ICAR - IIOPR
वार्षिक प्रतिवेदन
Annual Report
2024

भाकृअनुप - भारतीय तेल ताड़ अनुसंधान संस्थान

ICAR - Indian Institute of Oil Palm Research

पेदवेगी - 534 435, आन्ध्र प्रदेश

Pedavegi - 534 435, Andhra Pradesh

Website: https://iiopr.org.in

वार्षिक प्रतिवेदन
Annual Report
2024

भाकृअनुप – भारतीय तेल ताड़ अनुसंधान संस्थान
ICAR - INDIAN INSTITUTE OF OIL PALM RESEARCH
पेदवेगी – 534 435, एलुरू जिला, आन्ध्र प्रदेश
Pedavegi - 534 435, Eluru Dt., Andhra Pradesh
Web site : https://iiopr.org.in

ISBN : 81-87561-84-X

Published by

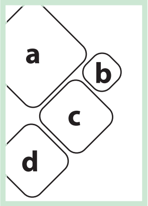
Dr. K. Suresh
Director, ICAR-Indian Institute of Oil Palm Research
Pedavegi - 534 435, Eluru Dt., Andhra Pradesh
Phone : 08812 - 259409, 259532, 259524
Fax : 08812 - 259531
E-mail : director.iiopr@icar.org.in
Web site : https://iiopr.org.in

Compiled and Edited by

Dr. K. Suresh
Dr. B. Kalyana Babu
Dr. S. Shivashankar
Ms. A. Bhanusri

All rights are reserved. No part of this book shall be reproduced or transmitted in any form by print, microfilm or any other means without written permission of the Director, ICAR-Indian Institute of Oil Palm Research, Pedavegi.

Correct Citation
Annual Report 2024
ICAR - Indian Institute of Oil Palm Research
Pedavegi - 534 435, Andhra Pradesh, India



a High yielding tenera germplasm (348.2 kg FFB/palm/year)
b Bio control agent R-55 commercialized for RSW
c Tissue culture plants obtained through somatic embryogenesis
d Motorized weeder prototype

Printed at
Swapna Art Home, Vijayawada 520 002, Ph : 9246464115

CONTENTS

1.	Preface	....	01
2.	Executive Summary	....	03
3.	Introduction	....	09
4.	Research Achievements	....	13
5.	Transfer of Technology and Education	....	49
6.	Awards and Recognitions	....	61
7.	Linkages and Collaborations	....	63
8.	AICRP / Co-ordination Unit	....	65
9.	List of Publications	....	67
10.	Training and Capacity Building		
	i. Trainings attended	....	71
	ii. Seminar/Symposium/Conferences attended	....	71
11.	List of ongoing projects	....	75
12.	Consultancy, Patents and Commercialization of technology	....	79
13.	RAC, IRC, IMC meetings	....	83
14.	Workshops, Seminars, Summer Institutes/Farmers' Day and other meetings organised	....	85
15.	Official Language Implementation Activities	....	93
16.	List of Distinguished Visitors	....	95
17.	Personnel	....	97
18.	Meteriologica Data	....	99

1. PREFACE

Oil palm, which yields an average of 4-5 tonnes of oil per hectare, is recognised globally as one of the most productive oil yielding crops. It also plays a vital role in bridging the gap between demand and supply of vegetable oil in the country. During 2021, Govt. of India has launched National Mission on Edible Oils-Oil Palm (NMEO-OP)which aims to achieve self-reliance in edible oils by promoting oil-palm cultivation in the potential states identified by ICAR-IIOPR and DA&FW Committee (2020).The research focus of ICAR-IIOPR has always been oriented towards the goal of improving productivity and profitability of oil palm using precision technologies.

During 2024, the Institute has supplied parental planting material for establishment of new seed garden in Kerala. One new seed garden in Andhra Pradesh has started production of germinated seeds. The sprout production potential has been enhanced in 2 seed gardens in Karnataka, thereby strengthening the indigenous planting material production. ICAR-IIOPR has provided the needed technical guidance to existing seed gardens and establishment of new seed gardens in the country. A low saturated-fatty-acid germplasmwas identified through germplasm screening, a step towards development of low saturated palm oil. Optimum Boron application rates were standardised for higher yield production. Aspergillus Sp. R55 was established as a suitable biocontrol agent for managing Rugose Whiteflies in oil palm plantations. Ganoderma induced basal stem rot in oil palm could be detected using RPA-LFA kits and ergosterol quantification via UHPLC-DAD. A cost effective and ergonomically suitable motorized weeder prototype with automatic depth control system was developed. During the year, 4 technologies of ICAR-IIOPR were certified by ICAR and another 4 technologies were recommended by Institute Technology Management Unit for commercialization.

The Institute is handholding Department of Agriculture & Farmers Welfare (DA & FW), Govt. of India in steering the country towardsachieving targeted area expansion under oil palmand further development activities in various oil palm growing States. The scientists of ICAR-IIOPR have participated in Mega oil palm plantation drive and served as members of National Level Monitoring Teams(NALMOT) of different States. The Norms and Standards for establishment of oil palm nurseries andStandard Operation Procedures to produce quality planting material innurseries were disseminated to oil palm stakeholders.The review meetings of NMEO-OP organised by DA & FW were attended from time to time and inputs were provided regarding oil palm potential, production, productivity, profitability and sustainability.

Dr. Himanshu Pathak, Secretary, DARE & Director General, ICAR took special interest in reviewing the Institute activities and I take this opportunity to thank him for his valuable insights. I thankDr. T.R.Sharma, Deputy Director General (Crop Sc.& I/cHort. Sc.) and Dr. S.K. Singh, Deputy Director General (Hort. Sc.) for their guidance and supportin implementing the Institute programmes. I would like to express my sincere thanks to Dr. V.B.Patel, Asst. Director General (Fruits & Plantation Crops), Dr. Anup Kumar Bhattacharjee and Dr. P.C. Tripathi , Principal Scientists of Hort. Sc. Division, ICAR for their continuous support. I also thank Dr. Sudhakar Pandey, ADG, Dr. V. Pandey, Principal Scientist and other officials of Hort. Sc. Division for their constant support and cooperation in smooth running of the Institute. I thank

the Research Advisory Committee and Institute Management Committee of the Institute for the guidance and suggestions in fine tuning the research programmes.

My special thanks are due to the Secretary, DA&FW and other officials overseeing NMEO-OP implementation programme at the Department of Agriculture and Farmers Welfare. The financial support provided to oil palm R & D projects at ICAR-IIOPR helped in further strengthening oil palm research programmes of ICAR-IIOPR. The research outcome of these projects would help in developing niche technologies for enhancing the productivity of oil palm plantations. I further acknowledge the support and cooperation given by State Agril./Hort. Departments, State Agricultural Universities, other ICAR Institutes, oil palm processors and oil palm farmers in implementation of various programmes of our Institute.

I acknowledge and thank all the scientific, technical, administration, skilled support staff and other staff members of the Institute for their dedication and valuable services provided to the Institute. I appreciate and compliment the editors of ICAR-IIOPR Annual Report-2024 for bringing out the report in time.

(Kancherla Suresh)
Director

2. कार्यकारी सारांश EXECUTIVE SUMMARY

भाकृअनुप–भारतीय तेल ताड़ अनुसंधान संस्थान (आईसीएआर–आईआईओपीआर) फसल उत्पादन की संपूर्ण श्रृंखला में उत्पादकता, निरंतरता और मूल्य संवर्धन को बढ़ाने के उद्देष्य से एकीकृत, बहु–विशयक दृश्टिकोणों के माध्यम से तेल ताड़ अनुसंधान और विकास में प्रगति का अगुआई करना जारी रखा है। यह रिपोर्ट वर्श के दौरान संस्थान की षोध उपलब्धियों का एक व्यापक सारांष प्रस्तुत करती है, जिसमें परियोजना–वार और गतिविधि–वार व्यवस्थित किया गया है, जिसमें जननद्रव्य संरक्षण, आनुवंषिक सुधार, जैव प्रौद्योगिकी, संसाधन प्रबंधन, कृशि प्रणाली, षरीर विज्ञान और जैव रसायन, कीट और रोग प्रबंधन, मषीनीकरण, कटाई के बाद की हैंडलिंग और मूल्य संवर्धन में महत्वपूर्ण प्रगति पर प्रकाष डाला गया है। संस्थान की प्रत्येक परियोजना ने तेल ताड़ की खेती में महत्वपूर्ण चुनौतियों का समाधान करने में योगदान दिया है, साथ ही खाद्य तेल उत्पादन में आत्मनिर्भरता, जलवायु लचीलापन और टिकाऊ कृशि जैसी राश्ट्रीय प्राथमिकताओं का भी समर्थन किया है। यहाँ प्रस्तुत विस्तृष्त निश्कर्श और प्रौद्योगिकियाँ की वैज्ञानिक उत्कृश्टता, नवाचार और पूरे भारत के तेल ताड़ किसानों और हितधारकों की व्यावहारिक आवष्यकताओं के प्रति आईसीएआर–आईआईओपीआर की प्रतिबद्धता को रेखांकित करती हैं।

आईसीएआर–आईआईओपीआर, तेल ताड़ के आनुवंशिक संसाधनों के प्रबंधन के लिए एक नोडल केंद्र है। केरल में ओपीआईएल एस्टेट्स और किसानों के खेतों से तेल ताड़ के 250 किलोग्राम ताजे फलों के गुच्छे/वर्ष से अधिक उत्पादन करने वाले अठारह बेहतरीन टेनेरा ताड़ एकत्र किए गए। सामग्री नाइजीरियाई, पापुआ न्यू गिनी और जैरे मूल का प्रतिनिधित्व करती है, जिससे भारतीय प्रजनन कार्यक्रमों के लिए आनुवंषिक आधार मजबूत होता है।

पेदावेगी में जर्मप्लाज्म ब्लॉक III से VI तक में किए गए व्यापक मूल्यांकन के परिणामस्वरूप उच्च उपज वाले 19 ड्यूरा और टेनेरा ताड़ों की पहचान हुई, जिनकी उपज 226 से 417 किलोग्राम/ताड़/वर्श तक थी। रूपात्मक और उपज विषेशताओं जैसे कि गुच्छे का वजन, कुल षुश्क पदार्थ और तेल–से–गुच्छा अनुपात में महत्वपूर्ण परिवर्तनषीलता देखी गई, जो प्रजनन के लिए चयन क्षमता प्रदान करती है।

पालोड में अफ्रीकी जननद्रव्य के बहु–स्थानीय मूल्यांकन में तंजानिया, जाम्बिया और गिनी बिसाऊ से प्राप्त ताड़ के पेड़ों में आषाजनक उपज प्रदर्षन का पता चला। संकर

The ICAR–Indian Institute of Oil Palm Research (ICAR-IIOPR) continues to lead advancements in oil palm research and development through integrated, multidisciplinary approaches aimed at enhancing productivity, sustainability, and value addition across the crop's production chain. This report presents a comprehensive summary of the institute's research achievements for the year, 2024 organized project-wise and activity-wise, highlighting significant progress in germplasm conservation, genetic improvement, bio-technology, resource management, farming systems, physiology and biochemistry, pest and disease management, mechanization, post-harvest handling and value addition. Each project has contributed to addressing critical challenges in oil palm cultivation, while also supporting national priorities, such as self-reliance in edible oil production, climate resilience, and sustainable agriculture. The findings and technologies detailed herein underscore ICAR-IIOPR's commitment to scientific excellence, innovation, and the practical needs of oil palm farmers and stakeholders across India.

ICAR-IIOPR, is the nodal centre for managing oil palm genetic resources. Eighteen elite Tenera palms producing over 250 kg FFB/palm/year were collected from Oil Palm India Limited (OPIL) estates and farmers' fields in Kerala. The materials represented from Nigerian, Papua New Guinea and Zaire origins, further help in strengthening the genetic base for Indian breeding programs.

Extensive evaluations in germplasm blocks III to VI at Pedavegi led to the identification of 19 high-yielding dura and tenera palms, with FFB yields ranging from 226 to 417 kg/palm/year. Significant variability was observed in morphological and yield traits such as bunch weight, total dry matter, and oil-to-bunch ratio, offering selection potential for breeding.

Multi-location evaluations of African germplasm at Palode revealed promising yield performance in palms sourced from Tanzania,

बीज उत्पादन के लिए नौ ताड़ों का चयन किया गया, जो भविश्य में किस्मीय विकास में योगदान देगा।

पेदावेगी और पालोड में कई सुधार परीक्षणों ने उपज और विकास गुणों के लिए DxD संकर का मूल्यांकन किया। 300 किलोग्राम/ताड़/वर्श से अधिक उपज वाले अनेक ताड़ों की पहचान की गई। क्लस्टर विष्लेशण और विषेशताओं/गुणों के सहसंबंध के अध्ययनों ने पैतष्क चयन को परिश्कृत किया। ताड़ संख्या 93 (321.65 किलोग्राम/ताड़/वर्श) सबसे अधिक उपज देने वालों में से एक था।

बौने एवं उच्च उपज देने वाले जीनप्ररूपों के प्रजनन के लिए गुच्छा सूचकांक, पत्ती क्षेत्र और ऊंचाई वष्द्धि जैसे लक्षणों का उपयोग किया गया। परीक्षणों ने गुच्छा वजन, लिंग अनुपात और कुल षुश्क पदार्थ में पर्याप्त आनुवंषिक परिवर्तनषीलता की पुश्टि की। ताड़ संख्या 211 (298 किग्रा/ताड़/वर्श) ने ऊंचाई में कम वष्द्धि के साथ उत्कृश्ट प्रदर्षन दर्शाया, जो कॉम्पैक्ट किस्मों की क्षमता का संकेत देता है।

बीज अनुसंधान ने प्री–हीटिंग और रासायनिक उपचारों का उपयोग करके कर्नेल अंकुरण को बढ़ाने पर ध्यान केंद्रित किया। यद्यपि जैव रासायनिक लक्षण बेहतर हुए, लेकिन कंट्रोल को छोड़कर अंकुरण कम ही रहा। पैकेजिंग अध्ययनों ने भंडारण के तहत बीज व्यवहार्यता बनाए रखने के लिए सुपर ग्रेन और ट्राई–लेमिनेटेड फोइल बैग को बेहतर माना। संकर बीज उत्पादन 1.1 लाख अंकुरों से अधिक हो गया, और 1133 ताड़ों के साथ एक नया बीज उद्यान स्थापित किया गया। आणविक समानता विष्लेशण का उपयोग करके एआईसीआरपी परीक्षणों के लिए सही प्रकार के मातष ताड़ का चयन किया गया।

आईसीएआर–आईआईओपीआर ने अपरिपक्व नर पुश्पगुच्छों से दैहिक भ्रूणजनन का उपयोग करके तेल ताड़ के लिए एक मजबूत ऊतक संवर्धन प्रोटोकॉल का मानकीकरण किया। मीडिया अनुकूलन और सख्त प्रोटोकॉल ने 300 से अधिक पौधों के सफल पुनर्जनन को सक्षम किया। वही प्रोटोकॉल ड्यूरा ताड़ के क्लोन पर प्रभावी रूप से लागू किया गया था।

ऊतक–संवर्धित पौधों की क्लोनल निश्ठा को 92 एसएसआर मार्करों का उपयोग करके मान्य किया गया, जिससे मातृ ताड़ के साथ उनकी आनुवंषिक पहचान की पुश्टि हुई। इसके अतिरिक्त, 430 एसएसआर मार्करों का उपयोग करके एक जीनोम–वाइड एसोसिएषन अध्ययन (जीडब्ल्यूएएस) ने उपज और ऊंचाई लक्षणों से संबंधित

Zambia, and Guinea Bissau. Nine palms were selected for hybrid seed production, contributing to future varietal development.

Multiple improvement trials at Pedavegi and Palode evaluated DxD crosses for yield and growth traits. Several palms with FFB yields exceeding 300 kg/palm/year were identified. Cluster analysis and trait correlation studies refined parent selection. Palm no. 93 (321.65 kg/palm/year) was the highest yielder.

Traits like bunch index, leaf area, and height increment were used to breed for dwarf and high-yielding genotypes. Trials confirmed substantial genetic variability in bunch weight, sex ratio, and total dry matter. Palm no. 211 (298 kg/palm/year) showed excellent performance with reduced height increment, indicating potential for compact varieties.

Seed research focused on enhancing kernel germination using pre-heating and chemical treatments. Packaging studies identified super grain and tri-laminated foil bags as superior for maintaining seed viability under storage. Hybrid seed production reached over 1.1 lakh sprouts, and a new seed garden with 1133 palms was established. True-to-type mother palms were selected for AICRP trials using molecular similarity analysis.

ICAR-IIOPR standardized a robust tissue culture protocol for oil palm using somatic embryogenesis from immature male inflorescences. Media optimization and hardening protocols enabled successful regeneration of over 300 plantlets. The same protocol was effectively applied to clone Dura palms.

Clonal fidelity of tissue-cultured plantlets was validated using 92 SSR markers, confirming their genetic identity with mother palms. Additionally, a genome-wide association study (GWAS) using 430 SSR markers, identified seven QTLs related to yield and height traits, enabling marker-assisted selection.

सात क्यूटीएल की पहचान की, जिससे मार्कर–सहायता प्राप्त चयन संभव हुआ।

किस्मीय प्रमाणीकरण और आणविक निदान का समर्थन करने के लिए, 30 मार्करों का एक कोर एसएसआर पैनल विकसित किया गया और विविध आनुवंषिक पष्ठभूमि और संततियों में मान्य किया गया। यह पैनल फिंगरप्रिंटिंग, सही प्रकार की पुश्टि और प्रजनन कार्यक्रमों में अवैध ताड़ के पेड़ों को खत्म करने में प्रभावी है।

मृदा नमी सेंसर और वीपीडी डेटा का उपयोग करके सटीक सिंचाई परीक्षणों ने जल प्रबंधन में सुधार किया। गहराई के साथ नमी बढ़ी, और वीपीडी वाश्पोत्सर्जन के साथ दृढ़ता से सहसंबंधित था, जिससे अनुकूलतमतम सिंचाई समय निर्धारित करने में मदद मिली। रियल टाइम शेड्यूलिंग के लिए एक आईओटी–आधारित सिंचाई प्रणाली विकसित की जा रही है।

एक व्यापक एनपीके फैक्टोरियल प्रयोग ने दो टेनेरा संकरों के लिए उपज प्रतिक्रिया कर्व उत्पन्न किए, जिससे अनुकूलतम पोशक तत्वों के स्तर की पहचान हुई। पीसीए ने नाइट्रोजन और फास्फोरस को प्रमुख उपज प्रभावक के रूप में दर्शाया। एक फसल सिमुलेषन मॉडल ने मौसमी रोपण प्रभावों का भी मूल्यांकन किया, जिससे जुलाई में लगाए गए संकर में बेहतर वष्द्धि और उपज का पता चला।

फसल ज्यामिति परीक्षणों ने 10×7 मीटर आयताकार लेआउट को उपज और गुच्छा उत्पादन के लिए सबसे अच्छा माना। बोरॉन उर्वरन अध्ययन ने अनुकूलतम अनुप्रयोग दर (30–45 ग्राम/ताड़/वर्श) स्थापित की, जिससे पत्ती उत्पादन और बोरॉन उपलब्धता में उल्लेखनीय सुधार हुआ। खरपतवार सर्वेक्षणों ने ताड़ के बेसिन और पेड़ों के बीज की दूरियों में प्रमुख प्रजातियों का दस्तावेजीकरण किया, जिससे स्थान–विषिश्ट खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों को डिजाइन करने में सहायता मिली।

बारह सजावटी अदरक प्रजातियों के साथ अंतर–फसल परीक्षण से पता चला कि रेड बटन जिंजर सबसे अधिक उत्पादक है और तेल ताड़ के साथ संगत रखता है। इसने तेल ताड़ के विकास को प्रतिकूल रूप से प्रभावित किए बिना सबसे अधिक फूल उपज और वाज लाइफ दिया।

पंचगव्य का उपयोग करके नर्सरी परीक्षणों से पता चला कि 1.75% सांद्रता ने डीएपी के बाद अंकुरों के ओज में सुधार किया। आगे के प्रदर्षन की निगरानी के लिए पौधों को दूसरी नर्सरी में स्थानांतरित कर दिया गया। तेल ताड़ के कचरे और उप–उत्पादों का उपयोग करके एक एकीकृत जैविक खेती प्रणाली षुरू की गई। बेहतर मृदा स्वास्थ्य, सूक्ष्मजीव गतिविधि और एंजाइम के स्तर को दर्ज किया गया, जो जैविक प्रणालियों में बेहतर स्थिरता का संकेत देता है।

To support varietal authentication and molecular diagnostics, a core SSR panel of 30 markers was developed and validated across diverse genetic backgrounds and progenies. This panel is effective for fingerprinting, true-to-type confirmation, and eliminating illegitimate palms in breeding programs.

Precision irrigation trials using soil moisture sensors and VPD data improved water management. Moisture increased with depth, and VPD correlated strongly with evapotranspiration, helping define optimal irrigation timing. An IoT-based irrigation system is being developed for real-time scheduling.

A comprehensive NPK factorial experiment generated yield response curves for two tenera crosses, identifying optimal nutrient levels. PCA showed nitrogen and phosphorus as key yield influencers. A crop simulation model also evaluated seasonal planting effects, revealing better growth and yield in July-planted hybrids.

Crop geometry trials identified the 10×7 m rectangular layout as best for yield and bunch production. A boron fertilization study established optimal application rates (30–45 g/palm/year), significantly improving leaf production and boron availability. Weed surveys documented dominant species across palm basins and interspaces, aiding in designing site-specific weed management strategies.

An intercropping trial with 12 ornamental ginger species showed Red Button Ginger as most productive and compatible with oil palm. It delivered the highest flower yield and vase life without adversely affecting oil palm growth.

Nursery trials using panchagavya revealed that 1.75% concentration improved seedling vigor next to DAP. Seedlings were shifted to secondary nursery for further performance monitoring. An integrated organic cultivation system utilizing oil palm waste and by-products was initiated. Enhanced soil health, microbial activity, and

सूरजमुखी और मूंगफली के तेल के साथ पाम ऑयल के मिश्रण को फैटी एसिड संरचना और पोशण गुणवत्ता के लिए अनुकूलित किया गया। पाम ऑयल के 20–30% मिश्रणों ने बेहतर फैटी एसिड अनुपात और कैरोटीनॉयड सामग्री दर्शाया, जो वैष्विक स्वास्थ्य मानकों को पूरा करता है।

जननद्रव्य जांच ने कम संतष्प्त वसा अम्ल वाली किस्म (38.18% एसएफए, 52.14% ओलिक एसिड) की पहचान की – जो स्वास्थ्य उन्मुख पाम ऑयल के लिए आदर्ष है। कोल्ड–प्रेस्ड ऑयल के विष्लेशण से पता चला कि पाम ऑयल में उच्च कैरोटीनॉयड सामग्री (812 मिलीग्राम/किग्रा) और मजबूत एंटी इनफ्लेमेटरी गतिविधि (60%) थी। ये जानकारियां पोशण से भरपूर खाद्य तेलों के विकास का समर्थन करती हैं।

कीट निगरानी से सफेद मक्खियों की मौसमीय सर्वाधिकता का पता चला है, जिसमें दिसंबर में RSW और फरवरी में BNW का बोलबाला रहा। जनवरी और मई में फेरोमोन ट्रैप ने गैंडा भृंग (रिनोसीरस बीटल) के उभरने को दर्ज किया। मार्च–अप्रैल में बगवर्म का संक्रमण अधिक था, और लक्षित कीटनाषकों ने उच्च प्रभावकारिता दशायी।

जैव नियंत्रण एजेंट R55 ने विभिन्न क्षेत्रीय स्थितियों में 94% से अधिक RSW मष्त्यु दर हासिल की। पराग और गुच्छा क्षति अध्ययनों से पता चला है कि पत्ती की चोट ने गुच्छा वजन को काफी कम कर दिया है। प्रारंभिक लक्षण पहचान और सुरक्षा के लिए लक्षित हस्तक्षेप की आवष्यकता है।

RPA-LFA किट और UHPLC-DAD के माध्यम से एर्गोस्टेरॉल क्वांटिफिकेषन का उपयोग करके गैनोडर्मा बीएसआर का पता लगाने के कार्य में सुधार किया गया। दो नई गैनोडर्मा प्रजातियों की पहचान की गई और उनका अनुक्रमण किया गया। *जी. एलिप्सोइडम* के जीनोम को इकट्ठा किया गया, जिससे विशाणु कारक और विकासवादी अंतर्दृश्टि का पता चला।

खेत मूल्यांकनों से पता चला कि एकीकृत कवकनाषक और ट्राइकोडर्मा आधारित उपचारों ने बीएसआर को प्रभावी ढंग से कम किया। ट्राइकोडर्मा सूत्रण और ड्रिप सिंचाई वितरण को अनुकूलित किया गया, जिससे व्यवहार्यता और मिट्टी उपनिवेषण सुनिष्चित हुआ। नए कवकनाषकों ने पर्ण और गुच्छा सड़न रोगजनकों के खिलाफ आषाजनक परिणाम दर्शाए, जिससे एकीकृत रोग नियंत्रण रणनीतियों को बल मिला।

enzyme levels were recorded, indicating improved sustainability in organic systems.

Palm oil blends with sunflower and groundnut oils were optimized for fatty acid composition and nutritional quality. Blends with 20–30% palm oil showed improved fatty acid ratios and carotenoid content, meeting global health standards.

Germplasm screening identified a low-saturated-fatty-acid line (38.18% SFA, 52.14% oleic acid)—ideal for health-oriented palm oil. Cold-pressed oil analysis showed palm oil had high carotenoid content (~812 mg/kg) and strong anti-inflammatory activity (~60%). These insights support the development of nutritionally enriched edible oils.

Pest monitoring showed seasonal peaks in whiteflies, with RSW dominating in December and BNW in February. Pheromone traps recorded rhinoceros beetle emergence in January and May. Bagworm infestation was severe in March to April, and targeted insecticides showed high efficacy.

The biocontrol agent R55 achieved over 94% RSW mortality across varied field conditions. Pollen and bunch damage studies revealed frond injury significantly reduced bunch weight. Targeted intervention is needed for early symptom detection and protection.

Ganoderma BSR detection was improved using RPA-LFA kits and ergosterol quantification via UHPLC-DAD. Two novel Ganoderma species were identified and sequenced. The genome of *G. ellipsoideum* was assembled, revealing virulence factors and evolutionary insights.

Field evaluations demonstrated that integrated fungicide and Trichoderma-based treatments suppressed BSR effectively. Trichoderma formulation and drip irrigation delivery were optimized, ensuring viability and soil colonization. New fungicides showed promise against foliar and bunch rot pathogens, reinforcing integrated disease control strategies.

स्वचालित गहराई नियंत्रण प्रणाली के साथ एक मोटराइज्ड वीडर प्रोटोटाइप विकसित किया गया था। फील्ड परीक्षण जारी है। यह मषीन लागत–प्रभावी है और छोटे किसानों के लिए एर्गोनॉमिक रूप से डिज़ाइन की गई है। मोटराइज्ड बैकपैक हार्वेस्टर ने प्रति टन लागत को ₹ 252 तक कम किया साथ ही दैनिक उत्पादकता और एर्गोनॉमिक्स में सुधार किया। इन्फ्रारेड–आधारित एंजाइम निश्क्रियता ने FFA को 1.72% तक कम कर दिया और तेल की उपज में सुधार किया, जिससे एक स्वच्छ, ऊर्जा–कुषल स्टेरीलाइजेशन विधि की पहचान हुई।

ऑयल पाम बंच मल्टी–डायरेक्षनल इमेज कैप्चरर और 3डी इमेजिंग प्रोसेसर जैसे डिजिटल साधनों ने मॉर्फोलॉजिकल विष्लेशण, इंजीनियरिंग माप और विज़ुअलाइज़ेषन का समर्थन किया। एआई–आधारित क्लासिफायर ने स्वचालित बंच ग्रेडिंग को सक्षम किया, जिससे मूल्यांकन में सटीकता और निश्पक्षता बढ़ी।

तेल ताड़ में ड्रोन के इस्तेमाल पर किए गए अध्ययन में मध्यम जागरूकता देखी गई, जिससे कम श्रम, एक समान छिड़काव और समय की बचत जैसे लाभ हुए। किसान उच्च लागत के बावजूद इसे अपनाने का समर्थन करते हैं, प्रषिक्षण और सरकारी सहायता की मांग करते हैं।

A motorized weeder prototype was developed with an automatic depth control system. Field testing is ongoing. The machine is cost-effective and ergonomically designed for smallholders.

A motorized backpack harvester reduced harvesting cost per ton to ₹ 252 and improved daily productivity and ergonomics. Infrared-based enzyme inactivation reduced FFA to 1.72% and improved oil yield, offering a clean, energy-efficient sterilization method.

Digital tools like the oil palm bunch multi-directional image capturer and 3D Imaging processor supported morphological analysis, engineering measurements, and visualization. An AI-based classifier enabled automated bunch grading, enhancing precision and objectivity in evaluation.

The study on drone application in oil palm showed medium awareness among farmers with benefits like reduced labor, uniform spraying, and time savings. Farmers support adoption despite higher costs, seeking training and government assistance.