखता है।

बेल वाइन

बेल वाइन एक आधुनिक और मूल्य संवर्धित उत्पाद है । बेल फल के गूदे को किण्वन प्रक्रिया से गुजाकर पानी और चीनी के साथ कुछ दिनों तक नियंत्रित तापमान पर रखा जाता है, जिससे वाइन का निर्माण होता है। गूदे को पानी और चीनी के साथ मिलाकर कुछ दिनों तक नियंत्रित तापमान पर रखा जाता है, जिससे इसमें प्राकृतिक शर्करा अल्कोहल में परिवर्तित हो जाती है और वाइन का निर्माण होता है।

बेल पाउडर

बेल फल का गूदा निकालकर छोटे-छोटे टुकड़ों में काटा जाता है और फिर धूप में सुखाकर महीन पाउडर तैयार किया जाता है, इसे पानी और चीनी के साथ मिलाकर शरबत या जूस बनाया जा सकता है, आयुर्वेद में इसका प्रयोग कब्ज, दस्त और गैस जैसी समस्याओं के उपचार में किया जाता है

बेल जेली

बेल कैंडी

बेल वाइन

बेल स्क्वैश

बेल पाउडर

बेल शरबत

Van Sangyan (ISSN 2395 - 468X) Vol. 13, No. 5, Issue: May 2026

Publishedby:

ICFRE-Tropical Forest Research Institute
(Indian Council of Forestry Research & Education)
(Anautonomous council under Ministry of Environmnet, Forests and Climate Change)
P.O.RFRC, Mandla Road
Jabalpur–482021, M.P. India
Phone: 91-761-2840484
Fax: 91-761-2840484
E-mail: vansangyan_tfri@icfre.gov.in, vansangyan@gmail.com
Visitusat: http://tfri.icfre.org or http://tfri.icfre.gov.in

Impact Factor

SJIF: 2022-6.071

©Published by ICFRE-Tropical Forest Research Institute, Jabalpur, MP, India